

**УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ З ПРИКЛАДНОЇ
ГЕОМЕТРІЇ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ»**

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
*(КАФЕДРА НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ, ІНЖЕНЕРНОЇ ТА
КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ)*

МАТЕРІАЛИ

**V-ї ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ, АСПРАНТІВ
ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ, ДИЗАЙН, ОБ'ЄКТИ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙНА
ДІЯЛЬНІСТЬ СТУДЕНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ»**

28 – 29 квітня 2016 р.

УКРАЇНА, м. КИЇВ

ББК 22.151я43
П75

ДРУКУЄТЬСЯ ЗА НАКАЗОМ РЕКТОРА № 1-62
від 10 березня 2016 року

Відповідальний за випуск – д-р техн. наук, проф. Ванін В.В.
Адреса редколегії: 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37, ФМФ, НТУУ «КПІ».
Тел. (044) 204-94-46, **E-mail:** geometry@kpi.ua

Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених». Випуск 5. – К.: ДІА, 2016 р. – 229 с. з іл.

ISBN 966-7665-80-6

ISBN 966-7665-80-6

©

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», 2016



Шановні колеги, дорогі друзі!

Щиро вітаю учасників V науко-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності»!

Наша молодь – майбутнє України. Її інноваційна діяльність і молодіжна наполегливість у пошуку методів розв'язання наукових, технічних та економічних задач нашого суспільства – запорука розвитку нашої держави – України.

«Геометрія є наймогутнішим засобом для розвинення наших розумових здібностей і дає нам можливість правильно мислити і міркувати». Такого переконання дотримувався Г. Галілей, і може саме це відіграло вирішальну роль в тому, що цей великий вчений набагато випереджав свій час?

«Жодна наука, яка існує для того, щоб полегшити або прикрасити життя, без геометрії не могла б не тільки розвиватися і вдосконалюватися, але навіть і з'явитися», - такі слова належать нашому співвітчизнику - видатному вченому математику і філософу 17-18 століть Феофану Прокоповичу.

Ці переконання актуальні і в наш час, оскільки прикладна геометрія слугує тією базою, яка забезпечує розробку нових інтегрованих інформаційних технологій процесів автоматизованого проектування та виробництва, які є основою сучасного технічного прогресу.

Матеріалами нашої конференції пропонується багато цікавих моделей об'єктів та процесів у різних галузях науки і техніки, які спрямовані на модернізацію існуючих технологій та створення нових пристроїв, машин та механізмів.

Бажаю творчих успіхів!

Декан фізико-математичного факультету,
Заслужений працівник народної освіти
України, д.т.н., професор

В. Ванін

ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНОГО МЕТОДУ ПРИ РОЗВ'ЯЗУВАННІ ЗАДАЧ ІЗ ЦІЛОЮ ТА ДРОБОВОЮ ЧАСТИНОЮ ДІЙСНОГО ЧИСЛА

Авдєєва Людмила, студентка ¹

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація – демонструються переваги графічного методу при розв'язуванні рівнянь та нерівностей, що містять цілу або дробову частину дійсного числа.

Аннотация – на примерах показаны преимущества графического метода над аналитическим методом при решении задач с целой и дробной частью действительного числа.

Annotation – in this article advantages of graphic method are shown at the solving of equations and inequalities which contain whole part and fractional part of the real number.

Ключові слова – ціла частина дійсного числа, антье, дробова частина дійсного числа.

Постановка проблеми. На прикладах проілюструвати переваги графічного методу при розв'язуванні рівнянь та нерівностей, що містять цілу або дробову частину дійсного числа.

Побудова графіків елементарних функцій – один із найважливіших моментів математичної підготовки студентів. Вміння побудувати графік функції допомагає при розв'язуванні цілої низки задач: розв'язування рівнянь, нерівностей, знаходження границь, площ тощо. Побудова графіків дозволяє побачити чітку картину напрямку дослідження або навіть дозволяє «побачити» розв'язки.

Графічний метод має цілу низку переваг перед аналітичним методом, а саме, він є більш наочним, дозволяє переконатися у наявності розв'язків, їх кількості (у випадку наявності розв'язку) та навіть знайти ці розв'язки.

Ідея графічного методу полягає у побудові в системі координат Oxy графіків функцій $y=f(x)$ та $y=g(x)$, знаходженні абсцис точок перетину графіків функцій та з'ясуванні області для змінної x , що задовольняє постановці задачі.

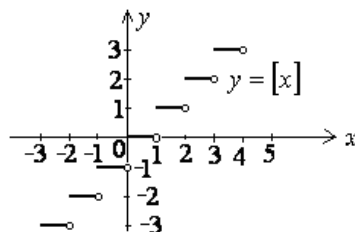
Разом з елементарними функціями та їх графіками використовуються деякі неелементарні функції. Наприклад, для дійсних чисел можна розглядати функції ціла частина $[x]$ дійсного числа x та

* Науковий керівник кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри математичної фізики ФМФ НТУУ «КПІ» Шраменко В.М.

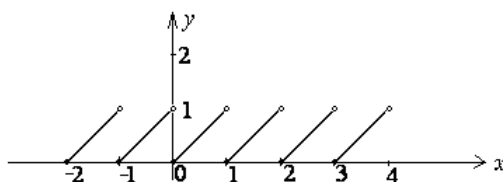
дробова частина $\{x\}$ дійсного числа x . Зауважимо, що ці дві функції активно використовуються в програмуванні. Розглянемо дві останні функції.

Нехай x дійсне число. Цілою частиною $[x]$ числа x називається найбільше ціле число, що не перевищує число x . Дробовою частиною $\{x\}$ називається таке дійсне число, що $\{x\} = x - [x]$ (див $[1]$, $[2]$). Наприклад, $[3,2] = 3$, $[-0,5] = -1$, $[0,9] = 0$, $[5] = 5$, $\{3,7\} = 0,7$, $\{-0,9\} = 0,1$, $\{0,4\} = 0,4$, $\{3\} = 0$. В математиці цілу частину $[x]$ також інколи називають антье (від французького *entier*).

Графік функції $y = [x]$ східцевий, а саме



Графік функції $y = \{x\}$ є кусково-лінійним, а саме:

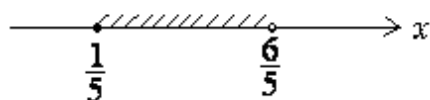


При розв'язуванні задач, що містять цілу або дробову частину дійсного числа, як правило, використовують аналітичний спосіб, тобто спосіб, що базується на використанні означення та властивостей цих функцій. Але часто ці розв'язування приводять до розгляду сукупностей із систем.

Приклад 1. Розв'язати нерівність $1 \leq [5x] \leq 5$.

Розв'язування. Використовуючи оцінку для цілої частини дійсного числа $y - 1 < [y] \leq y$ отримаємо нерівність $5x - 1 < [5x] \leq 5x$ яка дає систему нерівностей

$$\begin{cases} 5x - 1 < [5x] \leq 5x, \\ 1 \leq [5x] \leq 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 \leq 5x, \\ 5x - 1 < 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x \geq \frac{1}{5}, \\ x < \frac{6}{5}. \end{cases}$$



Оскільки системи не є рівносильними, то могли виникнути сторонні розв'язки. Необхідно зробити перевірку.

Розглянемо $x \in \left[\frac{1}{5}; \frac{2}{5}\right)$. Тоді $[5x]=1$ задовольняє початковій нерівності.

Розглянемо $x \in \left[\frac{2}{5}; \frac{3}{5}\right)$. Тоді $[5x]=2$ задовольняє початковій нерівності.

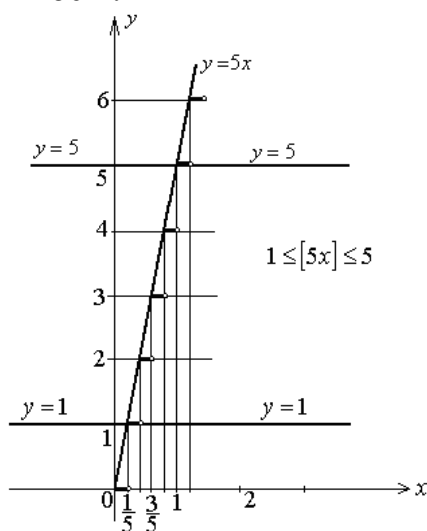
Розглянемо $x \in \left[\frac{3}{5}; \frac{4}{5}\right)$. Тоді $[5x]=3$ задовольняє початковій нерівності.

Розглянемо $x \in \left[\frac{4}{5}; 1\right)$. Тоді $[5x]=4$ задовольняє початковій нерівності.

Розглянемо $x \in \left[1; \frac{6}{5}\right)$. Тоді $[5x]=5$ задовольняє початковій нерівності.

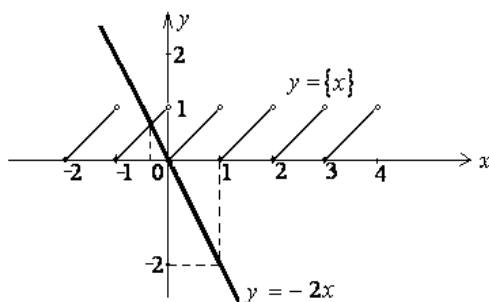
Відповідь: $x \in \left[\frac{1}{5}; \frac{6}{5}\right)$.

У той же час використання графічного методу дозволило б, після побудови графіків функції $y=[5x]$, $y=1$, $y=5$, одразу отримати розв'язок цієї нерівності:



Приклад 2. Розв'язати рівняння $-2x = \{x\}$.

Розв'язування. Використаємо графічний метод. Побудуємо графіки функцій $y = -2x$ та $y = \{x\}$.

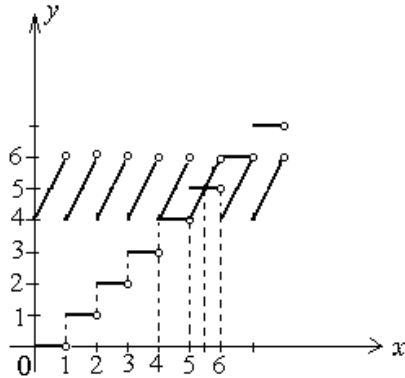


Відповідь. $x = 0$, $x = \frac{-1}{3}$.

Аналогічно можна розв'язувати нерівності, що містять одночасно цілу та дробову частини дійсного числа.

Приклад 3. Розв'язати нерівність $[x] \leq 2\{x\} + 4$.

Розв'язування. Побудуємо графіки функцій $y = [x]$, $y = 2\{x\} + 4$.



Одразу помічаємо, що нерівність виконується для всіх $x \in (-\infty; 5)$.

Дійсно, з оцінки $0 \leq \{x\} < 1$ випливає, що нерівність справджується при $[x] \leq 4$.

Далі з $0 \leq 2\{x\} < 2$ випливає $4 \leq 2\{x\} + 4 < 6$, тобто маємо оцінку $4 \leq [x] < 6$.

Розглянемо $x \in [4; 5)$. Тоді $[x] = 4$, та $4 \leq 2\{x\} + 4 \iff 0 \leq 2\{x\}$, тобто $0 \leq \{x\}$ це вірно для всіх x з цього інтервалу.

Розглянемо $x \in [5; 6)$. Тоді $[x] = 5$, та $5 \leq 2\{x\} + 4 \iff 1 \leq 2\{x\}$, тобто $\frac{1}{2} \leq \{x\}$. Оскільки $x = [x] + \{x\}$. Тоді $5 + \frac{1}{2} \leq x < 6$.

Відповідь: $x \in (-\infty; 5) \cup \left[\frac{11}{5}; 6\right)$.

Висновок: ми переконалися, що в деяких задачах простіше намалювати графіки функцій та отримати розв'язки, ніж розв'язувати аналітично. Однак, варто пам'ятати, що універсальних методів та прийомів, які можна застосовувати до довільної математичної задачі, не існує. Тому, за вами вибір найбільш оптимального методу розв'язування саме цієї задачі (аналітичного чи графічного).

Бібліографічний список

1. Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. — М.: «Мир», 1998. — 703 с.
2. Потапов М. К., Александров В. В., Пасиченко П. И.. Алгебра и начала анализа. — АО Столетие, 1996.

ВПЛИВ УПРАВЛЯЮЧОГО КОЕФІЦІЄНТУ НА ДИСКРЕТНУ КРИВИНУ У МЕТОДІ НА ОСНОВІ ВАРІАТИВНОГО ФОРМУВАННЯ РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ

С.О. Балинська,

А.В. Найдиш, д.т.н.,

Д.В. Спірінцев, к.т.н.

Мелітопольська школа прикладної геометрії

Мелітопольський державний педагогічний університет

ім. Б. Хмельницького (Україна, м. Мелітополь)

Анотація – в роботі розглядається нова додаткова умова на співвідношення між кутами суміжності, та вплив коефіцієнту k , що входить до цієї умови, на дискретну кривину моделюємої кривої.

Ключові слова – дискретно представлена крива (ДПК), інтерполяція, варіативне дискретне геометричне моделювання, різницеві схеми, керуючий коефіцієнт, дискретна кривина, супровідна ломана лінія (СЛЛ).

Постановка проблеми. Використовуючи геометричне моделювання можна вирішити певну кількість науково-виробничих завдань, наприклад, проектування функціональних поверхонь, до аеродинамічних якостей яких пред'являються підвищені вимоги (корпус автомобіля, лопасті турбіни, каналові поверхні двигунів внутрішнього згоряння). Тому розробка методів геометричного моделювання, що володіють швидкодією, простотою, високою точністю, відсутністю осциляцій, здатних забезпечити контроль значень і динаміки зміни диференціально-геометричних характеристик уздовж кривих, є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Проведені у рамках напряму варіативного дискретного геометричного моделювання дослідження [1,2], показали ефективність розроблених методів для розв'язання задач дискретної інтерполяції кривих довільної форми. У більшості розглянутих методів в процесі згущення використовувалась єдина умова, яка була накладена на згущену криву – це умова відсутності осциляції. Однак, при формуванні динамічних обводів необхідно також враховувати і дискретну кривину кривої. Тому проблема полягає або у вдосконаленні існуючих методів згущення, що дозволить враховувати декілька додаткових умов моделювання, або у розробці нових.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розгляд геометричного моделювання форми згущеної неосцилюючої ДПК що базується на основі методу варіативного формування різницевих схем кутових параметрів, та дослідження зміни кривини моделюємої кривої від коефіцієнтів різницевої схеми.

Основна частина. Нові можливості у моделюванні і керуванні формою довільних ДПК можна отримати у результаті накладання додаткових умов на співвідношення між кутами суміжності та їх широкою варіації в системі рівнянь запропонованої в роботі [3] варіативної схеми згущення (1) на основі кутових параметрів:

$$(1 - \eta_{i-1})\gamma_{i-0.5}^1 + \gamma_i^1 + \eta_i\gamma_{i+0.5}^1 = \gamma_i^0, \quad i = \overline{1; n-1}, \quad (1)$$

Система рівнянь (1) є розрідженою, оскільки має $(n-1)$ рівнянь з $(2n-1)$ невідомими, тобто відсутні проміжні рівняння, що зв'язують кути суміжності ланок згущеної СЛЛ ДПК в двох суміжних точках γ_i^1 , γ_{i+1}^1 та в точці згущення $\gamma_{i+0.5}^1$ між ними. Тому для отримання однозначного рішення системи (1) необхідно задати ще n умов.

Розглянемо наступну додаткову умову – кут суміжності у середній точці згущення ($\gamma_{i+0.5}^1$) складає деяку фіксовану частку від суми суміжних з нею кутів згущення у вузлових точках (γ_i^1 та γ_{i+1}^1), тобто

$$\gamma_{i+0.5}^1 = k(\gamma_i^1 + \gamma_{i+1}^1), \quad i = \overline{1; n-1}, \quad (2)$$

де k – деяке фіксоване число.

В результаті накладання даної додаткової умови можна отримати різницеву схему другого порядку, яку у загальному вигляді можна записати наступним чином:

$$\begin{aligned} (1 - \eta_{i-1})\gamma_{i-0.5}^1 + \gamma_i^1 + \eta_i\gamma_{i+0.5}^1 &= \gamma_i^0, & i = \overline{1; n-1}; \\ (1 - \eta_{i-1})\gamma_{i-0.5}^1 + (1 + \frac{1}{k})\gamma_{i+0.5}^1 + \eta_{i+1}\gamma_{i+1.5}^1 &= \gamma_i^0 + \gamma_{i+1}^0, & i = \overline{1; n-1}. \end{aligned} \quad (3)$$

Варіюванням значеннями управляючого параметра, можна отримати безліч різницевої схем другого порядку, у результаті розв'язання яких визначаються значення кутів суміжності.

Однак, використання додаткової умови (2) можливо лише на основі використання **основного алгоритму** [3] методу згущення на основі варіативного формування різницевої схем кутових параметрів, який полягає у наступному:

1. Визначаються геометричні характеристики вихідної ДПК:

– довжина ланок l_i

$$l_i = \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2}, \quad i = \overline{1; n}; \quad (4)$$

– кути суміжності γ_i^0 у вузлах до згущення

$$\gamma_i^0 = \pm \arccos \left(\frac{a_1 a_2 + b_1 b_2}{\sqrt{(a_1^2 + b_1^2) \cdot (a_2^2 + b_2^2)}} \right), \quad i = \overline{1, n-1}; \quad (5)$$

де «+» – для опуклої ДПК ($\gamma_i^0 < 0$, $i = \overline{0; n}$);

«-» – для увігнутої ДПК ($\gamma_i^0 > 0$, $i = \overline{0; n}$);

a_1, a_2, b_1, b_2 – коефіцієнти рівнянь прямих, на яких лежать ланки $(i-1, i)$ та $(i, i+1)$, $i = \overline{1, n-1}$ відповідно;

$$a_1 = y_{i+1} - y_i; \quad b_1 = x_i - x_{i+1}; \quad a_2 = y_i - y_{i-1}; \quad b_2 = x_{i-1} - x_i,$$

де x_{i-1}, y_{i-1} , x_i, y_i и x_{i+1}, y_{i+1} – координати точок $i-1$, i , $i+1$ вихідної ДПК.

– кути суміжності у першому γ_0^0 та останньому γ_n^0 вузлах ланок вихідної ДПК:

– для незамкненої кривої

$$\gamma_0^0 = \gamma_1^0, \quad \gamma_n^0 = \gamma_{n-1}^0; \quad (6)$$

– для замкненої кривої

$$\gamma_0^0 = \gamma_n^0 = \pm \arccos \left(\frac{((x_1 - x_{n-1})^2 + (y_1 - y_{n-1})^2) - l_1^2 - l_n^2}{2 \cdot l_1 \cdot l_n} \right); \quad (7)$$

– кут нахилу α_0 першої ланки до осі Ox

$$\begin{cases} \alpha_0 = \arcsin \frac{y_1 - y_0}{[0, l]}, & \text{якщо } \Delta x_1 = [x_1 - x_0] > 0, \\ \alpha_0 = -180^\circ - \arcsin \frac{y_1 - y_0}{[0, l]}, & \text{якщо } \Delta x_1 = [x_1 - x_0] < 0. \end{cases} \quad (8)$$

– кути α_i , $i = \overline{1, n-1}$

$$\alpha_i = \gamma_i + \alpha_{i-1}, \quad i = \overline{1, n-1}.$$

2. Визначається конфігурація вихідної ДПК (опукла, увігнута, містить прямолінійні або перехідні ділянки) на підставі її дискретних геометричних характеристик.

3. Визначаються значення коефіцієнтів η_i .

$$\eta_i = \frac{\gamma_i^0}{\gamma_i^0 + \gamma_{i+1}^0}, \quad i = \overline{0; n-1}. \quad (9)$$

4. Розраховуються кути суміжності $\gamma_i^1, i = \overline{1; n-1}$ і $\gamma_{i-0.5}^1, i = \overline{1; n}$ ланок згущеної ДПК.

Будемо розглядати додаткову умову (2), яка у сукупності з варіативною схемою (1) призводить до формування різницевої схеми другого порядку (3). Для розв'язання різницевої схеми (3) застосовується запропонований у роботі [3] алгоритм.

Значення кутів суміжності у першому й останньому вузлах після згущення для незамкненої кривої розраховується за формулою (10), для замкнутої кривої – по формулі (11)

$$\gamma_0^1 = \gamma_0^0 - \eta_0 \cdot \gamma_{0.5}^1; \quad (10)$$

$$\gamma_n^1 = \gamma_n^0 - (1 - \eta_{n-1}) \cdot \gamma_{n-0.5}^1;$$

$$\gamma_0^1 = \gamma_n^1 = \gamma_n^0 - (1 - \eta_{n-1}) \cdot \gamma_{n-0.5}^1 - \eta_0 \cdot \gamma_{0.5}^1. \quad (11)$$

5. Розраховуються геометричні характеристики згущеної ДПК.

– коефіцієнти λ_i (відношення проекцій довжин ланок СЛЛ на відповідні хорди)

$$\lambda_i = \frac{tg[(1 - \eta_{i-1})\gamma_{i-0,5}^l]}{tg(\eta_{i-1} \cdot \gamma_{i-0,5}^l) + tg[(1 - \eta_{i-1})\gamma_{i-0,5}^l]}, \quad i = \overline{1; n}; \quad (12)$$

– перевищення точок згущення над відповідними хордами

$$m_{i-0,5}^l = -l_i \cdot \lambda_i \cdot tg(\eta_{i-1} \cdot \gamma_{i-0,5}^l), \quad i = \overline{1; n}; \quad (13)$$

– кути нахилу ланок згущеної СЛЛ ДПК до осі Ох

$$\begin{aligned} \alpha_i^l &= \alpha_i - \eta_i \cdot \gamma_{i+0,5}^l, & i &= \overline{0; n-1}; \\ \alpha_{i+0,5}^l &= \alpha_i + (1 - \eta_i) \cdot \gamma_{i+0,5}^l, & i &= \overline{1; n-1}. \end{aligned} \quad (14)$$

–координати точок згущення

$$\begin{aligned} x_{i-0,5}^1 &= x_{i-1} + \sqrt{(l_i \cdot \lambda_i)^2 + (m_{i-0,5}^l)^2} \cdot \cos(\alpha_{i-1}^0 - \eta_{i-1} \cdot \gamma_{i-0,5}^1), \\ y_{i-0,5}^1 &= y_{i-1} + \sqrt{(l_i \cdot \lambda_i)^2 + (m_{i-0,5}^l)^2} \cdot \sin(\alpha_{i-1}^0 - \eta_{i-1} \cdot \gamma_{i-0,5}^1). \end{aligned} \quad i = \overline{1; n}. \quad (15)$$

6. Критерієм закінчення згущення є досягнення умови (16) на k -му кроці згущення:

$$\max |\gamma_{i+0,5}^l| \leq \varepsilon, \quad i = \overline{1; n-1}, \quad (16)$$

де $\varepsilon \geq 0$ – як завгодно мале наперед задане число.

При необхідності продовження згущення, точки ряду перенумеровуються і розрахунок повторюється. По досягненні цієї умови точки згущеної ДПК з'єднуються відрізками супровідної ламаної лінії, що і вважається остаточною формою інтерполуючої кривої.

Таким чином, розглянутий алгоритм в процесі згущення використовує тільки одну умову – умову відсутності осциляції. Подальші наші дослідження були спрямовано на розгляд питання зміни дискретної кривини в процесі згущення в залежності від значення коефіцієнту k в додатковій умові (2).

Як відомо, значення дискретної кривини є сталою величиною, значення якої можна визначити за формулою [2]:

$$\chi_i = \frac{1}{R_i} = \frac{2 \sin \gamma_i^0}{l_i^*}, \quad i = \overline{1; n-1}, \quad (17)$$

де R_i – радіус кола, що проходить через i точку;

γ_i^0 – кут суміжності в i точці вихідної ДПК;

l_i^* – відстань між точками $(i-1)$ та $(i+1)$, яку знайдемо з виразу:

$$l_i^* = \sqrt{(x_{i-1} - x_{i+1})^2 + (y_{i-1} - y_{i+1})^2}, \quad i = \overline{1; n-1}. \quad (18)$$

Розглянемо наступний тестовий приклад (таблиця 1)

Таблиця 1

Вихідний точковий ряд

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_i	30	15	15	35	50	60	50	70	90	80
y_i	30	40	55	65	60	30	30	70	60	40

По отриманим значенням геометричних характеристик вихідної ДПК (згідно основного алгоритму згущення) було виконано по 4 кроки згущення для різних значень коефіцієнту k . Також, згідно з виразами (17)-(18), було отримано значення дискретної кривини для 4 згущених кривих при різних значеннях коефіцієнту k . Отримані значення дискретної кривини наведено на рис. 1.

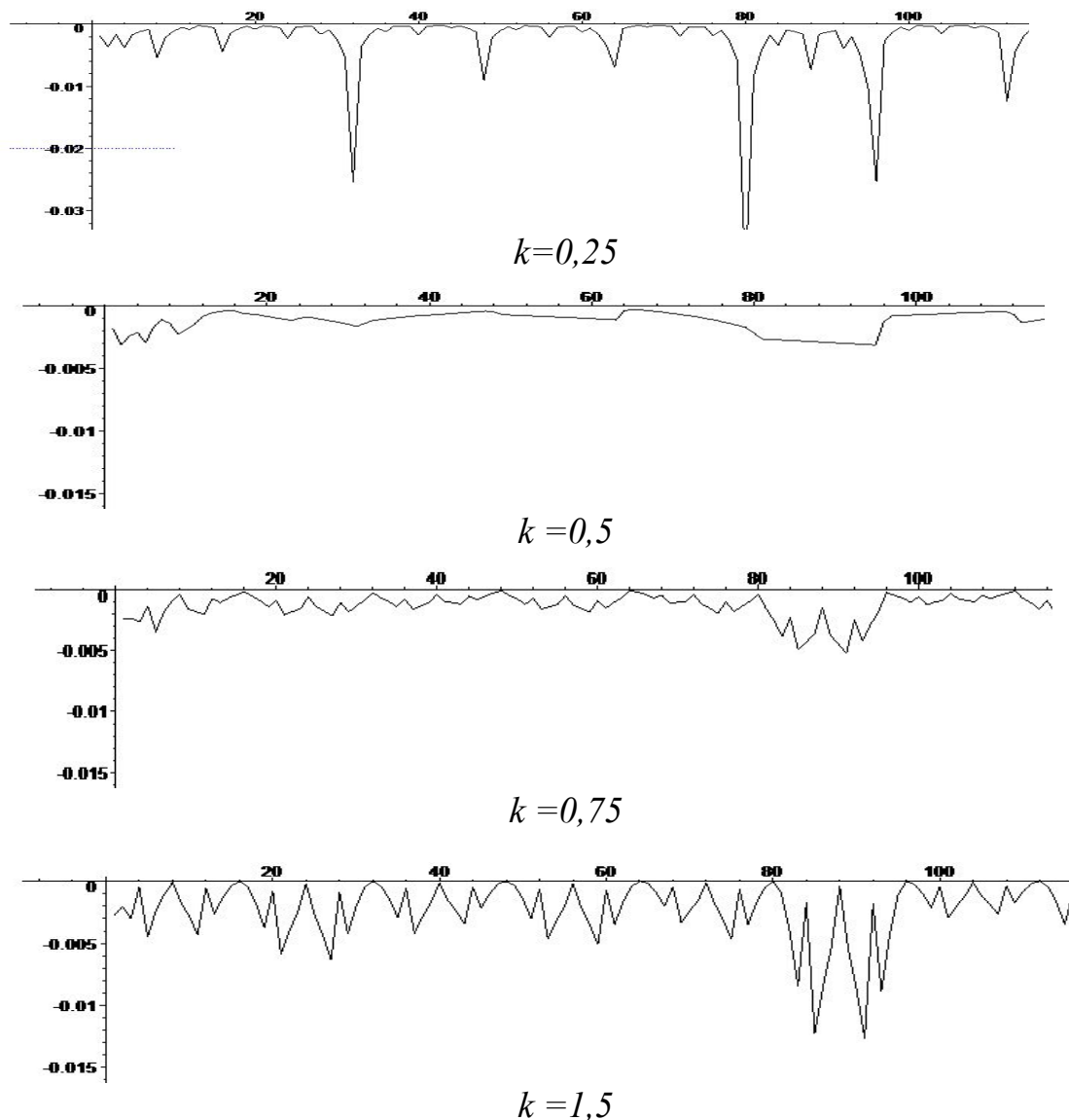


Рис. 1 – Значення дискретної кривини для різних значень коефіцієнту k .

Результат згущення тестової ДПК для різних значень коефіцієнту k наведено на рис. 2. В процесі згущення значення управляючих параметрів обирались для усіх варіантів різницевого схем з середини багатокутника рішень.

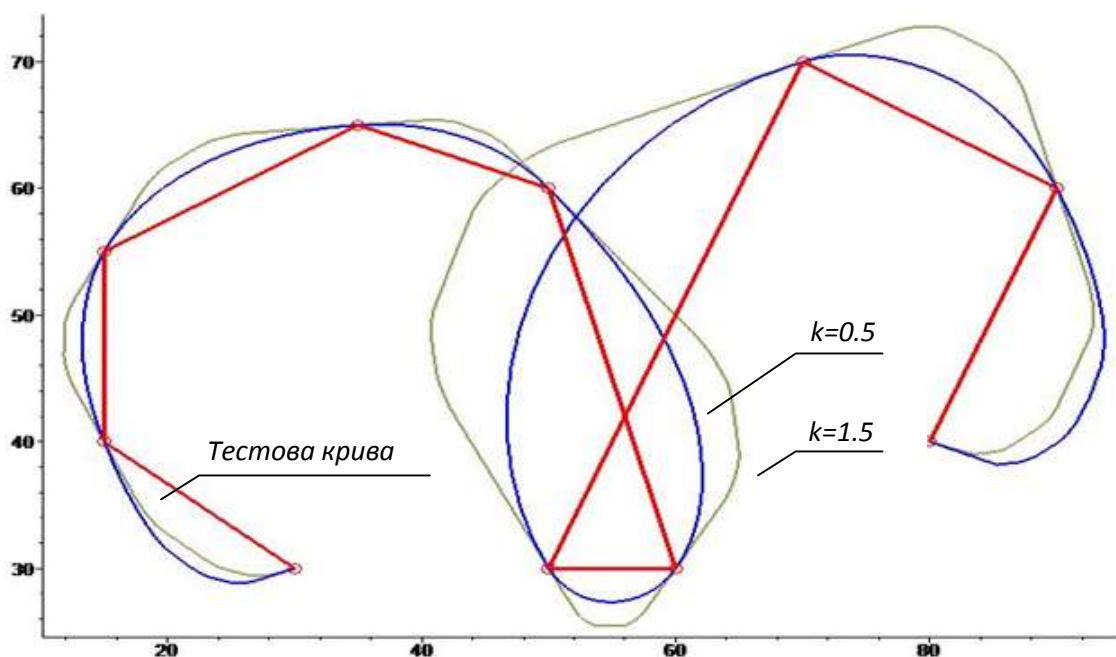


Рис. 1. Результат згущення тестової ДПК (4 кроки).

Висновки. У результаті проведених досліджень були виявлені загальні властивості впливу значень управляючого коефіцієнту на значення дискретної кривини при використанні методу на основі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів. Найкращі результати, згідно з заданого критерію, було отримано при значенні управляючого коефіцієнту $k=0,5$.

Подальші роботи у цьому напрямку будуть спрямовані на визначення можливості впливу значення коефіцієнта k на значення дискретної кривини.

Література

1. Найдиш В.М. Основи прикладної дискретної геометрії [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації] / В.М. Найдиш, В.М. Верещага, А.В. Найдиш, В.М. Малкіна. – Мелітополь: ТДАТУ, 2007. – 194с.
2. Верещага В.М. Дискретно-параметрический метод геометрического моделирования кривых линий и поверхностей: дисс...д-ра техн. наук: 05.01.01./В.М. Верещага. - Мелітополь, 1996. - 320 с.
3. Спиринцев Д.В. Дискретная интерполяция на основе вариативного формирования разностных схем угловых параметров: дисс. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / Д.В. Спиринцев. – Мелітополь, ТДАТУ, 2010. – 214 с.
4. Найдиш А.В. Застосування додаткових умов моделювання у методі на основі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів / А.В. Найдиш, Д.В. Спиринцев // [Електронний ресурс] Науковий вісник Тавр. держ. агротехнолог. університету / ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 1, т.2. – С. 150-160.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Бакалова В.М., к.т.н.,

Баскова Г.В., ст. викладач,

Камінський В.С., студент,

Стеблецький І.М., студент

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут” (Україна, м. Київ)

Анотація - розглядається проблема якісної та швидкої перевірки знань студентів.

Ключові слова – нарізь, контроль знань , комплект контрольних робіт

Постановка проблеми. У запропонованих комплектах контрольних робіт були відзначені недоліки: в одному випадку - відсутність контролю практичних навичок, в іншому випадку – зниження продуктивності практичних занять у цілому в зв'язку з великою витратою часу на виконання завдання.

Формулювання цілей. Пошук актуального комплексу контрольних робіт із виправленими недоліками запропонованих на даний момент комплектів контрольних робіт з теми “Нарізі”.

Основна частина. Контроль знань студентів у навчальному процесі здійснюється в різних формах. Одна з найбільш поширених форм контролю - це поточний, короткочасний контроль на практичних заняттях.

Розглянемо особливості такого контролю за курсом технічного креслення. Так, одним із найбільш поширених елементів деталі є нарізь. Для успішного навчання студентів необхідний сучасний контроль знань і практичних навичок виконання зображення і позначення нарізі на деталі.

Раніше перевірка знань у студентів з цієї теми здійснювалася по одному з двох запропонованих комплектів контрольних робіт. У процесі роботи з ними були відзначені недоліки: в одному випадку - це відсутність контролю первинних практичних навичок (контроль будується на тестах), в іншому випадку - є контроль практичних навичок, але загальна кількість питань вимагає більше часу на її виконання, а це знижує продуктивність практичних занять у цілому. Як показали результати проведення цих контрольних робіт в одній і тій же групі студентів, в першому випадку показники (оцінки), в середньому в 2 рази вище, ніж у другому випадку. Другий комплект контрольних вимагає більшого аналізу досліджуваної теми, практичних навичок і, як виявилось, більш низький результат дає більший ефект на засвоєння студентами матеріалу теми, у порівнянні з відмінними результатами в першому випадку, тому що виділяється конкретне питання теми, що вимагає досконального вивчення і полегшує

подальшу роботу над ескізом або кресленням деталі, яка має нарізъ.

На підставі зроблених висновків пропонується новий комплект контрольних робіт з теми "Нарізі"(рис.1)

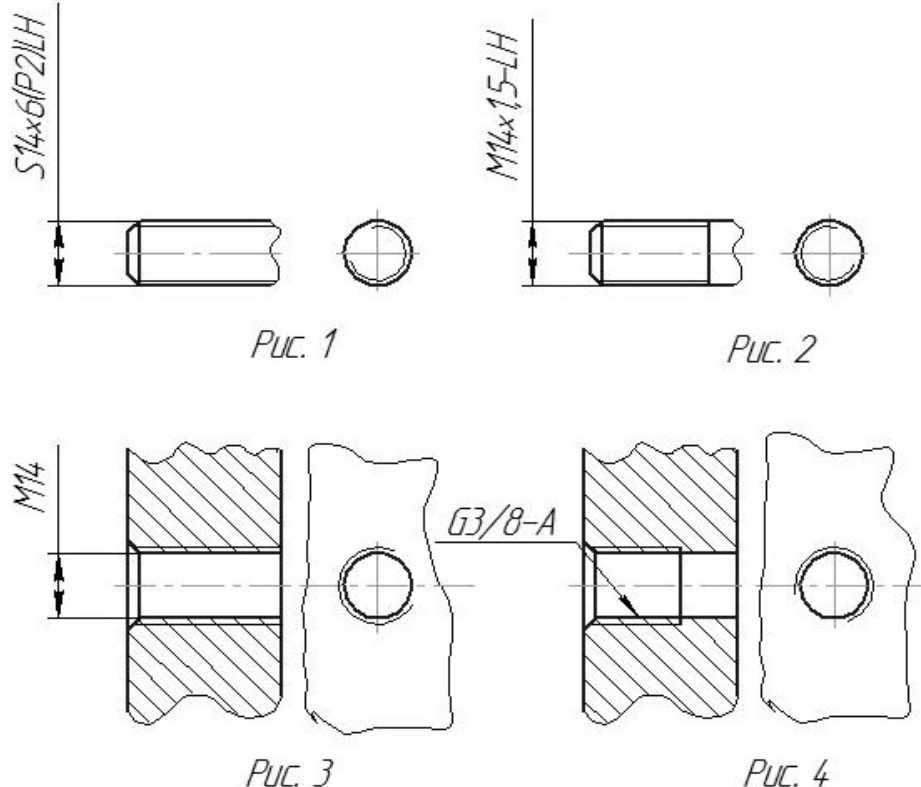
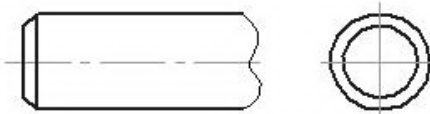
КР	Тема: "Нарізь"	В.12
№	Питання	Оцінюв.
1.	На якому з рисунків 1-4 правильно зображена та позначена нарізь?  Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3 Рис. 4	1
2.	На якому з рисунків 1-4 наведено позначення нарізі з трапецеїдальним профілем?	0,5
3.	На якому з рисунків 1-4 наведено позначення нарізі з великим кроком?	0,5
4.	На якому з рисунків 1-4 наведено позначення багатозахідної нарізі?	0,5
5.	Виконати зображення вала з наріззю. Позначити нарізь: трапецеїдальна, діаметр 24, крок 3, двозахідна, права  Рис. 5	2,5

Рис.1 Контрольна робота з теми «Нарізь»

Суть полягає в тому, що спочатку студент відповідає на ряд тестових питань теми і має набрати половину із загальної кількості балів, а потім виконує ескіз запропонованого елемента деталі і вирішує поставлене завдання по зображенню, позначенню нарізей, і набирає другу половину балів.

Тестові питання дозволяють спочатку повторити викладений матеріал теми, а потім застосувати його на практиці, загальна кількість тестових питань дозволяє повністю охопити зображення, класифікацію, структуру та позначення нарізей.

Контроль знань студентів за запропонованим алгоритмом здійснюється протягом невеликого проміжку часу, що не знижує загальну результативність практичного заняття, дозволяє підвищити об'єктивність оцінки самостійної підготовки студента, більш якісно засвоїти матеріал і забезпечити послідовний перехід до інших тем без особливих труднощів при вивченні курсу технічного креслення в цілому

Така форма поточного контролю успішності студентів є найбільш раціональною, результативною, перспективною й актуальною в даний період реформ освіти.

Висновки. Діючі комплекти контрольних робіт не є продуктивними, натомість запропонований вище варіант контрольної роботи є більш актуальним у зв'язку з виправленням недоліків попередніх комплектів .

Бібліографічний список

1.Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М.,Власюк Г.Г. Інженерна графіка.–К: Видавнича група ВНУ,2009.-399с.

2. Інженерна графіка. Методичні вказівки до виконання програмованого контролю з теми «Нарізь» [Електронне видання] / Укладачі.: Г.В.Баскова, Н.А.Парахіна -40с.

3.Бакалова В.М. Вплив графічної підготовки учнів на якість навчання студентів /Бакалова В.М.,Баскова Г.В.,Овсієнко Л.Г. Тези доповідей 1-ї конференції студентів,аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн та інноваційна діяльність 15-16 травня 2012р./К.:ПП"Омега-Л",2012.-Сю37-39.

4.Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка.–К: Видавнича група ВНУ, 2009.-399с.

5.Михайленко В.Є., Ванін.В В., Ковальов С.М., М 69 Інженерна графіка :Підручник/За ред. В.Є.Михайленка.–К.:Каравела,2008.-272с.

6.Ванін В.В. Інженерна графіка Підручник Частина 1 Основи нарисної геометрії/ Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк.Г.Г.

7.Віткуп Н.К. Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка». ІзволєнськаА.Є., Парахіна Н.А., Чорнощюкова Л.Д. //К:КПІ,1992-60с.

ДЕЯКИ ПИТАННЯ ДО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Бакалова В.М. к.т.н.,

Баскова Г.В. ст. викладач,

Яремчук О.М., к.м.з.,

Стеблецький І.М. студент,

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут” (Україна, м. Київ)

***Анотація** - розглядається метод підвищення контролю знань студентів як одного з найбільш ефективного чинника поліпшення загального рівня знань.*

***Ключові слова** - контроль знань, розрізи прості, читання зображень предмета, з'єднання виду з розрізом.*

Постановка проблеми. У період реформування середньої і вищої освіти і, як наслідок, зміни навчальних програм, скорочення обсягу досліджуваної дисципліни, поєднання ряду дисциплін в одну, наприклад, інженерна та комп'ютерна графіка, зміна статусу окремих шкільних предметів з обов'язкових на факультативні, виникла проблема збереження загального рівня освіти і його підвищення.

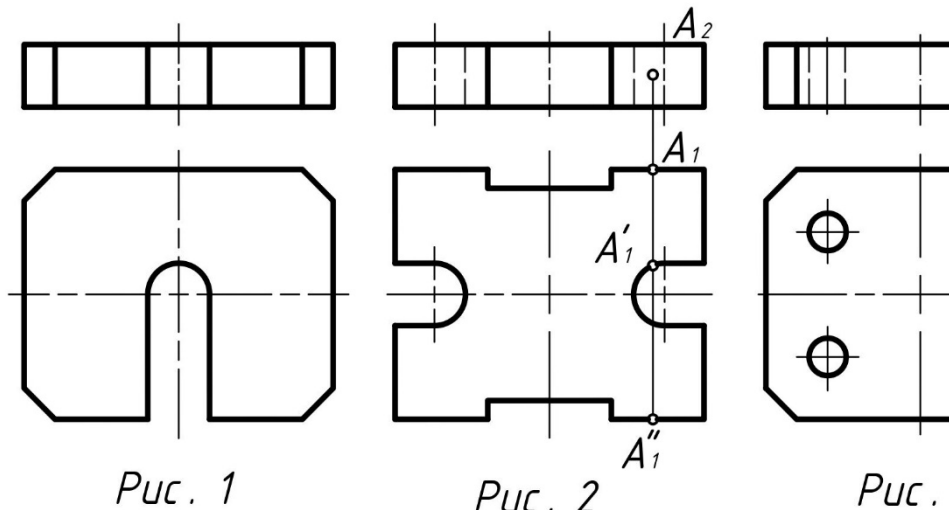
Аналіз останніх досліджень. На даний момент не запропоновано комплексу контрольних робіт, які відповідали б потребам сучасної програми з інженерної графіки та займали час, який не зменшує загальну продуктивність практичних занять.

Формулювання цілей. Пошук комплектів контрольних задач, які б задовольняли потреби сучасного контролю знань та займали б час, який дозволяв би повноцінно проводити практичні заняття.

Основна частина. Вирішення цієї проблеми вимагає коригування методичного забезпечення навчального процесу, зокрема, в процесі поточного контролю знань студентів. З метою підвищення ефективності контролю, як одного і найбільш дієвих чинників поліпшення успішності студентів і якості освіти в цілому, змінений як алгоритм побудови контрольних робіт, так і час їх проведення на практичному занятті.

На рис. 1 наведено приклад варіанту контрольної роботи за темою: "Розрізи прості". Для її вирішення необхідно знати, з якою метою застосовується спосіб розрізів, складові механізму реалізації способу, а саме: читання зображень предмета, завдання і характеристики січної площини, і практичне виконання: оформлення, позначення, доцільність з'єднання виду з розрізом. При цьому контроль проводиться за короткий проміжок часу без зниження загальної результативності практичного заняття.

1. На якому з рисунків 1-3 потрібно виконати простий розріз?



2. Як називається цей розріз в залежності від положення січної площини відносно горизонтальної площини проекції?

3. Яка з проекцій A_1 , A'_1 , A''_1 точки A на рис. 2 відповідає її положенню на поверхні деталі?

4. Чому дорівнює розмір "с" на рис. 4 (вказати межі)?

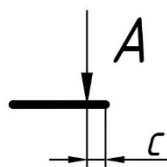


Рис. 4

5. Виконати ескіз та позначити розріз деталі (див. питання 1).

На рис.2 наведено зразок розв'язання контрольної роботи, приведеної вище

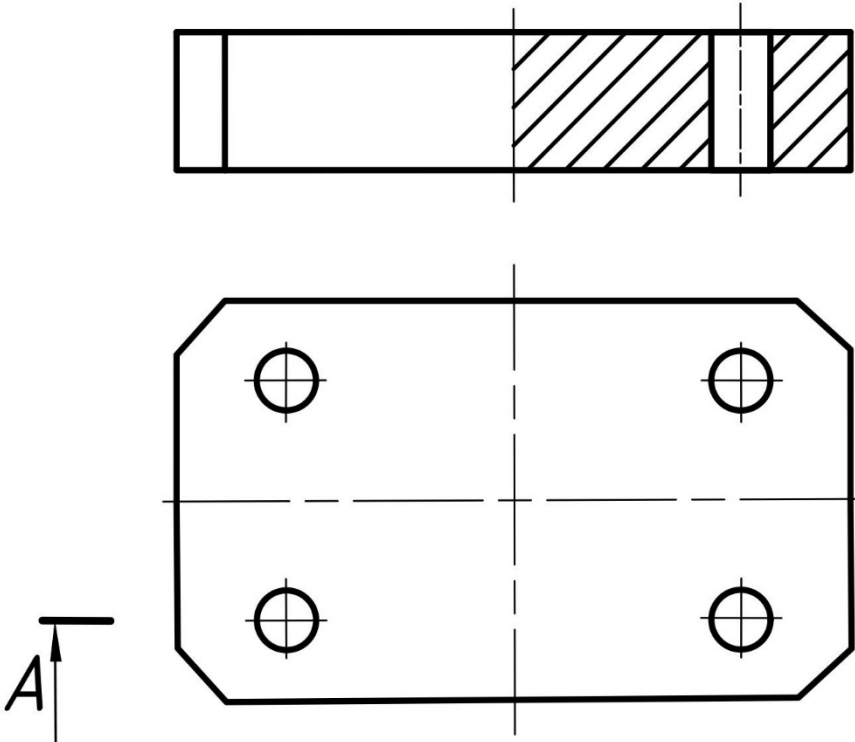
КР	Розрізи прості
Відповідь	
1. На рис. 3.	
2. Вертикальний, фронтальний.	
3. A''_1	
4. 2...3 мм.	
5.	
A – A 	

Рис.2 Приклад розв'язання контрольної роботи

Бачимо, що для розв'язання завдання студенту потрібно досить небагато часу, так як контрольна складається з 4 питань, на які студент має дати коротку відповідь та одного завдання, в якому потрібно виконати ескіз .

На відміну від попереднього варіанту, побудова контрольної роботи, складеної з тестових завдань, в цьому введена практична частина, яка дозволяє проконтролювати логічну послідовність мислення, а саме, динаміку переходу від одного зображення до іншого як за виглядом, так за змістом. Тобто контрольована правильність послідовності дій при виконанні розрізу і знання з його оформлення. Це дозволяє об'єктивно оцінити знання студента, зробити необхідні зміни в процесі навчання з тим, щоб підвищити його якість і прискорити перехід до наступної теми.

Основна перевага запропонованого алгоритму полягає в тому, що конкретно визначається ланка загальної мети процесу виконання завдання, яке стало на перешкоді його правильного рішення і відповідно додатково попрацювати над темою, щоб відновити логічну послідовність правильного рішення. Ця перевага і визначає велику ефективність запропонованого алгоритму побудови контрольної роботи.

Висновки. Такий метод контролю навичок дає об'єктивну оцінку знань студентів та покращує навички з теми «Розрізи прості» .

Бібліографічний список

- 1.Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка.–К: Видавнича група ВНУ,2009.-399с.
- 2.Бакалова В.М. вплив графічної підготовки учнів на якість навчання студентів /Бакалова В.М., Баскова Г.В., ОвсієнкоЛ.Г. Тези доповідей 1-ї конференції студентів,аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія,дизайн та інноваційна діяльність 15-16 травня 2012р./К.:ПП"Омега-Л",2012.-Сю37-39
- 3.Михайленко В.Є., Ванін.В В., Ковальов С.М., М 69 Інженерна графіка :Підручник/За ред. В.Є.Михайленка.–К.:Каравела,2008.-272с.
- 4.Ванін В.В. Інженерна графіка Підручник Частина 1 Основи нарисної геометрії/ Ванін В.В., Перевертун В.В., Накернична Т.М., Власюк.Г.Г.
- 5.Віткуп Н.К. Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів «Нарисна графіка» та «Інженерна графіка». Ізволеньська А.Є., Парахіна Н.А., Чорнощоківа Л.Д. //К:КПІ,1992-60с.
6. Н.К. Віткуп. Учбові завдання з нарисної геометрії і інженерної графіки . /Н.К.Віткуп, М.Д.Бевз, В.В.Ванін, С.М.Горбань, В.Й.Залевський// К., КПІ,2003, 64.
- 7.Інженерна графіка. Збірник задач і методичні рекомендації до вивчення дисципліни для студентів хіміко–технологічного факультету./Укладачі: А.Є.Ізволеньська, Д.К.Луданов, Г.С.Подима, К.:НТУУ"КПІ",2012.–97с.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕКЛУБНЕПЛОДІВ

Бахмач О. С., студент,
Парахіна Н. А., ст. викладач,
Макаренко М. Г., к.т.н., (НАУ)
Юрчук В. П., д.т.н.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

***Анотація** – в статті розглядається питання вдосконалення основних робочих елементів копача таких як: ножі та сепараційні елементи. Та пропонується розробка нової їх конструкції.*

***Ключові слова** – копач, сепараційні елементи, ступінь кришіння, ротори, коренеплоди, вижимна вилка, сепараційна здатність, носки, сферичний пояс.*

Постановка проблеми. Поширені існуючі копачі в сільському господарстві мають обмежену сепараційну здатність, а також містять примітивні напрямні елементи для поліпшення збору коренеплодів [1]. Це призводить до збільшення витрат на їх експлуатацію при використанні в господарстві.

Аналіз останніх досліджень. Відома велика кількість пристроїв, що виконують роботу, по виїманню коренеплодів. Зокрема вони містять вижимну вилку, виконану у вигляді конусоподібних наконечників, що зустрічно обертаються та встановлені під кутом до поздовжньо-вертикальної площини симетрії робочого органу. Така конструкція допомагає легше заходити та просуватися у ґрунті, проте такі пристрої мають свої недоліки [2].

Недоліком таких робочих органів є низька ступінь кришіння вирізаного ним пласта ґрунту та недостатня сепараційна здатність всього пристрою.

Недоліком даного пристрою є те, що він недостатньо концентрує дію пристрою на вирізаний пласт ґрунту та недостатньо кришить ґрунт під час роботи.

Формування цілей. Підвищення сепараційної здатності існуючих пристроїв для викопування коренеплодів, збільшення часу їх експлуатації, зменшення собівартості та часу на виготовлення,

Основна частина. Поставлена задача вирішується тим, що на кореневикопувальний пристрій встановлюється спеціальна рама, на якій закріплений вилковий копач (1) у вигляді двох роторів (2), на носках (6) яких за допомогою шарнірів (4) закріплюються розпушувальні ножі (5).

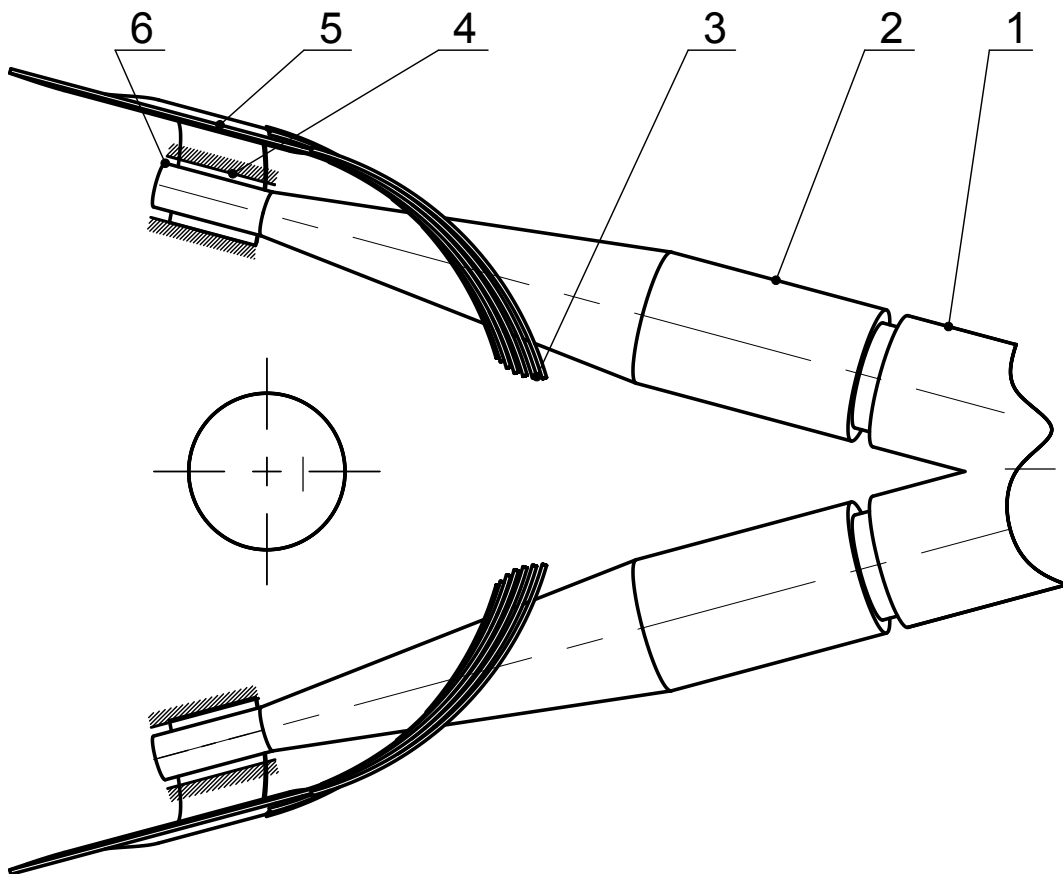


Рис. 1 Загальний вигляд пристрою зверху

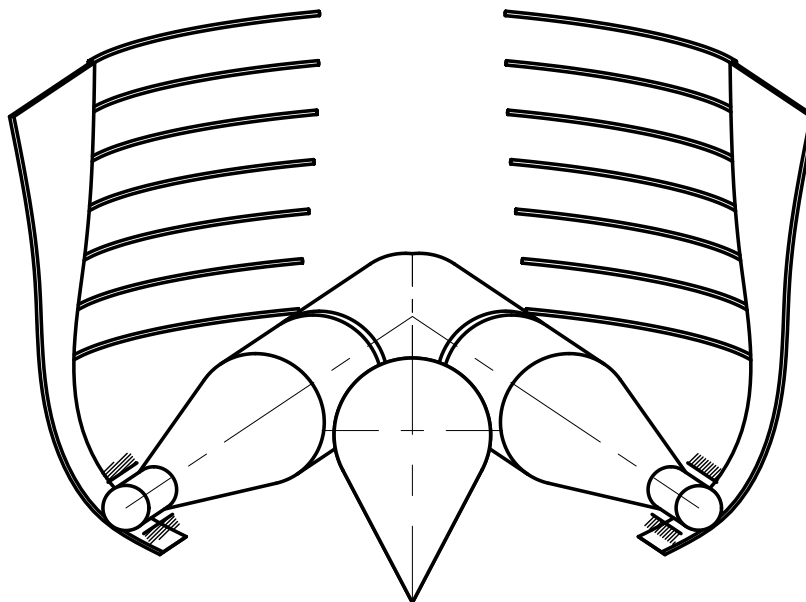


Рис. 2 Загальний вигляд пристрою спереду

Самі ножі (5) виконуються у формі сферичного поясу. Така їх будова забезпечує концентрацію зусиль у центрі. Під час руху копача, його частина, що занурена в ґрунт зустрічає опір. Позначимо силу опору $F_{оп}$. За законом дії та протидії сам ґрунт підлягає дії зустрічної сили (сили реакції F_p) з боку самих ножів (5).

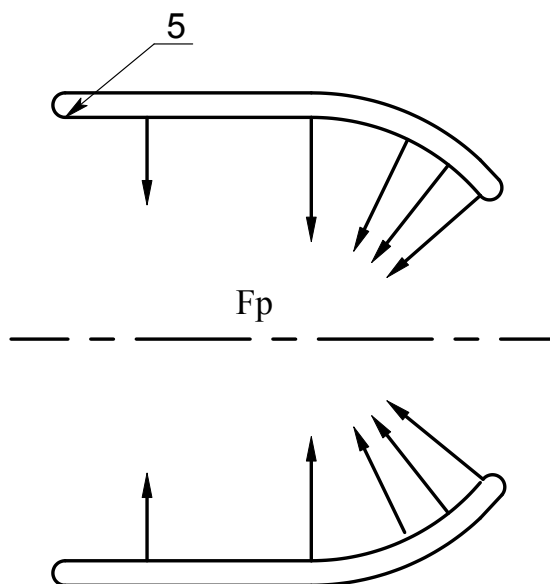


Рис. 3 Схема дії пристрою на ґрунт

Якщо ножі (5) виконані у формі, що повністю знаходиться в одній площині, або їх кривина замала, то зусилля напрямлені в протилежну сторону руху копача (1). Така силова характеристика шкідливо впливає на коренеплоди, руйнуючи їх та надаючи довільної траєкторії при потраплянні до самого кореневикопуючого пристрою.

Якщо виконати ножі (5) у формі сферичного поясу сили реакції ножів на зустрічний рух ґрунту, то вони будуть направлені до центру, що буде змушувати коренеплоди збиратися саме біля частини пристрою, що відповідає за їх виймання, а не розходитися в різні боки. Ширину ножів (5) доцільно зробити ширшою згори, бо це забезпечує їх стабільну роботу. Також поперечний хід самих ножів (5), є небажаним, оскільки змушує пристрій відчувати більший на собі опір. Це веде до швидшого зношування пристрою.

Виконуючи статичний силовий аналіз ножів можна зробити висновок, що їх шарнірне закріплення є найбільш вдалим, оскільки за такого кріплення напруження у ножах (5) копача є рівномірно розподіленим.

Використовуючи систему тривимірного моделювання, було накладено два крутні моменти, розташовані вгорі, та розподілене навантаження, що найбільш вдало моделює розподіл напружень при просуванні копача [1] у ґрунті.

Момент було прикладено рівним:

$$M_{кр} = 100 \text{ Нм},$$

а тиск: $P_{оп} = 10 \text{ МПа}$.

З проведеного аналізу також видно, що найбільші напруження виникають у місці закріплення робочих поверхонь самих ножів (5), але ці напруження можуть бути скомпенсовані правильним підбором матеріалу виготовлення кріплення [3].

Тип: Напряжение по Мизесу

Единица: МПа

15.04.2016, 17:08:04

849,4 Макс

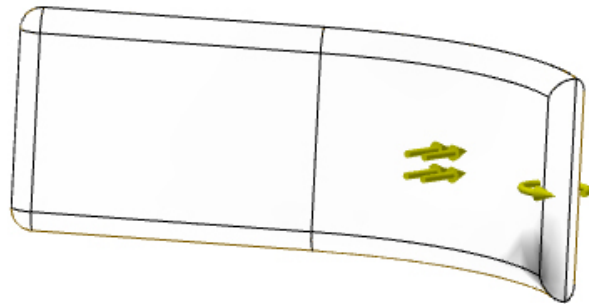
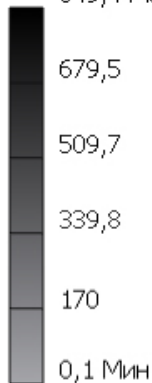


Рис. 4 Схема розподілення напружень під дією крутного моменту

На задній частині ножів (5), що також мають сферичну форму, встановлюються сепараційні елементи (3). Дана частина пристрою являє собою сітку із металевих прутків, круглого перерізу. Вони виконують функцію сепараторів. Відділяючи самі плоди від бруду, що попадає на коренеплоди перед потраплянням до конвеєра.

Робота даного пристрою полягає у наступному. Початку копач (1) занурюється у ґрунт, потім машина, на якій він встановлений, починає рух. Слід зауважити, що копач (1) повинен бути встановлений в напрямку руху машини. Після того, як починається рух, шар ґрунту разом з коренеплодами потрапляє у центр дії сил сферичного поясу, тим самим звужуючись та відділяючись ножами (5). Після цього ґрунт проходить через сепараційні елементи (3), а коренеплоди, по ним, як по напрямним, вже поступають до пристрою, що потім доставить їх на конвеєр. Самі сепараційні елементи (3) виконуються такими, що спочатку вони розташовані у площині, паралельній до головної площини руху копача. Ця площина розташована вертикально і проходить через центр мас копача та головної лінії їх симетрії. Далі сепараційні елементи мають форму сферичного поясу.

Висновок. Розроблена форма ножів дозволяє концентрувати сили у напрямку рядка коренеплодів та скупчувати їх. Геометрична конструкція сепараційних елементів дозволяє направляти коренеплоди саме на конвеєр. Така конструкція зменшить витрати на видобуток коренеплодів, за рахунок їх меншого втрачання, протягом збирання.

Бібліографічний список

1. Авторське свідоцтво СРСР №491343 по М. Кл. А01D25.04.1974.
2. Авторське свідоцтво СРСР №1445604 А01D 23.12.1988.
3. Autodesk Inventor - Система тривимірного твердотілого і поверхневого параметричного проектування (САПР) компанії Autodesk.

ДО ПИТАННЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНОЇ ОГРАНКИ КРИСТАЛІВ

Білик Н.Т., асистент

Баранецька О. Р., к. т. н., доцент

Шевчук А.О., ст. викладач

Львівський Національний університет ім. Івана Франка,

(Україна, м. Львів)

Національний університет «Львівська політехніка»,

(Україна, м. Львів)

Анотація – розглядається питання геометричного моделювання кристалів, які в процесі росту набувають природну форму багатогранників з плоскими гранями.

Ключові слова – кристалічний індивід, огранка кристалів, плоскогранність, геометрична кристалографія.

Постановка проблеми. Дослідження морфології (геометричної форми) та умови формування мінеральних індивідів.

Аналіз останніх досліджень. Кристалічній речовині притаманна важлива макроскопічна властивість – кристали в процесі росту при рівноважних умовах набувають природну форму багатогранників з плоскими гранями. Схожі правильно огранені поверхні виникають і в процесах, обернених росту, - при розчиненні або випаровуванні кристалів.

Розглядаючи цю макроскопічну властивість, ми переходимо від кристалічної речовини як неперервного середовища до кристалічного індивіду – кінцевого тіла, що побудоване з такої речовини. Тут важливу роль відіграє взаємодія поверхні кристалу із зовнішнім середовищем, з якого він утворився або в яке був перенесений.

Формулювання цілей (постановка завдання). На кристалах, що виростили в певних природних умовах або синтетичних кристалах спостерігаються добре розвинуті плоскі грані та ребра між ними.

Огранка кристалів характеризується насамперед наявністю плоских граней. Для багатьох кристалів плоскогранність витримується досить строго. В той же час, наявні різноманітні типи порушень плоскогранності реальних кристалічних форм, пов'язані з дефектами будови та умовами утворення кристалів.

Потрібно відмітити, що на кристалічних багатогранниках спостерігається відносно невелика кількість граней. Кристали певної речовини можуть мати різний обрис, але як правило, на них можна виділити грані, які зустрічаються часто, і грані, що зустрічаються рідко.

Основна частина. Потрібно відмітити, що огранка кристалічного індивіду відбувається в межах виконання принципів однорідності,

анізотропії і симетрії, але ні в якому разі не їх наслідком. Як і ці принципи, огранка є проявом правильної внутрішньої атомної будови кристалічної речовини.

Перший закон огранки кристалів – закон постійності кутів. А саме: кути між відповідними гранями кристалів даної речовини постійні та характерні для цих кристалів. Вперше був сформульований датським вченим Н. Стеноном в 1669 році, підтверджений для кристалів всіх речовин французьким вченим Ж.Б. Роме де Лілем у 1783 році.

Другий основний закон огранки кристалів був відкритий у 1784 році французьким кристалографом Р.Ж. Гаюї – закон раціональних параметрів. В якості трьох координаційних осей кристалу можна вибрати за певними правилами деякі його ребра. Як показали вимірювання, взаємні нахили граней такі, що відрізки, які відсікають грані на осях кристалу, співвідносяться як цілі числа, тобто ці відрізки можуть бути виражені як кратні деяких осьових одиниць. Але наявність осьових одиниць в трьох напрямках безпосередньо наводить на висновок про тривимірну мікроперіодичність будови кристалів, наявності у них кристалічної ґратки, що визначає огранку та інші макроскопічні властивості кристалів.

Наявність невеликої кількості граней та майже постійна присутність деяких з них на кристалах стали основою для встановлення першого основного закону геометричної кристалографії – закону постійності кутів. Якщо взяти кілька кристалів даної речовини, то можна розмістити їх в просторі так, що деякі грані будуть паралельними (рис.1). Такі грані називаються відповідними. Закон постійності кутів (закон Стенона): кути між відповідними гранями є постійними.

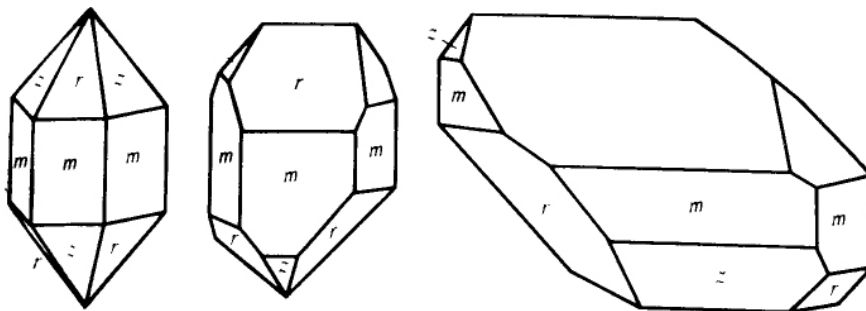


Рис. 1. Три кристали кварцу з різним розвитком відповідних граней. [3]

Постійність кутів зберігається при даних термодинамічних умовах і при відсутності зовнішніх впливів. Вона витримується на багатьох кристалах з високою долею точності. Відхилення від стехіометрії, наявність домішок і т.д., а також зовнішні впливи зумовлюють незначні зміни кутів.

Другий основний закон геометричної кристалографії – закон раціональних параметрів Гаюї. Ним було встановлено, що розміщення всіх граней, що спостерігаються сукупності кристалів даної речовини можна охарактеризувати деякими цілими числами, що знаходяться між собою в раціональних співвідношеннях.

Закон раціональних параметрів: якщо вибрати напрям трьох не компланарних ребер кристалу в якості його координатних осей, то відрізки p_1, p_2, p_3 і p_1', p_2', p_3' , що відсікаються на них будь якою парою граней називаються параметрами, співвідносяться як цілі числа (рис. 2):

$$\frac{p_1'}{p_1} : \frac{p_2'}{p_2} : \frac{p_3'}{p_3} = h_1 : h_2 : h_3 = h : k : l$$

Параметри однієї із граней, яка січе всі осі, можуть бути одиницями вимірювання вздовж кожної осі і названі одиничними параметрами a, b, c , а така грань – одиничною. Тоді нахил інших граней кристалів може бути виражений як p_1a, p_2b, p_3c , де індекси p_1, p_2, p_3 , запропоновані Вейссом в 1818 році, - цілі додатні або від'ємні числа. Абсолютне значення одиничних параметрів за розглядом зовнішньої форми визначити неможливо, але визначаються їх відношення та кратність параметрів для будь-якої грані. Якщо грань паралельна одній або двом осям, то відповідні індекси Вейсса перетворюються в безконечність.

З закону раціональних параметрів (рис. 2) однозначно впливає існування решітки з періодами (одиничними параметрами) a, b, c .

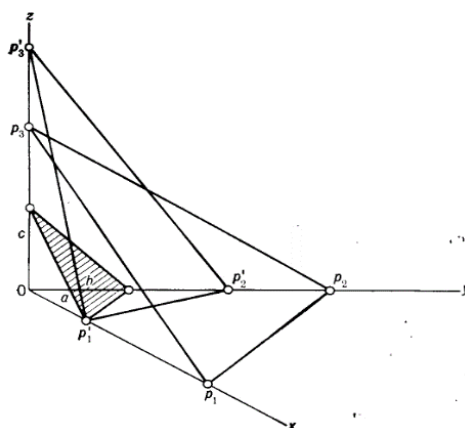


Рис. 2. До закону цілих чисел. [3]

Висновки. Багатогранник, що утворює «одяг» кристалу, називається формою. Монокристали – випуклі багатогранники. В таких багатогранниках внутрішня частина це кристалічний простір, а зовнішня – середовище. Для будь-якого багатогранника, в тому числі і кристалічного, існує залежність між кількістю граней – z , ребер – p і вершин – v :

$$z = p - v + 2.$$

В кристалографії однакові елементи огранки кристалу при симетричних перетвореннях накладаються. Багатогранники, у яких всі грані кристалографічно рівні між собою, називаються простою формою. В ідеальних умовах швидкості росту граней однієї простої форми однакові. Проста форма – геометричний образ, який дає можливість описати

кристалографічний багатогранник і являє собою сукупність граней, пов'язаних між собою елементами симетрії. Мінімум граней на кристалі, які утворюють замкнений багатогранник, визначає габітус кристалів (від лат. *habitus* – зовнішній вигляд, зовнішність). Габітус мінералу – сукупність його граней і ребер у їх відносному розвитку, або інакше – це зовнішній вигляд мінералу, що визначається панівною, домінуючою простою формою. Прості форми можуть бути закритими і відкритими; перші повністю обмежують кристалічний простір (куб), другі – частково, з однієї або кількох сторін (моноedr, діedr, призми). Певним сингоніям відповідають кристали відповідних габітусів.

Бібліографічний список

1. Бакуменко І.Т. Матеріали до курсу «Кристалографія». – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2000. – 78 с.
2. Вайнштейн Б.К. Современная кристаллография (в четырех томах). Том 1. Симметрия кристаллов. Методы структурной кристаллографии. М., «Наука», 1979. 384 с.
3. Гликин А.Э., Петров Т.С. Экспериментальное изучение форм роста кристаллов флюорита в гидротермальных условиях. – Минерал. сб. Львов. ун-та, 1966, № 20, в.3, с. 443
4. Мокиевский В.А. Морфология кристаллов. Методическое руководство. Л., Недра, 1983. 296 с.
5. Goldschmidt V. Atlas der Kristallformen. Heidelberg. 1913. B. 1, 248 s.; B. 2, Tafeln 251; 1916, B. 3, Tafeln 247; 1923, B. 9, Tafeln 128.
6. Kalb G. Kristalltracht der Kalkspates in mineragenetischer Betrachtung. – Zbl.Mineral. Abt.A., 1928, № 9, S. 337-339.
7. Yoshikazu A. Morphology of crystal growth from highly super-saturated solution. – Met. Fac.Sci. Kynshu Univ., Ser.Geol., 1979, v. 24, N 2, p. 75-108.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ З ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Білицька Н.В., к.т.н.,

Гетьман О.Г., к.т.н.,

Мартиненко Г.С., асистент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання підвищення рівня інженерної підготовки та стимулювання студентів при вивченні курсу «Інженерної графіки».*

***Ключові слова** – інженерна графіка, олімпіада, одинарне проникання, подвійне проникання, заміна площин проекцій.*

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток інформаційних технологій призводить до постійного зниження інтересу студентів до традиційних методів обміну технічною інформацією.

Аналіз останніх результатів. У зв'язку зі невпинним падінням інтересу студентів до традиційних форм навчання при вивченні курсу інженерної графіки у них виникають неабиякі труднощі. Це пов'язано також із недостатнім рівнем викладання геометрії та креслення у середній школі.

Постановка завдання. Задача викладача знайти шляхи зацікавлення студентів дисципліною, що викладається згідно з навчальними планами підготовки спеціалістів. Безперечно без вміння виконувати та читати кресленики формування інженера неможливо. Тому виникає необхідність стимулювати студентів при вивченні курсів інженерної графіки, нарисної геометрії та креслення.

Основна частина. Для підвищення інтересу до графічних дисциплін в НТУУ «КПІ» щорічно проводяться олімпіади з цих дисциплін.

Оскільки в навчальних планах години, відведені на вивчення дисципліни «Інженерна графіка» невпинно зменшуються, переважна частина студентів вивчають основні положення курсів у скороченому вигляді. Так, мінімальний курс інженерної графіки складається з 18 годин лекцій та 18 годин практичних занять. Стільки ж годин інколи відводиться для вивчення технічного креслення та комп'ютерної графіки. У зв'язку з цим на олімпіаду з інженерної графіки виносяться задачі, з якими студенти стикаються навіть у самому скороченому курсі. Це базові теми: метод перетворення за допомогою заміни площини проекцій та перерізи поверхонь площинами.

Оскільки програми підготовки студентів розрізняються за навчальними годинами олімпіадні завдання теж відрізняються за рівнем складності.

Так, на олімпіаді у 2015 році була запропонована така задача на застосування метода заміни площин проекцій (рис.1):

Побудувати правильну трикутну піраміду SAB , якщо її висота SO розташована на l та дорівнює 60 мм.

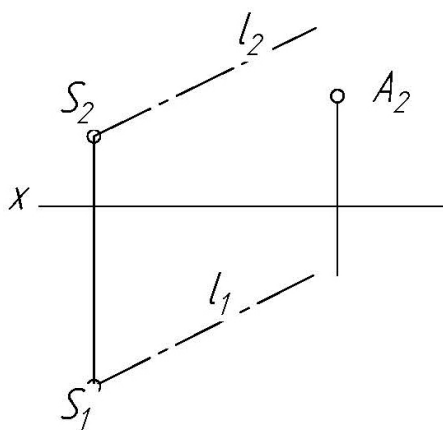


Рис.1. Перше завдання для обох рівнів складності.

Запис умови задачі надано у текстовому вигляді, який доповнено комплексним креслеником, що дозволяє студенту вибрати раціональне розміщення умови, щоб розв'язок завдання зручно розташовувався на аркуші паперу.

Задача не вимагає наявності неабияких здібностей у студента, але для отримання результату необхідно мати вміння вільно оперувати знаннями, отриманими при вивченні цього розділу.

Друга та основна задача – побудова перерізів поверхонь площинами. В залежності від специфіки робочих програм дисципліни на олімпіаду виносяться задачі двох рівнів складності: «одинарне проникання» (рис.2, 3) та «подвійне проникання» (рис.4, 5).

У першому випадку наведено складне геометричне тіло, що перетинається гранним вирізом. Геометричне тіло складається з правильної зрізаної шестикутної піраміди і конуса обертання. Виріз утворений шістьма площинами окремого положення, з них одна вертикальна, решта – фронтально-проекціюючі. Студенти повинні вміти користуватися перевагами окремого розташування геометричних об'єктів і будувати лінію перерізу таких геометричних образів.

*Побудувати три проекції геометричного тіла.
Невидимі частини лінії перетину накреслити
штриховими лініями.*

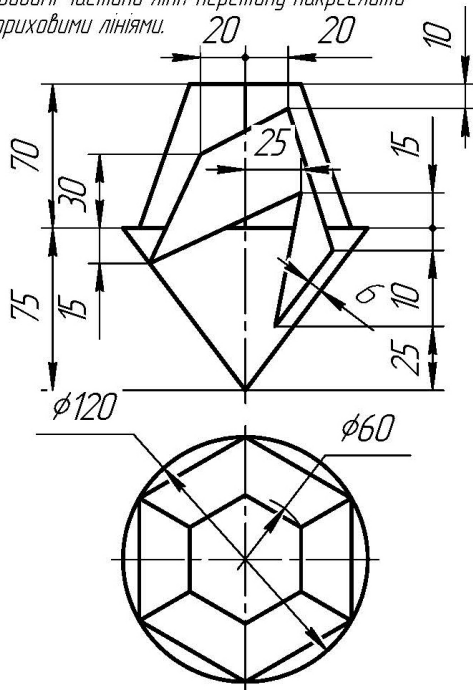


Рис.2. Одинарне проникання для першого рівня складності.

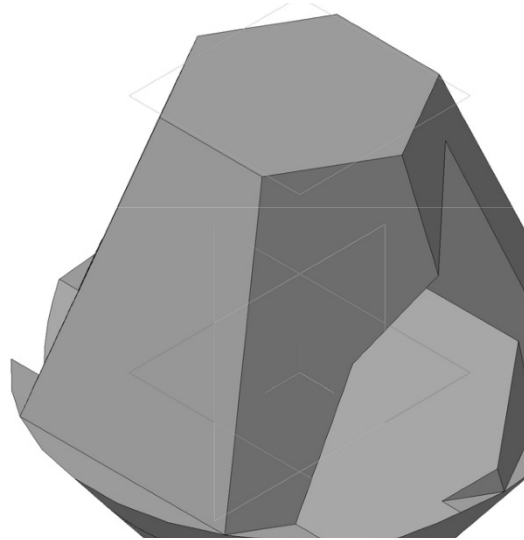


Рис.3. Просторова модель геометричного тіла.

Для другого рівня складності надається геометричне тіло з отвором. Із зовнішньої сторони тіло обмежено також правильною зрізаною шестикутною пірамідою, а отвір – це конічна поверхня. Виріз утворений шістьма площинами окремого положення, всі площини займають фронтально-проекціююче положення. Начебто ця задача менш складна, ніж перша. Але при її розв'язанні у студентів виникає більше проблем, тому що побудова внутрішньої та зовнішньої задач ведеться на спільному полі і вимагає більшої ясності мислення та концентрації уваги.

Для підготовки студентів до участі в олімпіаді працюють гуртки, які збирають досить широку аудиторію. Студенти вивчають деякі питання курсу, що не входять у загальну програму дисципліни, та удосконалюють свої вміння розроблювати алгоритми рішення складних задач курсу та навички до їх втілення на комплексному кресленіку.

Олімпіада з інженерної графіки має популярність у студентів, збираючи щорічно біля двохсот учасників (табл.1). Співвідношення між кількістю учасників першого та другого рівнів хоч й не монотонно, але зростає. Що відповідає перерозподілу навчальних часів за дисциплінами «Інженерна графіка» та «Комп'ютерна графіка».

Побудувати три проєкції геометричного тіла.
Невидимі частини лінії перетину накреслити
штриховими лініями.

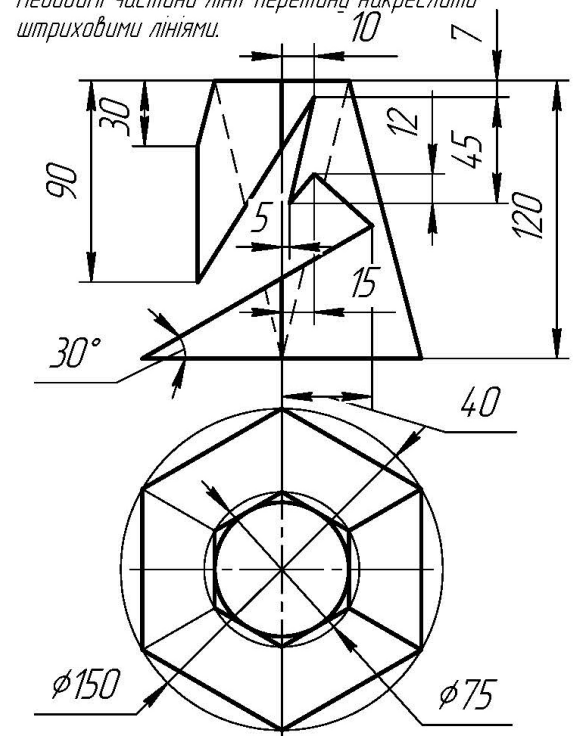


Рис.4. Подвійне проникання
для другого рівня складності.

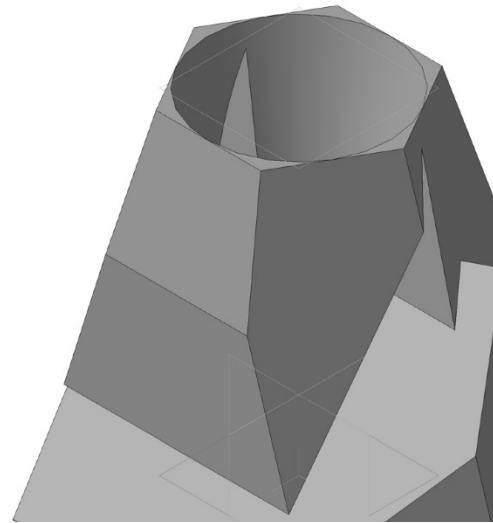


Рис.5. Просторова модель
геометричного тіла.

Таблиця 1.

Рік	Кількість учасників	1 рівень	2 рівень	1 рів./кільк.уч.
2010	228	106	122	46.5%
2011	172	71	101	41.3%
2012	224	97	127	43.3%
2013	185	109	76	58.92%
2014	157	118	39	75.16%
2015	161	81	80	50.03%

Студенти-переможці нагороджуються грамотами та грошовими преміями, а ті, хто отримали гарні результати на рівні факультету, але не досягли рівня призерів, заохочуються викладачами бонусними балами.

Висновки. Така система заохочення досить ефективно сприяє підвищенню інтересу студентів до вивчення дисципліни і є суттєвим важелем для поліпшення загального рівня інженерної підготовки.

ДО ПИТАННЯ ПРОВЕДЕННЯ СТУДЕНТСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Білицька Н.В., к.т.н.,

Коваль Г.М., к.т.н.,

Корнієнко І.О., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація: розглядається питання підвищення рівня зацікавленості та заохочення студентів при вивченні курсу нарисної геометрії.

Ключові слова – нарисна геометрія, олімпіада, геометричне моделювання, геометричні місця прямих, заміна площин проекцій.

Постановка проблеми. В умовах бурхливого розвитку сучасних інформаційних технологій знижується інтерес студентів до геометричних методів розв'язку просторових позиційних та метричних задач.

Аналіз останніх результатів. В останні роки у студентів при вивченні курсу нарисної геометрії виникають труднощі у зв'язку з тим, що вони не мають звички мислити геометричними образами, робити логічні ланцюжки просторових побудов. Це пов'язано також із недостатнім рівнем викладання геометрії та креслення у середній школі.

Постановка завдання. Для формування моделі сучасного інженера необхідно вміти логічне мислити просторовими геометричними образами, виконувати та читати кресленики. Тому виникає потреба стимулювати студентів при оволодінні основами курсів нарисної геометрії та креслення.

Основна частина. Щоб підвищити інтерес до нарисної геометрії, в НТУУ «КПІ» щорічно проводяться студентські олімпіади.

Оскільки в навчальних планах години, відведені на вивчення дисципліни «Нарисна геометрія», невпинно зменшуються, на аудиторних заняттях розв'язуються тільки типові задачі з кожної теми курсу. Додаткові завдання винесені на самостійну роботу студентів у вигляді епюрних завдань. Більш складні завдання з нарисної геометрії переносяться на заняття тематичних гуртків. Ці гуртки допомагають розвивати логічне мислення і просторову уяву студентів та готують їх до участі у олімпіаді.

На олімпіаді виносяться задачі, для розв'язку яких застосовуються базові теми курсу: метод геометричних місць, метод перетворення за допомогою заміни площин проекцій та побудова точок (прямих) перетину поверхонь прямими (площинами).

Запропоновані задачі не вимагають наявності неабияких здібностей у студента, але для отримання результату необхідно вільно оперувати знаннями, набутими при вивченні курсу нарисної геометрії.

На олімпіаді з нарисної геометрії у 2015 році були запропоновані такі задачі:

Задача 1. Через точку A провести пряму l , що рівно нахилена до прямих a та b та віддалена від точки B на 30 мм (рис.1).

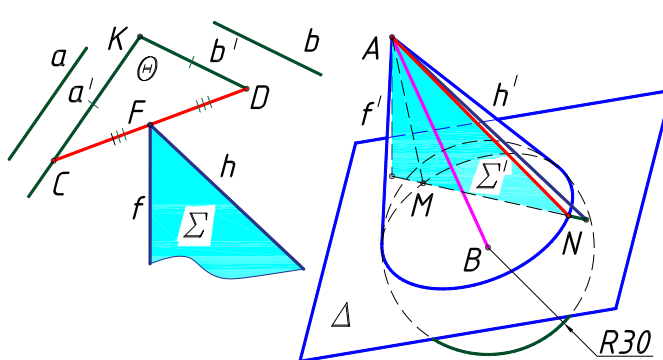
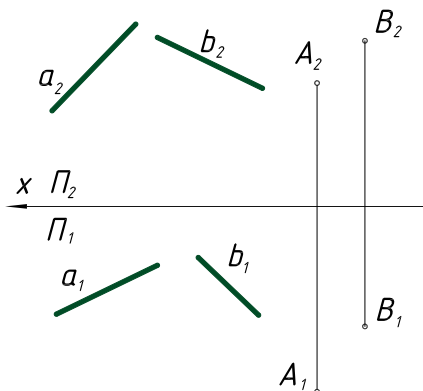


Рис.2. Просторова модель.

- гмп, які проходять через точку A та рівно нахилені до двох заданих прямих (це два пучка прямих з центром в точці A , які розташовані у двох взаємно перпендикулярних бісекторних площинах плоского кута, утвореного двома прямими, які відповідно паралельні двом заданим мимобіжним прямим a і b та проведені через точку A);

Шукані прямі розташовані у перетині цих двох гмп (рис.2, рис.3).

Задача не має рішення при $IABI \leq 30$ або якщо жодна з бісекторних площин не перетинає конус (це можливо, якщо кут при вершині конуса менше ніж 90°).

1. Через довільну точку K провести площину паралелізму θ двох заданих мимобіжних прямих a та b :

2. Побудувати бісекторну площину Σ кута між прямими a^I та e^I :

- ### 2.3. $F \in CD, CF=FD$.

$$2.4. F \in \Sigma(h \cap f) \perp CD.$$

3. Побудувати сферу з центром в точці B , радіус якої дорівнює 30 мм:

$$3.1. \Phi(B, T) [BT=30 \text{ л } T \sqcap B], \text{ де } \sqcap - \text{познака обертання.}$$

4. Побудувати конус обертання з вершиною в точці A , віссю – прямою AB , твірні якого дотичні до побудованої сфери Φ :

$$4.1. A \cup B = AB.$$

$$4.2. \Phi^I(AB, t) [t \ni A \text{ л } t \sqcap AB \text{ л } t \text{ дотична до } \Phi].$$

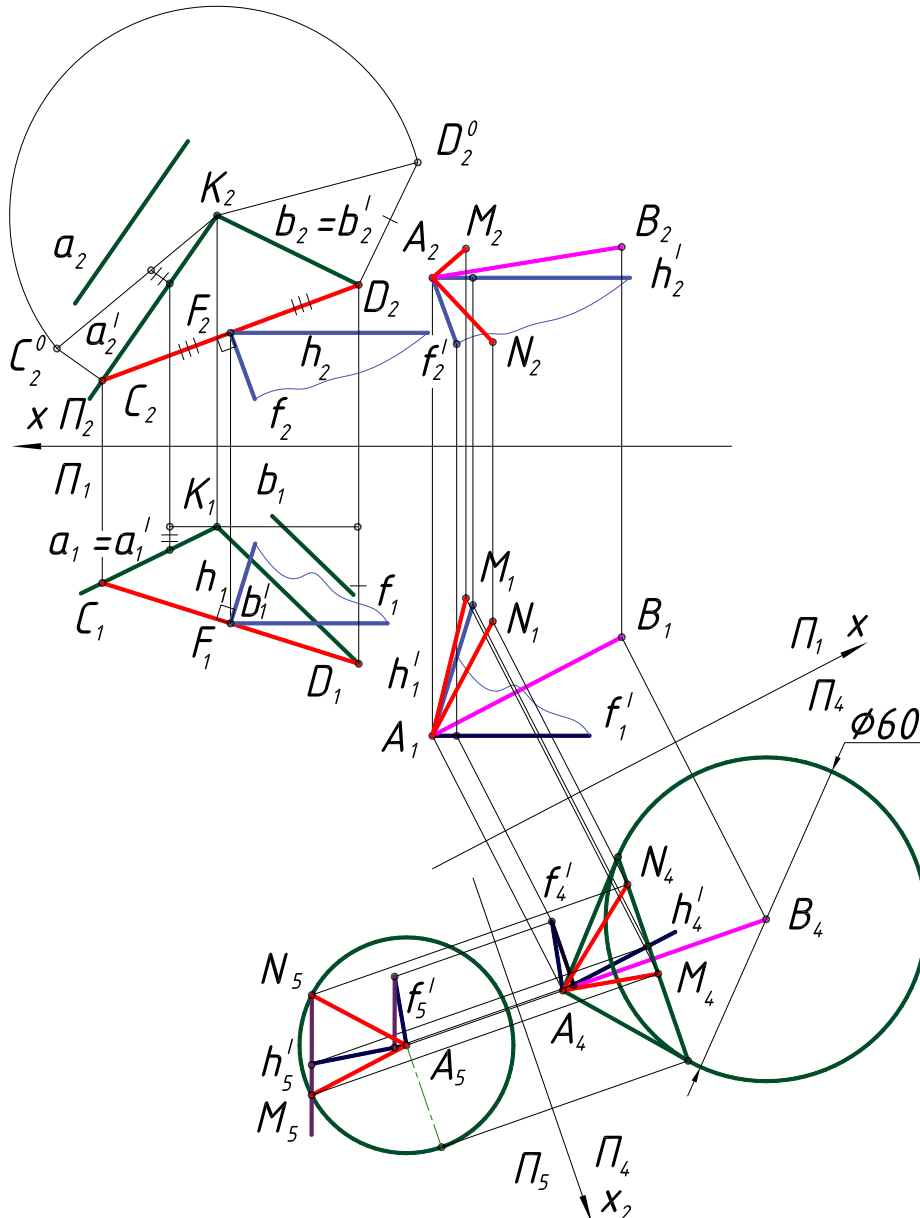


Рис.3. Розв'язок задачі 1 на комплексному малюнку.

5. Через вершину конуса Φ^I провести площину Σ^I , паралельну до бісекторної площини Σ , і знайти твірні, по яким ця площина перетинає конус:

$$5.1. A \in \Sigma^I(h^I \cap f^I) \parallel \Sigma, f^I \parallel f, h^I \parallel h.$$

$$5.2. AM, AN = \Sigma^I \cap \Phi^I.$$

Типовою помилкою при розв'язку цієї задачі була спроба побудови

гмп, рівно нахилених до двох мимобіжних прямих, без застосування площини паралелізму мимобіжних прямих.

Задача 2. Побудувати прямокутний трикутник $\triangle ABC$ з прямим кутом при вершині C , якщо катет BC належить площинам $\Sigma(a//b)$ та $\Omega(h\cap f)$, вершина A розташована на прямій l і віддалена на 45 мм від осі Oy та $AB=2BC$ (рис.4).

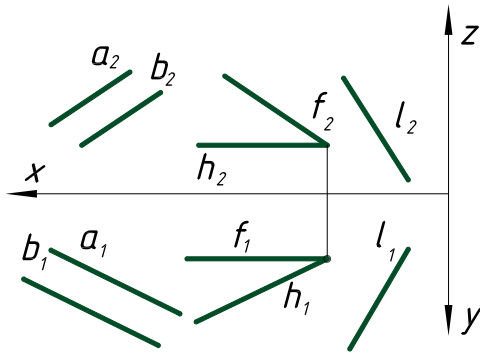


Рис.4. Умова задачі.

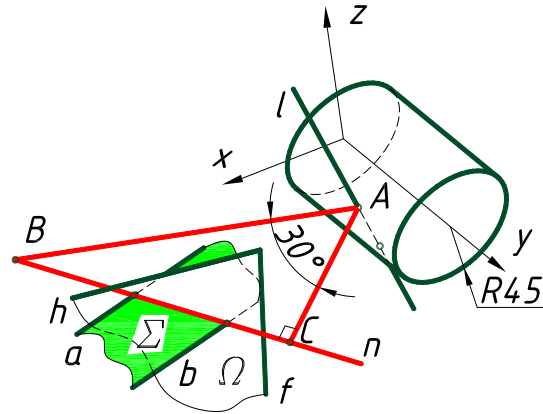


Рис.5. Просторова модель

Для розв'язку задачі необхідно застосувати геометричне місце точок (гмп), віддалених від прямої Oy на задану відстань (це поверхня циліндра, вісь якого – вісь Oy , а радіус дорівнює заданій відстані).

Після визначення лінії перетину n заданих площин Σ та Ω (яка містить катет BC) і визначення вершини A як точки перетину прямої l з описаним гмп для побудови шуканого трикутника зручно застосувати спосіб заміни площин проєкцій (рис.5, рис.6).

Задача може мати 2 чи 4 рішення, або не мати жодного в залежності від взаємного розташування прямої l та циліндра.

Алгоритм розв'язку задачі:

1. Побудувати лінію n перетину заданих площин $\Sigma(a \cap b)$ та $\Omega(h \cap f)$:

$$1.1. n = \Sigma(a \cap b) \cap \Omega(h \cap f).$$

2. Знайти точку A , яка належить прямій l та віддалена від осі Oy на 45 мм, як перетин прямої l з поверхнею циліндра обертання, вісь якого – вісь Oy , а радіус дорівнює 30 мм:

$$2.1. \Phi(m, Oy) [m \parallel Oy \wedge Im-OyI=45 \wedge m \perp Oy], m - \text{пряма}.$$

$$2.2. A = l \cap \Phi.$$

3. Знайти натуральну величину утвореної таким чином площини $\Theta(A, n)$ і побудувати шуканий $\triangle ABC$, що належить цій площині:

$$3.1. AC \perp n, C \in n.$$

$$3.2. \sphericalangle CAB = 30^\circ, BC \subset n.$$

Типовою помилкою при розв'язку цієї задачі була побудова точки A (пункт 2 алгоритму) як точки перетину прямої l з гмп, віддалених від площини Π_3 на задану відстань.

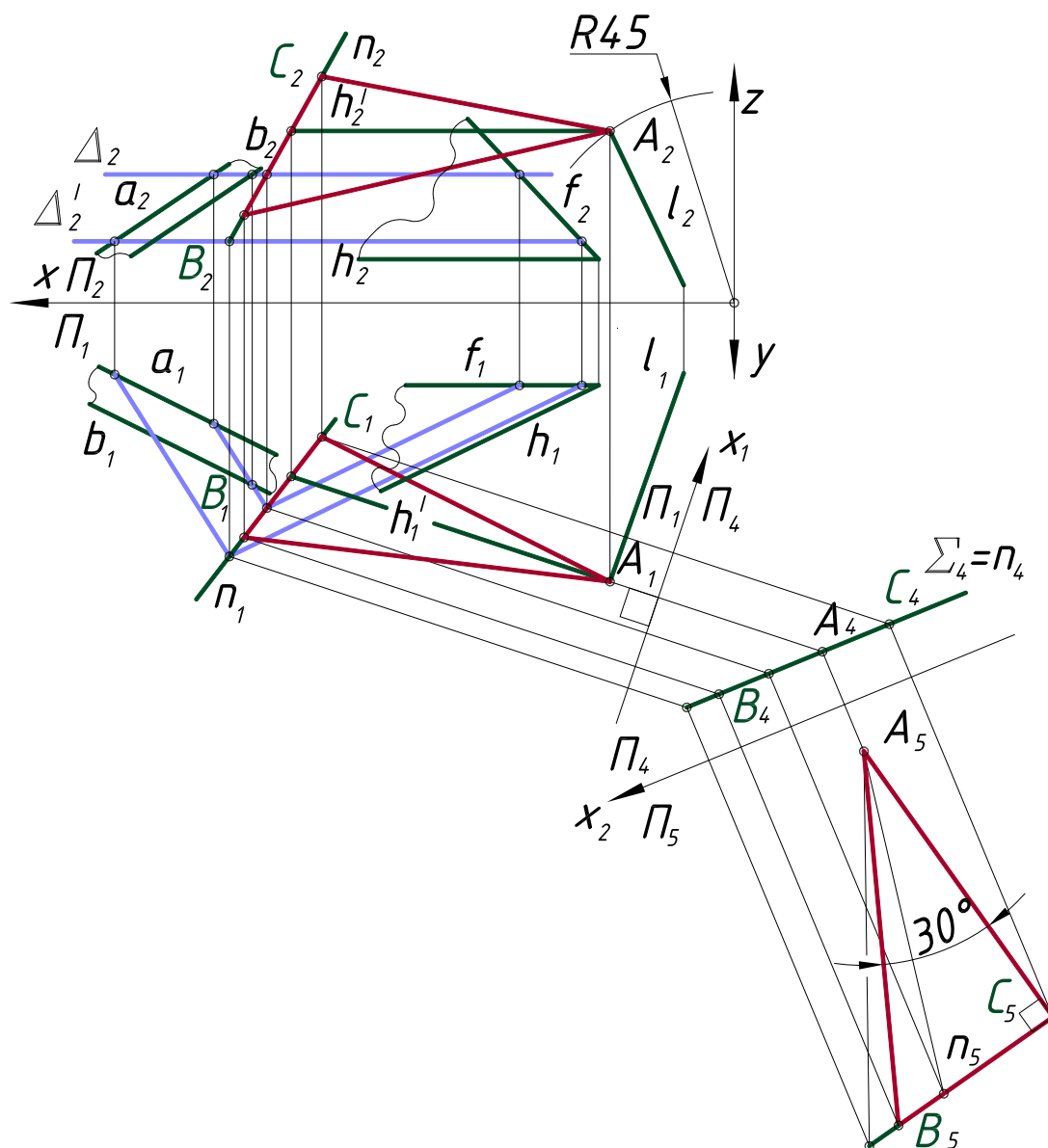


Рис.6. Розв'язок задачі 2 на комплексному малюнку.

Студенти – переможці олімпіади – нагороджуються грамотами, а ті, хто отримали гарні результати на рівні факультету, але не досягли рівня призерів, заохочуються викладачами бонусними балами.

Висновки. Така система заохочення досить ефективно сприяє підвищенню інтересу студентів до вивчення дисципліни і є суттєвим важелем для поліпшення загального рівня інженерної підготовки.

КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА У КІНЕМАТОГРАФІЇ

Брайко К.А., студент гр. ІС-53, ФІОТ,

Яблонський П.М., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація – статтю присвячено висвітленню поняття комп'ютерної графіки в кінематографі. Об'єктом дослідження є знакові фільми, де використовується комп'ютерна графіка. Розглянуто історію розвитку класичних спецефектів. Охарактеризовано перехід до використання комп'ютерів у кіновиробництві. Викладено історію використання комп'ютерних спецефектів, описано деякі технологічні особливості їх створення.

Ключові слова – комп'ютерна графіка, цифрові технології, 3-d фільми.

Постановка проблеми. Естетичне осмислення історичного розвитку комп'ютерних спецефектів є важливим етапом у розвитку комп'ютерної графіки в цілому. Тому дослідження використання комп'ютерної графіки у різних сферах життєдіяльності людини, у тому числі й у кінематографі є досить актуальним напрямком.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день існує незначна кількість фундаментальних досліджень, що стосуються впливу комп'ютерної графіки на кінематограф.

Один з дослідників – О.М.Орлов, інженер і мистецтвознавець за освітою, провідний дослідник Аніматографічного центру «Пілот», у своїх працях («Магія натури і магія творця») досліджує естетику комп'ютерного зображення[1]. Лев Манович / Lev Manovich займається теоретичними дослідженнями мови нової мас-медіа та впливу цифрових технологій на екранні мистецтва: «Мова нових медіа» / «The Language of New Media», «Парадокси цифрової фотографії» / «The Paradoxes of Digital Photography» та інші [2].

І.Б.Зубавіна у своїй монографії «Час і простір у кінематографі» досліджує зміни, зумовлені використанням комп'ютерної графіки, у базових параметрах екранного видовища – часу і простору. У 9 розділі аналізується взаємозв'язок нових комп'ютерних технологій з появою «нової» реальності, віртуального кінопростору [3].

М.Теракоп'ян у своїх працях «Нереальна реальність: Комп'ютерні технології і феномен нового кіно», «Назад у майбутнє: Комп'ютерні технології в кіно» досліджує становлення та розвиток комп'ютерної графіки, її естетичний вплив на кінематограф [4], [5].

Формулювання цілей (постановка завдання).

У даній статті буде проаналізовано історію створення та розвиток комп'ютерної графіки та її використання в кінематографі, створення гіперреальних світів за допомогою комп'ютерних маніпуляцій. Важливо прослідкувати історичний шлях і становлення комп'ютерної епохи в кіно, порівняти перші спроби використання графіки і сьогоденні 3d-фільми.

Основна частина. Спершу варто зазначити, що саме означає термін «комп'ютерна графіка». Комп'ютерна графіка — це двовимірні зображення, які створюються, перетворюються, оцифровуються, обробляються і відображаються засобами обчислювальної техніки, включаючи апаратні і програмні засоби. Також, «комп'ютерна графіка — це галузь діяльності, в якій комп'ютери використовуються для синтезу зображень і для обробки візуальної інформації, отриманої з реального світу» [6]. Комп'ютерною графікою називають і результат цієї діяльності. Рухома комп'ютерна графіка називається комп'ютерним відео або комп'ютерною анімацією.

Початком комп'ютерного мистецтва вважається 1952 рік, коли американець Бен Лапоськи/Ben Laposky вперше використав катодну трубку осцилографа для створення композиції під назвою «Електронні абстракції». Однак те, що ми зараз називаємо комп'ютерною графікою, з'явилося набагато пізніше — після появи власне комп'ютерів. Перші обчислювальні машини не мали засобів для роботи з графікою, проте вже використовувалися для отримання та обробки зображень. Програмуючи пам'ять перших електронних машин, побудовану на основі матриці ламп, можна було одержати візерунки.

Відкрилися нові можливості, коли вдалося запам'ятовувати зображення і виводити їх на комп'ютерному дисплеї, електронно-променевій трубці. Це перші спроби комп'ютерної графіки. Без цих вагомих відкриттів неможливо уявити собі створення сьогоденних картин зі сто відсотковим використанням комп'ютерної графіки.

В кінематографі піонерами цифрової обробки зображення слід визнати авторів фільму «Світ далекого Заходу» (1973), де плоска двовимірна цифрова картинка зображала інфрачервоне поле зору робота.

В 1977 році Джорж Лукас відзняв першу серією «Зоряних війн» («Епізод IV: Нова надія»). Робота над картиною відбувалася практично повністю традиційними методами, але тут вже з'явилася об'ємна тривимірна графіка. У фільмі була створена каркасна модель, яка імітувала тунель на величезній космічній станції. Сама станція «Зірка Смерті» — також комп'ютерне зображення, яке ще мало досить неприродні кольори, але вже вважається великим досягненням у кінематографі.

Однак, прихід комп'ютерної графіки до Голівуду зазвичай асоціюють з фільмом «Трон» (1982) реж. Стівена Лісбергера. «Трон» — перший в історії кінематографа фільм, персонажі якого були майже повністю створені на комп'ютері. У фільмі міститься близько 30 хвилин комп'ютерної графіки, де живі герої поєднані з намальованими. При

створенні картини Стівен Лісбергер використав досить рідкісний метод контрового композітинга («backlightcompositing») – світло розміщувалося ззаду зображення, чорно-білий кадр розділявся на шари, один містив персонажей, інший – предмети інтер'єру. Ці окремі шари знову фотографувалися з контровим світлом, з'єднувалися з комп'ютерним зображенням і об'єднувалися за допомогою маски. Маски могли приховати певну частину малюнка, так що іншу частину можна було освітлювати різними кольорами, міняючи кольорові фільтри. Кожен кадр мав приблизно 12 шарів. Проте деякі спецефекти все ж створювалися старим методом ручного розфарбовування кожного кадру (дія «усередині комп'ютера» знімалася на чорно-білу плівку). Вперше в історії кінематографа в художньому фільмі була продемонстрована комп'ютерна анімація обличчя, хоча і значно спрощена.

Картина «Трон» – це цікавий дослід використання комп'ютерної графіки на основі гри реальних акторів. З 1100 планів із спецефектами в 900 присутні актори. Вважається, що і народження терміну «CGI» (Computer Graphics Image) пов'язане з «Троном»: цей термін був введений в ужиток одним з рецензентів фільму.



Рис.1 Кадр з фільму «Трон»

У 2010 році на екрани вийшло продовження картини – «Трон: Спадок» (англ. Tron: Legacy), режисер Джозеф Косинскі. Сюжетно картина продовжувала історію першої частини, проте технологічно вона суттєво відрізняється. Картину знято у форматі 3D-технологій. Один з головних героїв – Клу, був створений повністю на комп'ютері. Складність полягала у тому, щоб актор Джеф Бріджес мав виглядати на 30 років молодше і це досягли у результаті відцифрування обличчя актора і виготовлення по цій моделі маски. Одночасно міміка актора фіксувалася і поєднувалася з тривимірною моделлю, створеною по фотографіях ще молодого Джефа Бріджеса. Також усі костюми героїв створювалися за допомогою комп'ютерного моделювання з використанням технології CNC (Computer Numerical Cutting). Використовувався 35-мм об'єктив з 35-мм чіпом-камерами для зйомок картини у форматі 3d.

Отже, поступово з'являється можливість засобами комп'ютерних трансформацій створювати не лише віртуальні світи, але і віртуальних акторів (оживлювати минулих кінозірок або створювати нових, не існуючих).

1999 – фільм «Матриця». В ньому реалізовано новий ефект під назвою «плаваюче розкадрування», який до того часу використовувався тільки в телерекламі. Суть його у об'ємному зависанні персонажа в кадрі – глядач бачив не просто стоп-кадр або сповільнену зйомку, а об'їзд камери навколо завмерлого в повітрі актора. Це було досягнуто шляхом взаємодії комп'ютерних і механічних засобів. Знімальний майданчик оточили 120-ма кінокамерами, які знімали безперервно. Потім з кожної плівки вибирались потрібні кадри. Після монтажу персонаж повільно рухався під час обльоту.

Фільм 2000 р. «Невидимка» містить ефект поетапного зникнення людини: починаючи зі шкіри, послідовно зникає жирова підкладка, м'язи, внутрішні органи і кістки. Також представлено рух «невидимки» під струменями води. Подібне стало реальним після завершення створення комп'ютерної програми імітації людського тіла, коли за допомогою комп'ютера не тільки позначали рухи різних частин тіла, але й контролювали окремі групи м'язів, аж до лицевих.

Одинадцять липня 2001 року – точна дата, з якої почалося нове літочислення в історії кіно. На екрани США вийшов фільм «Фінальна фантазія» – перша картина, у якій не було жодного живого актора.

Важливим в історії комп'ютерної графіки став фільм Роберта Земекіса «Хто підставив кролика Роджера» (1988), яким було відкрито новий період в кінематографі. У фільмі автори використали комбіноване поєднання гри акторів з анімаційними персонажами.

Сьогодні за цим принципом знімають багато картин, де актори грають з персонажами, створеними у комп'ютерних програмах. Яскравими прикладами слугують картини – «Володар перснів» Пітера Джексона, «Хроніки Нарнії» Ендрю Адамсона, «Людина-павук» Сема Реймі.



Рис. 2. Кадр з фільму «Хроніки Нарнії»

Для того, щоб відтворити міміку та пластику майбутнього героя картини, актори одягають костюми з датчиками, які точно передають усі рухи на комп'ютер, а потім збережені данні використовуються при створенні цифрового персонажа. Вперше була застосована ця технологія у картині «Ілюзія вбивства» (1986, режисер Роберт Мендел).

У своїй книжці «Час і простір у кінематографі» Ірина Зубавіна вживає термін «дігітограф», тобто кінематограф у цифровому форматі, але вже з іншими орієнтирами і традиціями. Вживаємо термін «дігітограф»/від англ. digital– «цифра»/, щоб акцентувати на специфічності екранного видовища, орієнтованого насамперед на технологію, аби вирізнити від інших фільмів, які, хоч і використовують технічні можливості, «проте залишаються у рамках художньо-естетичної традиції класичного кіно». Характерним для дігітографа є створення фантастичних світів, ілюзій надреальності, казкових персонажів, роботів та ін. Дігітограф в основному екранізує комікси, фантастику та фентезі, комп'ютерні ігри .

Висновки. Метою спецефектів є досягнення результату з якомога меншими витратами. Тому в кіновиробництві використовують по можливості двовимірні ефекти і монтаж, а не тривимірні. Ефекти дають можливість втілити на екрані те, що принципово не можна одержати іншими методами. Введення спецефектів перетворює фільм на більш видовищний і

глядач отримує сильні емоції від перегляду. Також комп'ютерна графіка усуває небезпеку для життя і здоров'я учасників зйомки. Застосування й введення високоякісних спецефектів, легкість обробки й остаточного монтажу кадрів значно розширило можливості кінематографа, одночасно істотно поліпшивши якість екранного показу. В недалекому майбутньому може відбутися перехід на нову систему виробництва кіно за участю лише тривимірної графіки.

Бібліографічний список

1. Орлов А. Магия природы и магия творца [Електронний ресурс] / Орлов А. – Компьютерра №22 27.07.2000. – Режим доступа до журн. : <http://offline.computerra.ru/2000/351/2692/>
2. Manovich L. The Language of New Media [Електронний ресурс]/ Manovich L. – Chicago: University of Chicago Press, 1993.
3. Зубавіна І.Б. Час і простір у кінематографі / Зубавіна І.Б. – К. : Щек, 2008. – 447с. (1) – (Монографія).
4. Теракопьян М. Назад в будущее: Компьютерные технологии в кино / Теракопьян М. // Искусство кино. – 2007. – № 9. – с.65-71
5. Теракопьян М. Л. Нереальная реальность: Компьютерные технологии и феномен нового кино / Теракопьян М. Л. – М.: Материк, 2007. – 152 с (3), ил. – (Монографія).
6. Компьютерная графика [Електронний ресурс] // Википедия – свободная энциклопедия. – Режим доступа до журн.: http://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная_графика

ДЕЯКІ ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Ванін В.В. д.т.н.,

Вірченко Г.І. здобувач,

Вірченко С.Г. аспірант

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація – у статті зроблено огляд досягнень наукової школи прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (НТУУ «КПІ») у сфері комп'ютерного моделювання технічних об'єктів. Окреслено перспективні напрямки подальшого розвитку запропонованої методології в теоретичному та практичному аспектах.

Ключові слова – варіантне динамічне формоутворення, геометричне моделювання, структурно-параметричний підхід, системи CAD/CAM/CAE (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing/ Computer-Aided Engineering), технічні об'єкти.

Постановка проблеми. У нинішніх умовах розвитку суспільства комп'ютерні інформаційні технології відіграють важливу роль під час створення різноманітної промислової продукції. В основі зазначених процесів у багатьох випадках лежать геометричні дані про опрацьовувані вироби. Це стосується не тільки етапу проектування, а й виготовлення та експлуатації технічних об'єктів.

Тому важливою науково-прикладною проблемою можна вважати формування відповідних ефективних теорій, методологій, підходів, способів, прийомів й алгоритмів автоматизованого геометричного моделювання та методик їх практичного впровадження.

Аналіз останніх досліджень. На протязі 15 років на кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ «КПІ» розроблено нову методологію геометричного моделювання технічних об'єктів у вигляді структурно-параметричного підходу до формоутворення [1-4] в середовищі сучасних CAD/CAM/CAE систем.

Отримані теоретичні результати успішно впроваджено у практику проектування літаків, тролейбусів, навігаційних приладів та іншої промислової продукції з метою забезпечення її комплексної оптимізації, тобто компромісного врахування вимог багатьох дисциплін, таких як конструкція, міцність, технологія, експлуатація тощо, на протязі всього життєвого циклу складних виробів.

Постановка завдання. Головна мета публікації полягає в критичному огляді одержаних здобутків науковою школою прикладної геометрії НТУУ «КПІ» в галузі комп'ютерного моделювання технічних об'єктів для визначення перспективних напрямків проведення подальших досліджень.

Основна частина. Базові положення структурно-параметричного формоутворення викладені у праці [1] і полягають у дефініції його фундаментальних принципів, основних етапів розробки та використання відповідних геометричних моделей, способів їх побудови і т. д. При цьому головна ідея ефективного опрацювання складного виробу зводиться до поділу його на частини, які надалі, для забезпечення пошуку оптимальної конфігурації, досліджуються в кількох варіантах.

Належний приклад для літака показано на рис. 1.

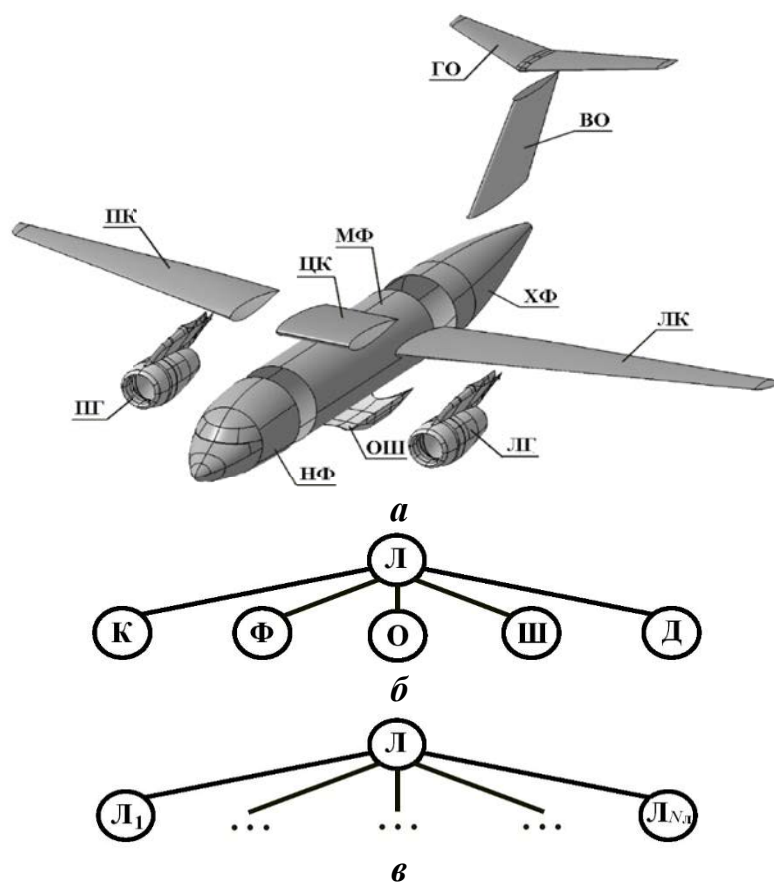


Рис. 1. Теоретична поверхня літака Л:

а – загальний вид; *б* – структурна схема; *в* – граф варіантів

К – крило; Ф – фюзеляж; О – оперення; Ш – шасі; Д – двигуни
Склад агрегатів літака Л подається наступною множиною

$$Л = (К, Ф, О, Ш, Д) = (л_i)_1^5, \quad (1)$$

де $К=(ЦК, ПК, ЛК)$: ЦК – центроплан крила, ПК та ЛК – права та ліва консолі;
 $Ф=(НФ, МФ, ХФ)$: НФ, МФ, ХФ – носова, міделева та хвостова частини фюзеляжу;
 $О=(ГО, ВО)$: ГО та ВО – горизонтальне та вертикальне оперення;
 $Ш=(ОШ)$: ОШ – обтічник шасі; $Д=(ПГ, ЛГ)$: ПГ та ЛГ – права та ліва гондоли.

У довільному випадку, подібно до виразу (1), склад модельованого об'єкта O визначається множиною його елементів

$$O = (o_i)_1^N, \quad (2)$$

де N – натуральне число.

Різновиди o_i відтворюються кортежем варіантів

$$o_i = (o_{ij})_1^{N_i}, \quad (3)$$

де N_i – число останніх, та векторами параметрів

$$P_{ij} = (p_{ijk})_1^{N_{pij}}, \quad (4)$$

де N_{pij} – кількість параметрів j -го варіанта i -го елемента.

Структурний взаємозв'язок між різновидами n -ї та m -ї складової об'єкта O відображають матриці суміжності

$$C_{n,m} = \|c_{nr}c_{ms}\|; \quad n, m \in (1, \dots, N); \quad n \neq m; \quad r \in (1, \dots, N_n); \quad s \in (1, \dots, N_m), \quad (5)$$

де $c_{nr}c_{ms} \neq 0$ при можливій взаємодії варіантів o_{nr} та o_{ms} , $c_{nr}c_{ms} = 0$ – у протилежному випадку.

У результаті використання формул (2) ... (5) отримуємо множину варіантів опрацьованого об'єкта

$$O = (O_k)_1^{N_o},$$

яка може бути проілюстрована зображенням на рис. 1, в графом.

Згідно з розглянутою послідовністю розробляються силові схеми агрегатів планера літака та конструкція їх вузлів і деталей. Відповідний приклад наведено на рис. 2.

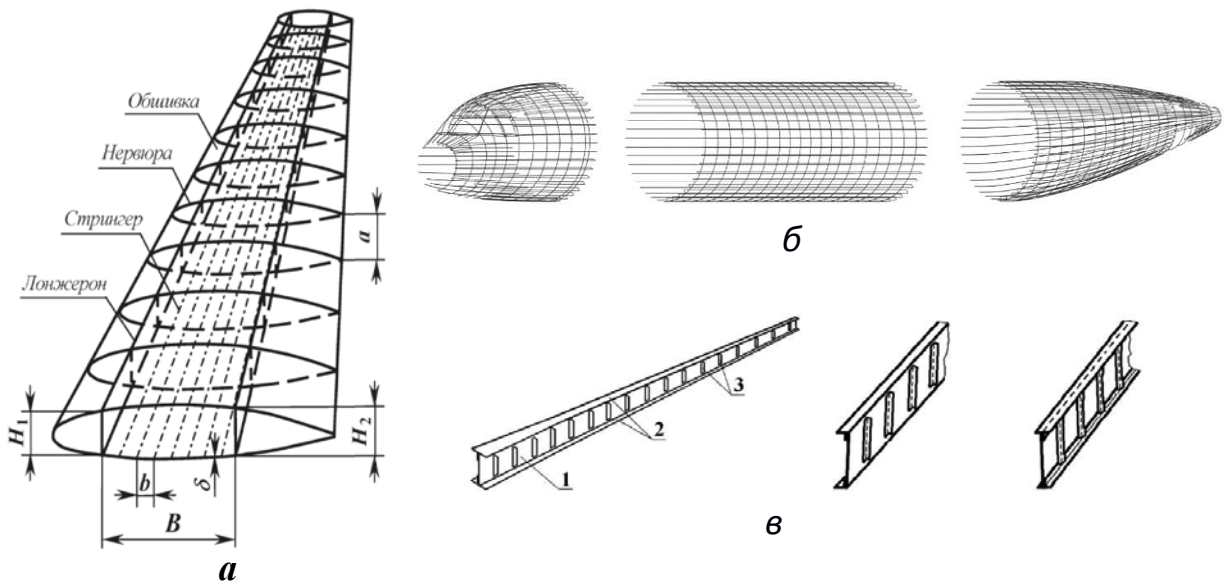


Рис. 2. Варіанти силових схем конструкції:

a – крило; $б$ – фюзеляж; $в$ – лонжерон

1 – стінка; 2 – пояси; 3 – стояки

На рис. 2, *а* геометричними параметрами конструктивно-силової схеми крила є: a , b , B – відповідно відстані між нервюрами, стрингерами та лонжеронами; δ – товщина обшивки; H_1 та H_2 – висота першого та другого лонжеронів. Положення шпангоутів і стрингерів фюзеляжу (рис. 2, *б*) визначаються подібним чином. Застосування структурно-параметричного підходу в CAD/CAM/CAE системах для проектування технології складання зображеного на рис. 2, *в* лонжерона проаналізовано в публікації [3], а виготовлення належних деталей – у виданні [4].

Розглянуті засоби геометричного моделювання, за рахунок використання прийомів структурно-параметричної оптимізації, дозволяють отримувати раціональні розв'язки широкого кола інженерних задач. Одним із недостатньо розроблених напрямків поданої методології можна вважати реалізацію за допомогою неї варіантного динамічного формоутворення. Деякою мірою це завдання вирішено працею [5]. Наведений у зазначеній роботі метод доволі перспективний для подальшого розвитку застосування структурно-параметричного підходу в середовищі сучасних CAD/CAM/CAE систем.

Висновки. У даній статті проаналізовано наукові здобутки школи прикладної геометрії НТУУ «КПІ» щодо комп'ютерного моделювання складних технічних об'єктів, окреслено перспективи в напрямі варіантного динамічного формоутворення, яке здатне забезпечити ефективне проектування різноманітних процесів виробництва та експлуатації промислової продукції.

Бібліографічний список

1. Ванін В.В. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Вип. 23. – Харків: ХДУХТ, 2009. – С. 42-48.
2. Вірченко Г.А. Геометричні моделі як основа комп'ютерного опису об'єктів автоматизованого конструювання / Г.А. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Вип. 22. – Харків: ХДУХТ, 2009. – С. 70-73.
3. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як інваріантна складова комп'ютерних інформаційних технологій підтримки життєвого циклу виробів машинобудування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Тавр. держ. агротех. академії. – Вип. 4. – Т. 36. – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – С. 16-21.
4. Ванін В.В. Структурно-параметричне геометричне моделювання як засіб підвищення ефективності групових технологій у машинобудуванні / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Тавр. держ. агротех. університету. – Вип. 4. – Т. 39. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 9-17.
5. Вірченко Г.І. Динамічне варіантне формоутворення ліній, поверхонь і тіл методом поліпараметризації / Г.І. Вірченко // Наукові нотатки. – Вип. 48. – Луцьк: ЛНТУ, 2015. – С. 45-48.

МАТЕМАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ ЛІНІЙ ЗМІННОГО (АКСІАЛЬНОГО) КРОКУ

Ванін В.В., д.т.н., професор

Юрчук В. П, д.т.н. професор

Грубич М.В., пошукач*

НТУУ «Київський політехнічний інститут» (Україна, Київ)

***Анотація** - в даній публікації пропонується математичне дослідження гвинтових ліній змінного кроку.*

***Ключові слова** – гвинтовий рух, кривизна, змінний крок, диференційовна.*

Постановка проблеми. Гвинтові лінії та поверхні, знайшли широке використання в агротехніці та багатьох інших галузях народного господарства. Важливо описати й дослідити один з найскладніших випадків гвинтових ліній, а саме лінії змінного аксіального кроку.

Формування цілей статті. Опис гвинтового руху змінного кроку має інтерес в тому сенсі, що можливо зазначити властивості як ліній так і поверхонь змінного кроку, загальні для будь-якого закону $z = f(v)$.

Основна частина. Спочатку визначимо, що таке гвинтовий рух. Гвинтовим рухом називається складний рух, що складається з обертального руху навколо постійної осі V й одночасно поступального руху, паралельного цій осі. Вісь V називається гвинтовою віссю.

Гвинтовий рух змінного аксіального кроку твердого тіла визначається як складний рух, що складається з обертового руху навколо постійної осі Oz і поступального паралельно цій осі:

$$z = f(v);$$

де функція $f(v)$ однозначна й достатнє число раз диференційовна.

Похідна:

$$\frac{dz}{dv} = f'(v) = p ;$$

визначає параметр розглянутого руху, тому що в цей момент є параметром миттєвого гвинтового руху.

Якщо в просторі (X, Y, Z) взяти точку (X_0, Y_0, Z_0) то її траєкторія визначиться рівняннями:

$$\begin{aligned} x &= X \cos v - Y \sin v \\ y &= X \sin v + Y \cos v \\ z &= Z + f(v) \end{aligned} \tag{1}$$

У полярних координатах (ρ, φ, z) ця ж траєкторія запишеться рівняннями

$$\begin{aligned} \rho &= \sqrt{X_0^2 + Y_0^2} = r_0, \\ \varphi &= v + v_0, \quad \text{де:} \quad X_0 = r_0 \cos v_0, \quad Y_0 = r_0 \sin v_0 \quad (2) \\ z &= Z_0 + f(v) \end{aligned}$$

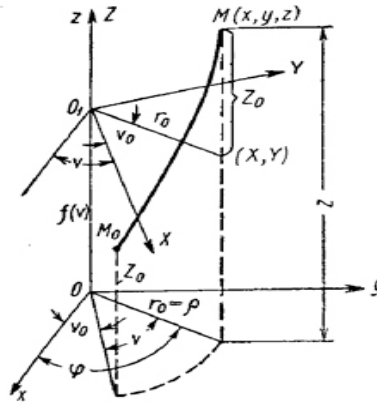


Рис. 1.

Розглянемо траєкторію точки, що лежить на осі X і на відстані $X_0 = a$ від осі z . Цю гвинтову лінію змінного кроку, що відповідає $f(v)$, будемо позначати l й її рівняння будуть мати вигляд (3):

$$\begin{aligned} x &= a \cos v \\ y &= a \sin v \\ z &= f(v) \end{aligned}$$

Циліндр із радіусом a , назвемо основним і будемо позначати через D . Лінію (3) легко побудувати в просторі: для цього треба на площині (x, z) накреслити графік $z = f(v)$, причому $x = av$, розмітити смуги прямими, паралельними Oz , шириною $2a\pi$ (рис. 2) і утворити з першої смуги основний циліндр D , а інші смуги повертати на D ззовні або усередині, і тоді графік $f(v)$ дасть на такому циліндрі гвинтову лінію l .

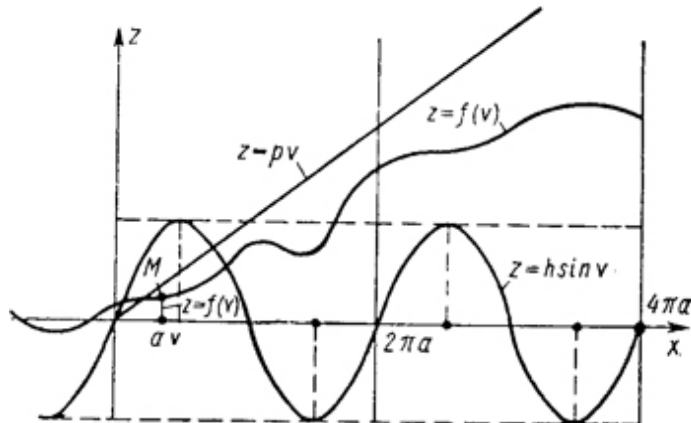


Рис.2.

Для обчислення основних диференціальних елементів кривої зручно записати рівняння гвинтової лінії у векторній формі

$$r = a\bar{e}(v) + \bar{k}f(v) = a\bar{e} + \bar{k}f,$$

тоді кривизна буде обчислюватися по формулі $K = \frac{a\sqrt{a^2 + f'^2 + f''^2}}{(a^2 + f'^2)^{\frac{3}{2}}}$.

Кривизна $K=A$ буде постійною у таких гвинтових лініях для яких, $f(v)$ задовольняє диференціальне рівняння

$$f''^2 = \frac{A^2}{a^2}(a^2 + f'^2)^3 - (a^2 + f'^2).$$

Заміна $f(v)$ новою змінною t по формулі $f' = atg t$, $f'' = \frac{a}{\cos^2 t} \cdot \frac{dt}{dv}$

приводить попереднє рівняння до рівняння відносно $\frac{dt}{dv}$:

$$\frac{1}{\cos^2 t} \left(\frac{dt}{dv} \right)^2 = \frac{A^2 a^2}{\cos^4 t} - 1,$$

а потім до рівняння з відокремлюючими змінними.

Звідси отримуємо розв'язок:

$$v + c = \int \frac{\cos t dt}{\sqrt{A^2 a^2 - \cos^4 t}},$$

$$df = atg + dv = \frac{a \sin t dt}{\sqrt{A^2 a^2 - \cos^4 t}},$$

$$f = -a \int \frac{d\sigma}{\sqrt{A^2 a^2 - \sigma^4}},$$

де: $\sigma = \cos t$ і остаточно $f(v)$ знайдемо виключенням параметра t з двох рівностей, визначаючих v та f через t .

Висновки. Таким чином дан математичний опис гвинтових ліній змінного кроку. Далі це дасть змогу описати поверхні змінного кроку. Цей рух широко використовується в агротехніці.

Бібліографічний список

1. Люшин В.С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов//.-М.: Машиностроение, 1967.-372 с.

2. Завгородний А.Ф., Кравчук В.И., Юрчук В.П. Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин/ Под ред. Л.В. Погорелого.- Киев: Аграрна наука, 2004.-240 с.

КОНСТРУЮВАННЯ РОТАЦІЙНОГО ПЛУГА

Войтюк В.О., студент

Михлевська Н.В., ст. викладач

Юрчук В.П., д.т.н.

НТУУ «Київський політехнічний інститут» (Київ, Україна).

Анотація — в даній статті описана робоча частина ротаційного плуга, основними елементами якого є рама, барабан, різальні ножі, транспортувальні пластини та стійки. Завдяки даному ротаційному плугу покращується продуктивність та надійність різальних ножів.

Ключові слова — ротаційний плуг, різальні ножі, рослинні рештки, стійки, транспортувальні пластини

Постановка проблеми. Головною проблемою ротаційного плуга є ненадійність конструкції яка обумовлена тим, що в процесі роботи ножі забиваються рослинними рештками, що призводить до значного зменшення продуктивності,[1].

Постановка задачі. Винайти та розробити такий ротаційний плуг, який би не забивався б рослинними решткам, це є важливою науково-технічною задачею.

Поставлена задача вирішується тим, що у ротаційному плузі, який містить вмонтований на рамі привідний барабан з горизонтальною віссю обертання та розміщені на ньому різальні ножі Г-подібної форми які складаються з кількох частин, кожна з яких має транспортувальну пластину гвинтової форми,[2].

Ротаційний плуг включає раму 1 зі стійкою, на якій міститься барабан 2, що має горизонтальну вісь обертання, розміщені на ньому різальні ножі 3 та транспортувальні пластини 4.

При цьому різальні ножі 3 складаються з кількох частин, мають форму гвинтової поверхні та кріпляться на стійках 5, які розміщені зі сторони необроблюваного поля.

Пристрій працює наступним чином.

Привід від гідромотора чи від вала відбору потужності обертає барабан 2 з різальними ножами 3 які відрізають пласт ґрунту та викладають його на транспортувальні пластини 4, які допомагають йому дією гвинтових поверхонь частково обертатись, суміщаючись з площиною поля.

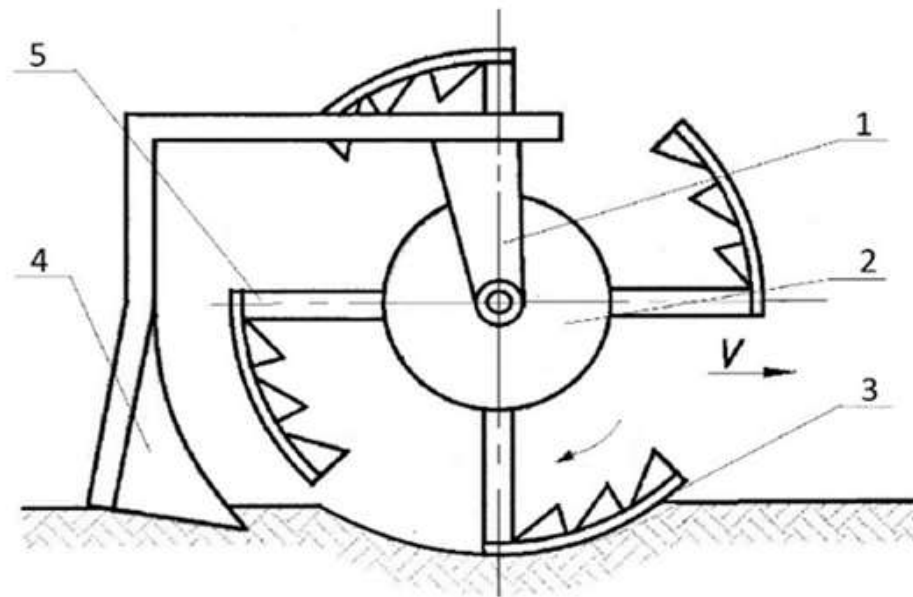


Рис.1. Схема пристрою для обробки ґрунту, (вигляд збоку).

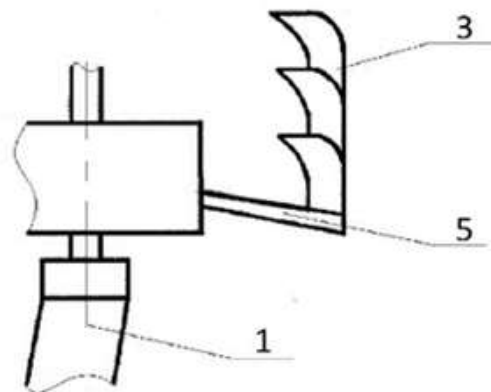


Рис.2. Вигляд зверху (два верхніх ножі не показані).

При роботі ротаційного плуга завжди проходить процес забивання ножів рослинними рештками, які можуть зовсім вивести з ладу ножі. При роботі Г- подібних ножів не існує замкнутої зони забивання, оскільки сама форма ножа сприяє сходу рослинних решток.

Крім того, стійка кріплення Г-подібних ножів, розміщена зі сторони необробленого поля, що сприяє кришінню рослинних решток, на які гвинтовим тиском, з розділенням на кілька частин, діють різальні ножі як гвинтові поверхні ротаційного плуга. Тобто, таке розміщення різальних ножів, наприклад, на 3 частини – у три рази зменшує процес забивання ротаційного плуга.

Крім того надання транспортувальним пластинам різальних ножів гвинтової форми активізує дію робочої поверхні, сприяє сходу рослинних решток з самої робочої поверхні,[3].

Висновки:

1. Ножі які складаються з кількох частин та мають форму гвинтових поверхонь, сприяють активізації дії всього ротаційного плуга.
2. Ножі нової форми сприяють значному підвищенню надійності гвинтових робочих поверхонь.
3. Надання транспортувальним пластинам різальних ножів гвинтової форми сприяє сходу рослинних решток з робочої поверхні.

Бібліографічний список

1. Патент Росії № 2051548, А 01 В 9/00, від 10.01.1996 р.
2. Патент України №72726, А 01 В 9/00, від 27.08.2012р.
3. *Юрчук В.П.* Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин./В.П. Юрчук, А.Ф. Завгородний, В.И. Кравчук; под. ред. д-ра техн. наук, акад. УААН Л.В. Погорелого, - К.: Аграрна наука, 2004.-240с.

АДАПТИВНІСТЬ СИСТЕМ НАДАННЯ ЗНАНЬ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

Гагарін О.О., к.т.н., доцент

Титенко С.В., к.т.н., доцент

Юдина А.А., студентка,

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут", (Україна, м. Київ)

Анотація - Розглядаються напрямки адаптації систем дистанційного навчання (СДН) на потреби користувачів-учнів, розкривається сутність означених напрямків. Пропонується формалізований опис організація системи СДН з підсистемами адаптації.

Ключові слова – Системи дистанційного навчання, самостійне навчання, адаптивність систем навчання, моделі процесів навчанняї.

Постановка проблеми. У сучасних умовах життя людині необхідно мати можливості безперервного вдосконалення знань, перекваліфікації або перепідготовки. Саме з цією метою постійно розробляються нові технології навчання і впроваджуються ефективні форми дистанційного (самостійного) навчання. Цей напрямок освіти починає безпосередньо впливати на роботу, побут, структуру вільного часу, умови життя представників всіх вікових і соціальних груп [1]. Сучасні СДН створюються на концептуальному і технологічному фундаменті з застосування універсального підходу до рішення проблеми адаптивності навчального процесу. Адаптивність – передбачає здатність системи адаптуватися до поточних цілей навчання та наявних потреб студента, корегуючи подання навчального матеріалу, темп і стиль навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Численні дослідження показують [1-3], що СДН та самоосвіта стає значною та необхідною частиною навчальної діяльності сучасної людини. У процесі розвитку суспільства дистанційна освіта та її складова самоосвіта стають соціальним явищем і найбільш перспективним напрямком у навчанні. Ідея й принципи самостійного навчання були описані в роботах по феноменології, організаційного навчання спрямованого на діяльнісній акцент його результату. Адаптивні і інтелектуальні освітні Інтернет-системи надають альтернативу для традиційного підходу «розташуй це в Інтернет» в розробці освітнього програмного забезпечення[3].

Формування цілей статті. Універсалізація рішення проблеми адаптації навчання торкається трьох базових напрямків, а саме: цілій навчання, здібностей учня та налаштування навігаційних схем подання

матеріалів навчання. У роботі реалізацію цих напрямків пропонується забезпечити включенням певних елементів адаптації для кожного з них з урахуванням професійних компетенції наступного спеціаліста.

Основна частина. Як відомо, навчання - це процес одержання знань і компетенцій (умінь) у певній предметній області, де знання - це результат процесу пізнання дійсності, адекватний її відображенню у свідомості людини у вигляді подань, суджень, умовиводів, теорій. Компетентність - це вміння вирішувати професійні завдання, які базуються на знаннях.

Навчальна діяльність за звичай складається з наступних кроків:

1. Аналіз вихідної ситуації (тест знань учня для визначення змісту матеріалів навчання).
2. Визначення цілей навчання (тест мотивацій учня для визначення навігації навчання).
3. Планування роботи (генерація траєкторії-навігації навчання).
4. Відбір навчального матеріалу (генерація змістових складових курсу навчання).
5. Організація навчальної роботи (процес навчання).
6. Виконання навчальних операцій.
7. Контроль і корекція процесу роботи.
8. Аналіз і оцінка результатів навчання.

Як визначалося, адаптація у навчанні є механізмом корекції трьох наступних процесів:

- створення та налаштування навчаючого середовища на основі моделювання цілей у освітньому запиті тобто забезпечення планування, керування, оцінювання, координації та проведення самостійної навчальної діяльності користувачів;
- реалізація концепції інтелектуального надання навчального контенту для підтримки роботи з навчальними та науковими гетерогенними електронними ресурсами і забезпечення сучасних методів їхньої обробки;
- забезпечення адаптивності та персоналізації діяльності користувача в системі.

Кожний з наведених процесів (див. рис.1) може бути формалізовано наступними моделями: модель формування цілей, модель навчального процесу(подання знань) та модель учня.

Наведемо елементи забезпечення адаптивності, які призначені за різні цілі та можуть бути застосовані на різних етапах використання системи СДН

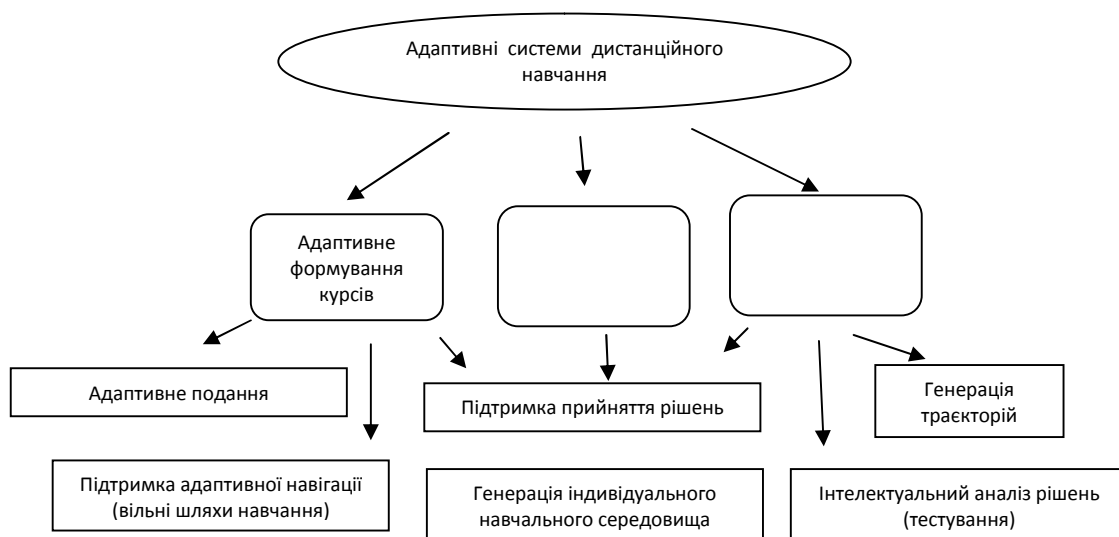


Рис.1 Елементи адаптивності у системах дистанційного навчання

Засоби пристосування до вимог і цілей навчання що використовуються на етапах підготовки дистанційних курсів

- Адаптація навчальних планів відповідно до вимог спеціальності (узгодженість та дидактичне впорядкування)
- Пристосування об'єму та змісту курсу у відповідності з навчальним планом (глибина курсу)

Засоби пристосування до учня які використовуються в процесі навчання

- Адаптивне подання – динамічне пристосування вмісту готового курсу. Технологія, метою якої є пристосування вмісту навчального матеріалу до рівня знань учня. За допомогою тестування визначається рівень учня і відповідно до нього курс може бути доповнений розкриттям деяких базових тем, або відповідно звужений, а також можна визначити ще й мотиваційні бажання учня до поглибленого вивчення (цілі учня).
- Адаптивна підтримка в навігації – пристосування посилань на ресурси баз знань і курсу та побудова оптимальної послідовності навчального матеріалу шляхом видачі списку тем, які він повинен вивчити перед вивченням обраної теми (траєкторія навчання), а також управління гіперпосиланнями (додати або сховати) до матеріалів курсу.
- Адаптивне тестування – спеціальне тестування, у якому складність завдань змінюється залежно від правильності відповідей учня. Якщо учень правильно відповідає на тестові завдання, складність наступних завдань підвищується, якщо неправильно – знижується. Також є можливість задавати додаткові питання по темах, які учень знає не дуже добре для більш точного з'ясування рівня знань у даних галузях.

Для комп'ютерної реалізації всіх наведених компонентів що складають СДН потрібно їх формалізувати. Наведемо теоретико - множинне представлення моделей окремих процесів СДН, як процесу набуття певної компетентності у прикладної області.

Почнемо з моделі МС - цілій навчання, яка відображає освітній запит.

$$MC = \{Mkv, Scx, Vmt\},$$

де Mkv – множина, яка описує компетентність (кваліфікацію) спеціаліста у прикладної області, Scx – множина соціальних показників значимості спеціаліста, Vmt – множина мотиваційних характеристик учня.

У свою чергу, моделлю кваліфікації Mkv можна зазначити наступний вираз:

$$Mkv = \{Mkom, Pcx \},$$

де $Mkom$ – множина, яка описує компетенції (знання та уміння) спеціаліста у прикладної області, Pcx – множина особистих показників спеціаліста.

Далі модель компетенції $Mkom$ можна описати наступним чином:

$$Mkom = \{ZN, UM, PR\},$$

де ZN – множина, яка описує теоретичні знання спеціаліста у прикладної області, UM – множина типових умінь використання знань у прикладної області, PR – множина типових завдань (тестів) у прикладної області.

Модель навчального середовища буде складатися з навчальних елементів, які забезпечують реалізацію моделі компетенції, тобто засвоєння окремих дисциплін та набуття певної кваліфікації.

Тоді процес навчання та його комп'ютерна реалізація суть набір алгоритмів оцінювання співвідношення (повне, часткове або незадовільне) елементів певних множин між собою.

Висновки. Наведена концепція реалізується у амках проекту створення віртуальної навчальної середовища, яка розміщена на сайті авторів [4].

Бібліографічний список

1. *Gadamer H.-G.* Education is Self-Education // Journal of Philosophy of Education. Vol. 35, No. 4, 2001, pp. 531-542
2. *Foley G.* Radical adult education and learning // Int. J. of Lifelong Education. Vol. 20, No. 1/2, 2001, pp.72-73
3. *Brusilovsky, P., Henze, N., & Millán, E.* (Ed.). (2002). Proceedings of the workshop on Adaptive Systems for Web-Based Education (AH'2002). Málaga, Spain: University of Malaga.
4. Віртуальна лабораторія новітніх інформаційних технологій СЕТ. Дослідження в області дистанційного навчання. [Електронний ресурс] Режим доступу <http://www.setlab.net/>

КОНСТРУЮВАННЯ ФОРМИ ПРОФІЛЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ РОЗПУШУВАЧА ҐРУНТУ

Глінський Є.М., студент,

Малиноський В.В., к.т.н.

Юрчук В.П., д.т.н.

Лебедева О. О., ст. викл.

Національний Технічний Університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, м.Київ)

Анотація – розглядається питання зниження трудомісткості процесу конструювання форми профілю робочої поверхні розпушувача в залежності від властивостей оброблюваного матеріалу і підвищення точності процесу.

Ключові слова – профіль робочої поверхні розпушувача ґрунту, робоча поверхня, стійка, кромка, гнучка камера .

Постановка проблеми. Формулюється конструювання профілю робочої поверхні розпушувача ґрунту, на передньому кінці якої встановлений L-подібний подовжувач, а на передній кромці подовжувача закріплена робоча поверхня, виконана з гнучкого матеріалу, а до тильної сторони робочої поверхні прилягає гнучка камера, заповнена рідиною або газом під залишковим тиском Р.

Аналіз останніх досліджень. В сільськогосподарському машинобудуванні відомі конструювання профілів робочих поверхонь ґрунтообробних знарядь, які включають стійку, до якої кріпляться L-подібні подовжувачі.

Формулювання цілей. Конструктивним недоліком конструювання є те, що після проходження робочого органу не враховується обернена силова дія оброблюваного матеріалу на робочу поверхню розпушувача і це спричиняє підвищенню трудомісткості і зменшення точності визначення розпушувача.

Основна частина. При русі робочого органу в оброблюваному (моделюючому) матеріалі, робоча поверхня займає рівноважне положення під дією силового впливу рівномірно розподіляються по робочій поверхні, рис.1, [1].

Відповідно до законів механіки, по яких замкнута схема прагне до мінімуму діючих в ній сил, робоча поверхня приймає форму, що відповідає мінімальній енергоємності розпушування ґрунту при даному тиску Р (силі F). Величина сили F відображає величину енергії, що передається ґрунту при її обробці. Остання, в свою чергу, визначає ступінь дрібнення пласту. Таким чином, для заданого ступеня подрібнення пласта ґрунту

запропонований винахід дозволяє визначити форму бокового профілю робочої поверхні, яка має мінімальну енергоємність. Ряд форм ($\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \dots$) бокового профілю, що відповідає ряду різних тисків ($P_1 > P_2 > P_3 > P_1$), фіксуються на вертикальній площині (наприклад фотографується), що можливо завдяки прозорості стінок 12 і 15, [2].

При роботі можна протягом одного досліду визначити форму бокового профілю робочої поверхні, володіючою мінімальним тяговим опором в даних умовах, в залежності від силової взаємодії робочої поверхні і оброблюваного матеріалу. Цей конструктивний спосіб є більш точним, оскільки безпосередньо робоча поверхня служить засобом, яка самопідлаштовується, відображаючи силову дію на ню оброблюваного матеріалу.

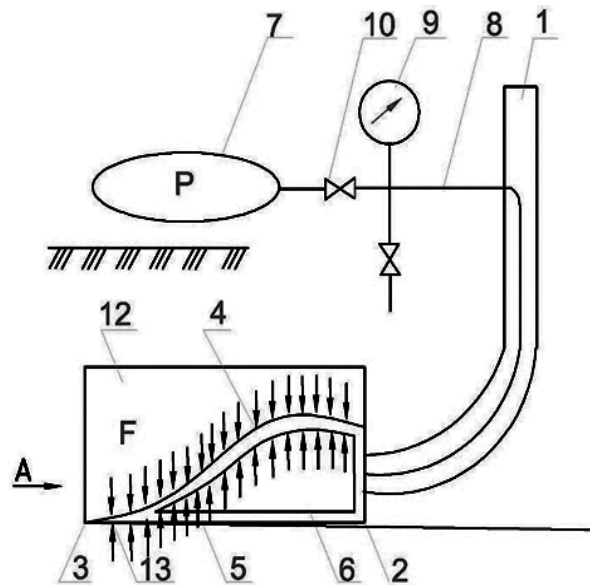


Рис.1. Розпушувач, вид збоку

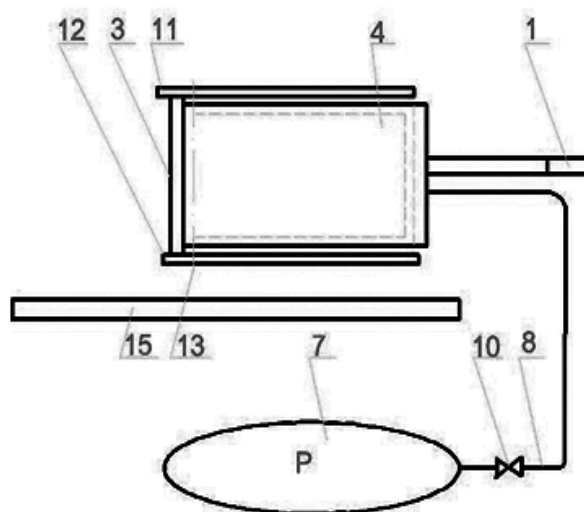


Рис 2. Розпушувач, вид зверху

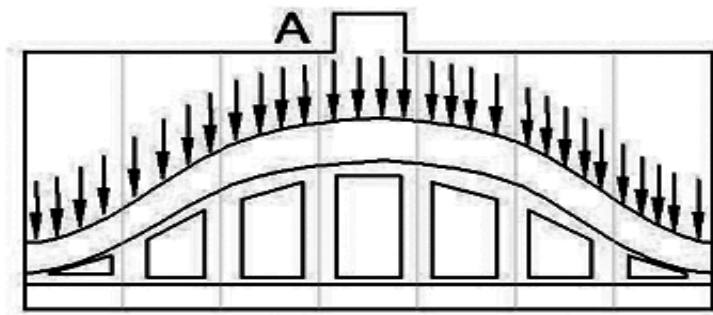


Рис.1. Поперечний переріз робочого органу

Висновки:

1. Таким чином використання винаходу дозволяє конструювати форму бокового профілю робочої поверхні, яка має мінімальний тяговий опір в даних умовах, в залежності від силової взаємодії робочої поверхні і оброблюваного матеріалу.

2. Цей конструктивний спосіб є більш точним, оскільки безпосередньо робоча поверхня служить засобом, який самопідлаштовується, відображаючи силову дію оброблюваного матеріалу.

Бібліографічний список

1. Басай Е.С, Верняев О.В, Смирнов И.И. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. М.: Машиностроение 1997-568с.
2. Завгородний А.Ф, Кравчук В.Н, Юрчук В.П. Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин – Киев, Аграрна наука, 2004-240с.

ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІЧНОГО РЕДАКТОРА AUTOCAD ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Гнітецька Г. О.

Гнітецька Т.В.

Лисак Б. В., студент

Національний технічний університет України

«Київський Політехнічний Інститут» (Україна, м. Київ)

***Анотація** – у статті описано вимоги щодо оформлення основних електронних конструкторських документів (електронних геометричних моделей, моделей виробу, інш.) згідно з діючими стандартами. Наведені приклади їх навчальних аналогів.*

***Ключові слова** – електронна модель виробу, електронна геометрична модель, електронна модель складаного виробу, оформлення електронних документів.*

Постановка проблеми. Розвиток інформаційних технологій значно сприяє процесу автоматизації проектних робіт. Автоматизовані системи проектування можуть бути об'єднані в єдиному інформаційному просторі, забезпечуючи оперативне погодження дій проектувальників та обіг електронної документації. Знайомство з особливостями створення електронних конструкторських документів та вимогами до них є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Види електронних конструкторських документів та вимоги до їх оформлення відображені у державних стандартах [1, 2], навчальному посібнику [3], який використовується у навчальному процесі, та іншій навчальній та нормативній документації.

Формулювання цілей статті. Метою публікації є демонстрація виконання електронних моделей у середовищі графічного редактора AutoCAD, як ілюстрації основних видів електронних документів, та відображення вимог стандартів, за якими вони виконувались.

Основна частина. Електронний документ може бути виконаний у вигляді електронної моделі виробу (ЕМВ). ЕМВ може бути представлена у вигляді набору даних, які визначають геометрію виробу та інші властивості, які необхідні для виготовлення, контролю, приймання, складання, експлуатації, ремонту та утилізації виробу. ЕМВ використовують для інтерпретації всього набору даних, які складають

модель, в автоматизованих системах, візуалізації конструкції деталі в процесі виконання проектних робіт, виробництва чи інших операцій та для виготовлення конструкторської документації в електронній чи паперовій формі.

ЕМВ складає змістовну частину електронної конструкторської документації (ЕКД). До складу ЕМВ входять: геометрична модель виробу, атрибути моделі та, за необхідністю, технічні вимоги. Модель повинна містити повний набір конструкторських, технологічних і фізичних параметрів, які необхідні для виконання розрахунків, математичного моделювання, розроблення технологічних процесів, ін. При розробці моделей передбачають використання електронних бібліотек (електронних каталогів) стандартних закупівельних виробів.

Електронна геометрична модель (ЕГМ)– це електронна модель виробу, яка описує його геометричну форму, розміри і інші властивості виробу, що залежать від його форми та розмірів.

ЕГМ виконують в модельному просторі. Це простір в координатній системі моделі, в якому виконується геометрична модель, вона може бути побудована в графічному редакторі. На рис. 1 показано процес побудови геометричної моделі виробу в AutoCAD.

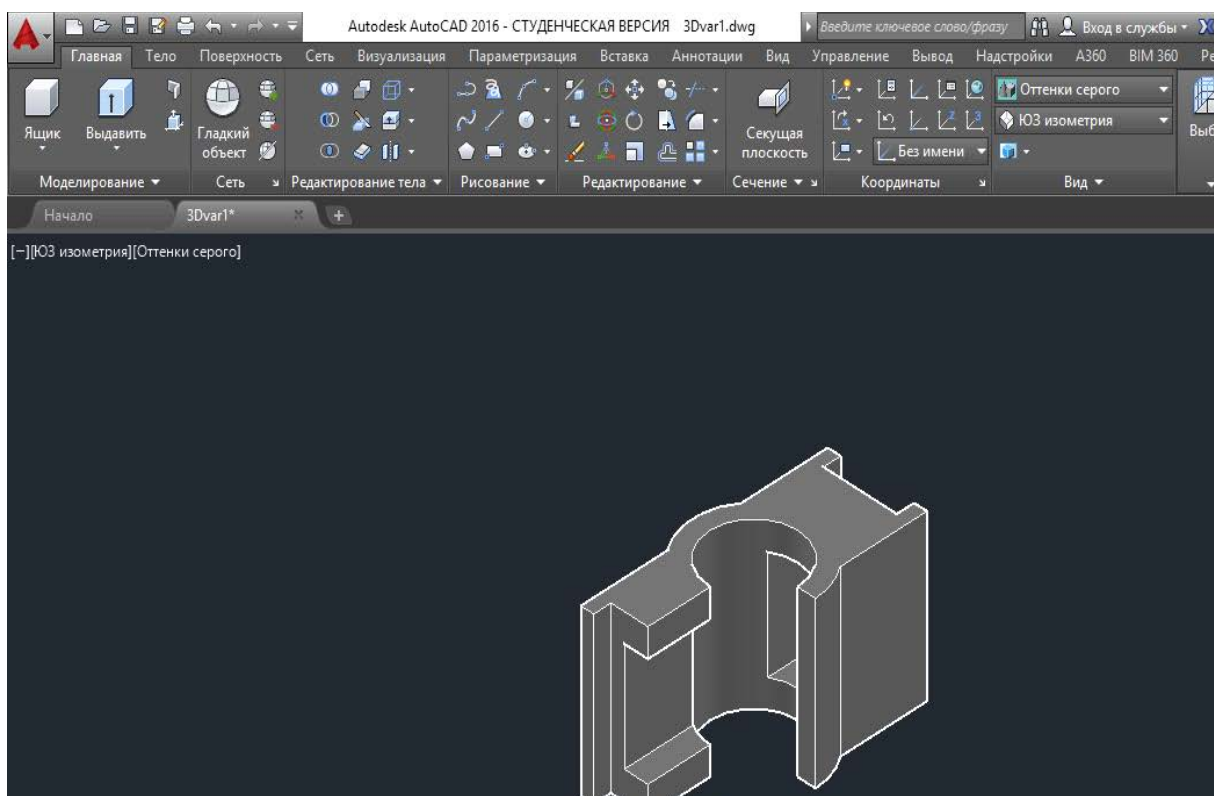


Рис. 1 – Приклад зображення електронної геометричної моделі виробу в модельному просторі

При розробці електронної моделі виробу рекомендовано використовувати наступні види представлення форми виробу: каркасний – тривимірна електронна геометрична модель представляється просторовою композицією точок, відрізків і кривих, які визначають форму виробу у просторі; поверхневий – тривимірна електронна геометрична модель представляється множиною обмежених поверхонь, які визначають форму виробу в просторі; твердотільний – тривимірна електронна геометрична модель, яка представляє форму виробу як результат композиції заданої множини геометричних елементів, використовуючи операції булевої алгебри щодо цих геометричних елементів.

Сукупність геометричних елементів, які є елементами геометричної моделі виробу, називають геометриєю моделі. Геометричний елемент – це ідентифікований (іменований) геометричний об'єкт, який використовується в наборі даних моделі. Геометричний об'єкт – це точка, лінія, площина, поверхня, геометрична фігура, геометричне тіло.

Електронна модель деталі (ЕМД) розробляється на всі деталі, які входять в склад виробу (Рис. 2).

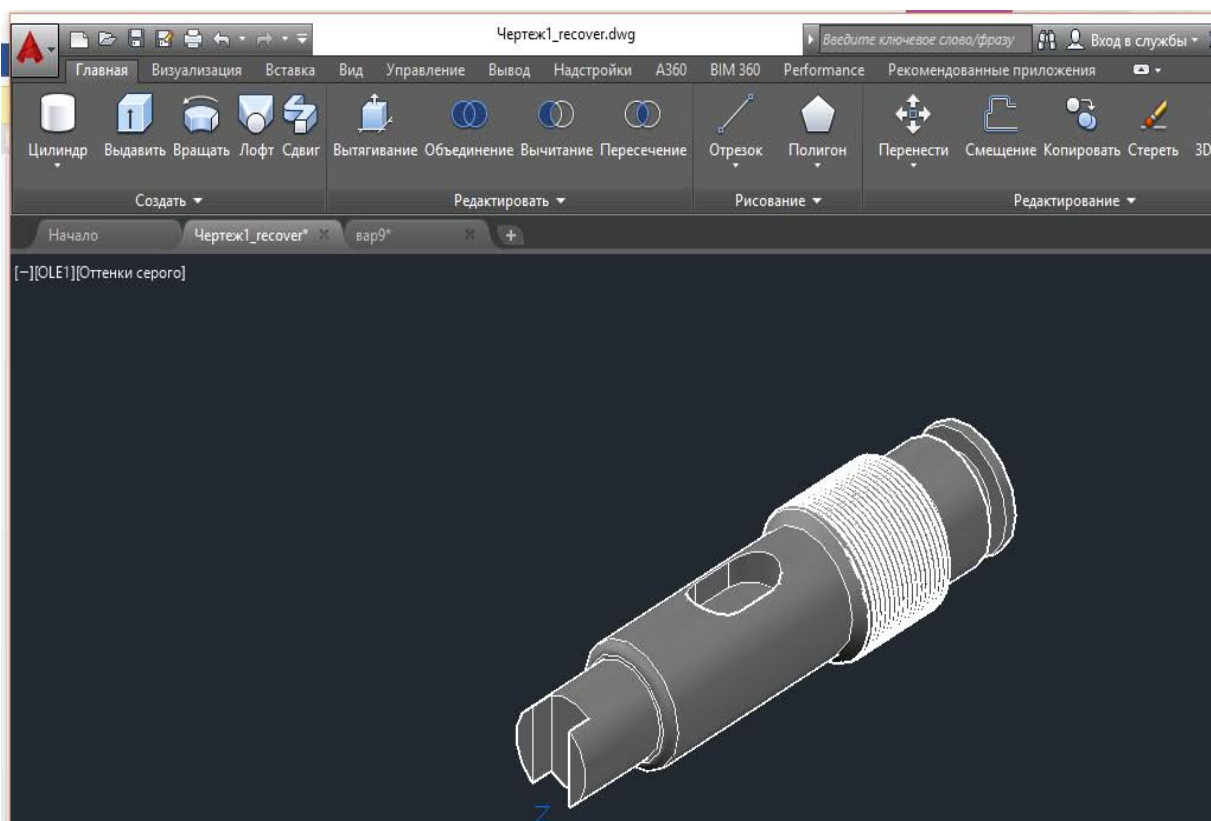
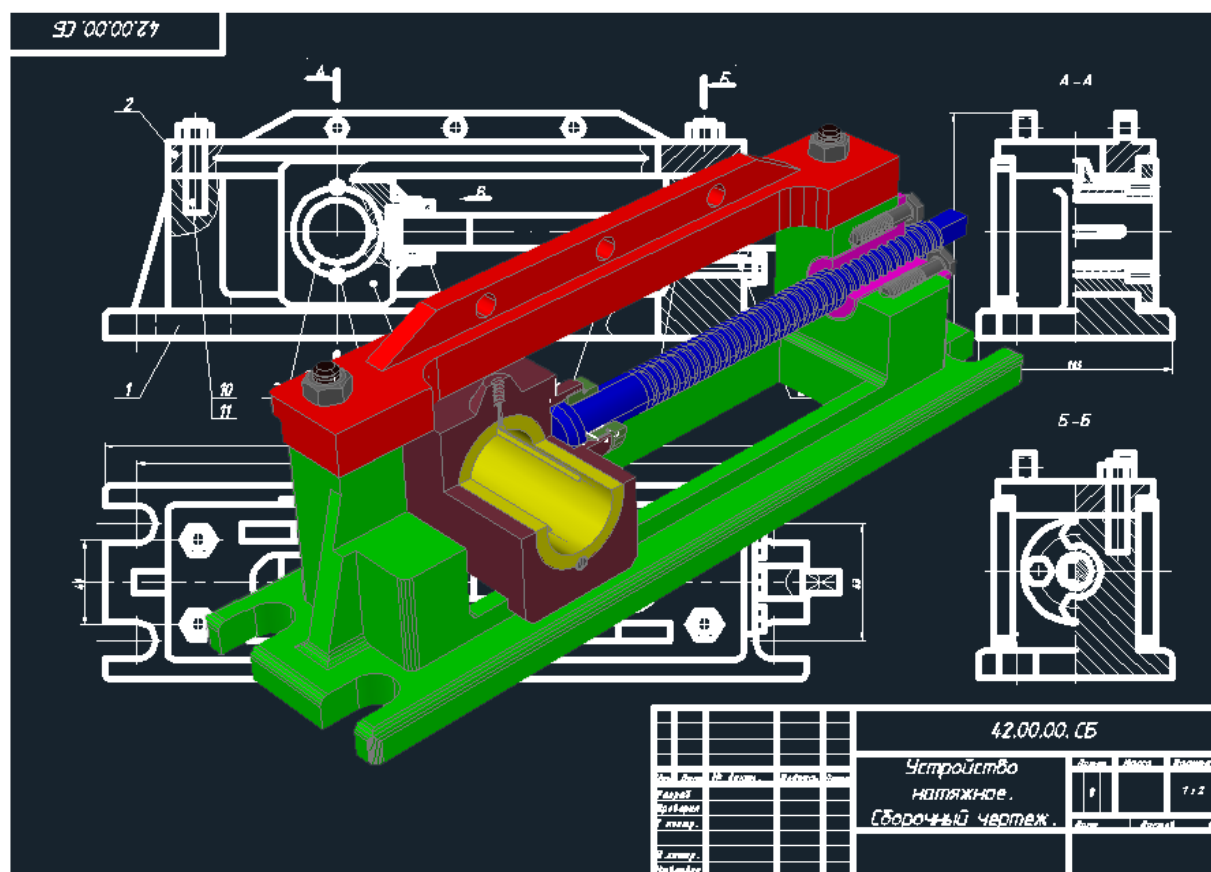


Рис. 2 – Приклад створення ЕМД

ЕМД виконують за розмірами, яким виріб повинен відповідати при складанні. Електронна модель складаної одиниці (ЕМСО) має давати уяву про розташування і взаємні зв'язки складових частин виробу і містити необхідну інформацію для виконання операцій складання і контролю складаної одиниці. ЕМД, які входять в склад складаної одиниці, слід

Електронна модель складаної одиниці має містити параметри і вимоги, які за нею виконуються і контролюються: номери позицій складових частин виробу (номери позицій повинні відповідати вказаним у електронній структурі виробу); установчі, приєднавчі і інші необхідні довідкові розміри; за необхідністю, технічну характеристику виробу; вказівки про характер спряження елементів ЕМСО і методах його виконання, ін..



Дозволяється в ЕМСО включати моделі суміжних пограничних виробів («обстановки»), витримуючи розміри, які необхідні для зв'язування до інших виробів, слід вказувати з граничними відхилами.

63

Висновки.

Створення електронної технічної документації за допомогою сучасних потужних інформаційно-проектних систем, дозволяє значно підняти рівень проектувальних робіт та суттєво скоротити терміни проектування. AutoCAD входить у більшість проектних систем, які використовуються конструкторами. У вищих версіях AutoCAD стала можливою підтримка 3d-друку, що дозволяє отримувати дослідні зразки і фізичні прототипи. Крім того, можливість використовувати параметризацію дозволяє при будь-яких змінах між об'єктами проектування підтримувати задані проектувальниками зв'язки. Тому розуміння процесів інформаційного проектування та вимог до створення та обігу електронної документації, дозволяє швидше адаптуватись в сучасний інформаційно-проектний процес.

Бібліографічний список

1. ДСТУ ГОСТ 2.051:2006. Електронні документи. Загальні положення.
2. ДСТУ ГОСТ 2.052:2006. Електронна модель виробу. Загальні положення.
3. Ванін В.В., Блюк А. В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навчальний посібник. – 4-те вид., випр. і доп. – К.: Каравелла, 2012, 200 с.
4. <http://goo.gl/C6zKtf>

ПРО ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО МЕТОДА ПОБУДОВИ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ДВОХ ПОВЕРХОНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ

Грітчина К.С., студент,

Гетьман О.Г., к.т.н.,

Білицька Н.В., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається можливість раціонального визначення лінії перетину двох поверхонь другого порядку.

Ключові слова – лінія перетину, поверхня другого порядку, посередники, метод концентричних та ексцентричних сфер.

Постановка проблеми. Існує низка задач на визначення лінії перетину поверхонь другого порядку, коли такі посередники як площини, концентричні сфери та інші. не дають можливості отримати бажаний результат. У таких випадках слід користуватися іншими методами.

Аналіз останніх результатів. При розв'язанні задач на перетин поверхонь другого порядку необхідно ретельно аналізувати можливість застосування того чи іншого метода.

Постановка завдання. При розв'язанні задач на перетин поверхонь виникає питання вибору оптимального посередника, за допомогою якого реалізується побудова.

Так наприклад, при знаходженні лінії перетину двох похилих конусів, похилих циліндрів, похилих конуса та циліндра існує можливість застосування площин-посередників окремого положення. але така побудова не тільки дуже громіздка, але й не дає можливість отримати всі характерні точки лінії перетину та визначитися з видимістю об'єктів та лінії перетину.

Тому при визначенні лінії перетину таких поверхонь у якості посередників застосовують площини загального положення. Така побудова не є простою, але вона позбавлена тих недоліків, про які наголошувалось вище.

При розв'язанні задачі на перетин двох прямих кругових циліндрів на перший погляд, найпростіший варіант – застосування у якості посередників площин окремого положення. Але при цьому для отримання результату треба побудувати три проекції зображення поверхонь. Схематична побудова однієї з випадкових точок наведена на рис.1.

Така побудова громіздка і, найголовніше, при розв'язанні таких задач, які часто зустрічаються при побудові робочих креслеників досить великої групи технічних деталей (вали, осі, штоки та інш.), не може бути застосованою, тому що кресленики деталей такого типу виконуються

переважно в одному зображенні. Фрагмент такого випадку показаний на рис.2.

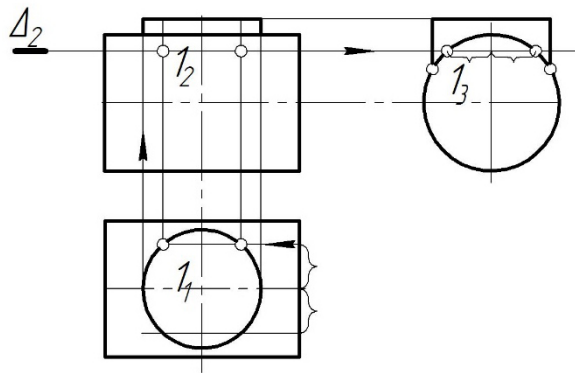


Рис. 1. Побудова випадкової точки.

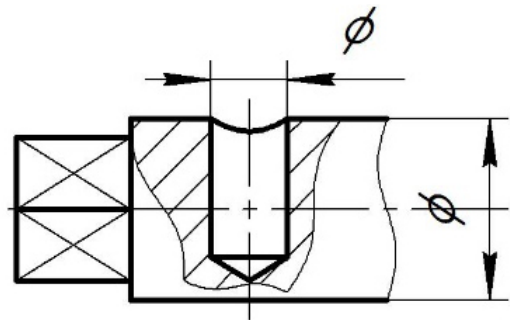


Рис. 2. Фрагмент деталі з отвором.

Метод концентричних сфер дозволяє вирішити питання про лінію перетину двох поверхонь, які є прямими круговими циліндрами, на одному зображенні [1]. Так, на рис.3 показана побудова крайньої лівої точки **1**, крайньої правої точки **2**, вказані R_{min} та R_{max} січних сфер, побудова двох найнижчих точок за допомогою R_{min} та побудова випадкових точок за допомогою січної сфери радіуса, що $R_{min} < R < R_{max}$.

Але є випадки, коли застосування площин-посередників неможливе, а використання метода концентричних сфер як посередників є нераціональним.

Розглянемо задачу на перетин зрізаного еліптичного конуса з круговою основою та однопорожнинного гіперболоїда обертання (рис. 4). Оскільки еліптичний конус не є поверхнею обертання, то метод концентричних сфер використовувати для розв'язання цієї задачі неможливо, а будь-яка січна площина не буде перетинати обидві поверхні разом по найпростішим лініям.

Але обидві поверхні мають по сімейству перерізів у вигляді кіл. Скористаємося цєю властивістю поверхонь для визначення лінії перетину цих поверхонь методом ексцентричних сфер [2].

Зразу ж знаходимо характерні точки лінії перетину $A(A_2)$, $B(B_2)$, $C(C_2)$, $D(D_2)$ на перетині твірних обрисів заданих поверхонь (рис.4).

Для виділення кругових перерізів конуса перетнемо його горизонтальною січною площиною $\Delta(\Delta_2)$. Вісь еліптичного конуса перетинається з нею у точці $N(N_2)$. Проведемо із точки $N(N_2)$ нормаль до площини $\Delta(\Delta_2)$ та отримаємо точку $O(O_2)$, яку використовуємо як центр

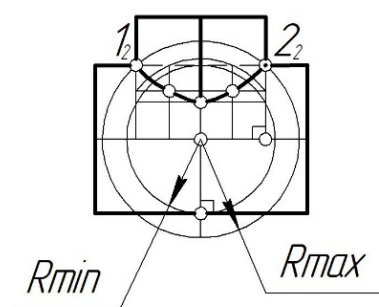


Рис. 3. Побудова лінії перетину поверхонь за допомогою сфер.

січної сфери і для однопорожнинного гіперболоїда обертання і для конуса. Так, січна сфера із центром у точці $O(O_2)$ перетинає конус по колу, яке розташоване у горизонтальній площині $\Delta(\Delta_2)$, а однопорожнинний гіперболоїд обертання – по колам, що розташовані перпендикулярно його осі. Перетин цих кіл і дає нам точки $F(F_2)$ та $E(E_2)$, що належать обом поверхням, тобто їх лінії перетину.

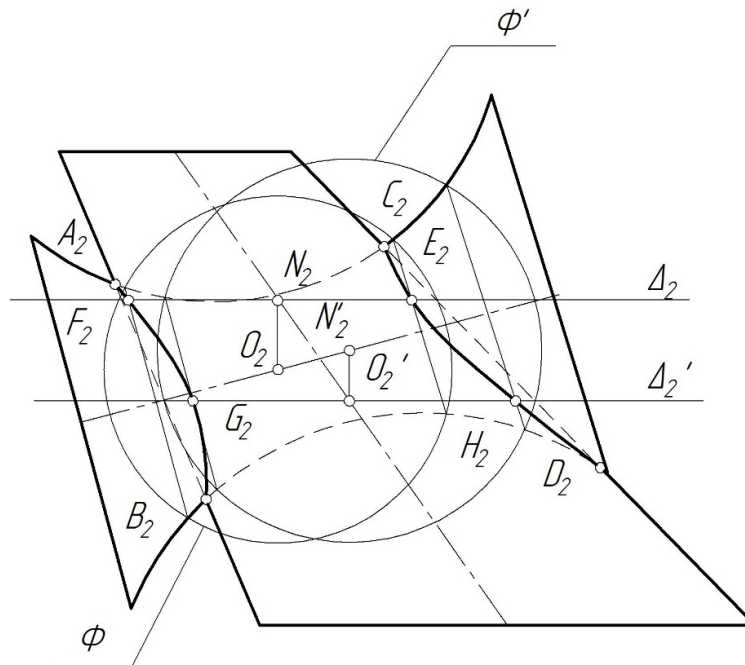


Рис. 4. Побудова лінії перетину поверхонь за допомогою ексцентричних сфер.

Застосувавши наступну площину $\Delta'(\Delta'_2)$, побудуємо центр нової січної сфери $N'(N'_2)$, яка дає можливість визначити точки $G(G_2)$ та $H(H_2)$. Таким чином, застосовуючи цей алгоритм, отримуємо необхідну кількість точок, що належать лінії перетину. З'єднавши ці точки, отримаємо фронтальну проекцію лінії перетину. Для побудови інших проекцій цієї кривої, використовуємо умову належності цих точок одній із поверхонь.

Висновки. При розв'язанні задач на перетин поверхонь другого порядку треба ретельно підходити до вибору посередників, за допомогою яких будується їх лінія перетину. Від їх вірного вибору залежить не тільки точність але й раціональність побудови.

Бібліографічний список

1. Ванін В.В., Перевертун В.В, Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка.- К.: Видавнича група ВНУ, 2009 – 400с.
2. Фролов С.А. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1983, 240 с.

МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ, ПОВ'ЯЗАНИХ З КОНСТРУЮВАННЯМ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ.

Грубич М. В., пошукач

Яблонський П.М., к.т.н.

Бакалова В.М., к.т.н

Юрчук В. П., д.т.н.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання про методи вирішення завдань, пов'язаних з конструюванням спряжених поверхонь.*

***Ключові слова** – методи розрахунку, методи розв'язання задач, конструювання спряжених поверхонь.*

Постановка проблеми: Основним і найбільш трудомістким завданням при конструюванні сполучених поверхонь є побудова або розрахунок перетину (профілю) шуканої поверхні. Профілювання сполучених поверхонь та їх дослідження зазвичай ведеться аналітичним, графічним або графоаналітичним методами, точно також як і рішення багатьох завдань з інших областей науки і техніки.

Відомо, що методи вирішення завдань завжди знаходилися в прямій залежності від рівня розвитку засобів, які мав конструктор при здійсненні розрахунків. До засобів такого роду відносяться: математичний апарат розрахунку (математичний аналіз, аналітична і диференціальна геометрія), апарат графічного відображення простору, а також засоби механізації і автоматизації розрахунково-графічних і логічних операцій. В останньому випадку говорять про графічних і аналітичних методах із застосуванням тих чи інших приладів ЕОМ.

Історично графічні (точніше, геометричні) методи розрахунку взагалі з'явилися значно раніше аналітичних. Мабуть тут не останню роль зіграла та обставина, що, як свого часу писав відомий французький геометр М. Шаль, - "Прийоми чистої геометрії в безлічі випадків являють собою простий і природний шлях, здатний проникати в саму суть питання і ведучий до ясного розумію його" . Чи не цим можна пояснити той факт, що навіть один з творців диференціального аналізу, видатний англійський учений І.Ньютон надав своїм основним праці "Philosophiae Naturalis Principal Mathematical (1691 p.) чисто геометричний характер.

Протягом всієї історії розвитку технічної думки графічні методи розв'язання задач були невід'ємною частиною технічного прогресу - як одне з найважливіших знарядь дослідження.

Чим приваблює дослідників графічний метод? Це перш за все - наочність методу, що дозволяє здійснювати безпосередній контроль за правильністю виконання завдання в процесі геометричних побудов.

Наукова новизна. Метод графічних побудов в ряді випадків більш простий, ніж аналітичний метод. На цю особливість звертав увагу ще Г.Монж.

Саме закони нарисної геометрії і послужили французькому геометру Т.Ольвія для розробки теорії і основних способів отримання взаємоогиначаючих поверхонь. Відомі способи профілювання спряжених поверхонь виникли в період найбільшого розквітку графічних методів розрахунку в техніці (з початку XIX століття) і пов'язані з ім'ям Рело, Понселе, Штюрмера та ін.

Основний недолік графічних методів полягає у відносно невисокої точності розрахунку, пов'язаної як з похибкою інструменту і товщиною лінії, так і з похибкою суб'єктивного порядку.

Аналітичні методи розрахунку не так наочні і зазвичай набагато складніші графічних побудов, зате основна їхня перевага полягає в практично необмеженій точності розрахунку, якщо не брати до уваги можливі теоретичні припущення, які іноді штучно вносять в розрахунок для спрощення обчислень.

Основна частина. Основи аналітичної теорії плоских зачеплень були закладені в XVIII столітті в Росії працями дійсного члена Петербурзької Академії Наук Л.П. Ейлера "Про те, яку форму слід надавати зубам обертових коліс". Користуючись засобами математичного аналізу Л.П. Ейлер прийшов до створення евольвентного зачеплення і вказав геометричний метод побудови профілів пов'язаних зубів. Протягом ось уже два століття теорія евольвентного зачеплення Л.П. Ейлера грає найважливішу роль в загальному машинобудуванні.

Робота Л.П. Ейлера була продовжена у Франції Т. Олів'є, який створив загальну теорію просторових зачеплень для передачі обертання непаралельними осями. Для розрахунку спряжених поверхонь зубів коліс Т. Олів'є застосував аналітичну теорію огиначаючих поверхонь, закладену ще в роботах Г. Монжа.

До революції в нашій країні класична робота Т. Олів'є була розвинена і перероблена російським вченим Х.И. Гохманом, який сам з цього приводу писав, що запропонований ним "аналітичний метод рішення задачі про зачепленнях полягає у приведенні у виконання способу Т. Ольвія, користуючись засобами аналітичної геометрії".

Графоаналітичні методи профілювання - це, перш за все, графічні методи, в яких певна частина побудов (зазвичай громіздких і трудомістких) замінюється аналітичними розрахунками. Ці методи точніші графічних і не так трудомісткі, як чисто аналітичні розрахунки. Вони часто дають можливість вести побудови при дуже великих масштабах і отримувати результати рішення з точністю, яка виключає необхідність в розрахунках часто аналітичних.

Якщо відкинути логічну сторону питання, то графічні та аналітичні методи вирішення завдань зводяться до виконання в певній послідовності ряду геометричних побудов і, відповідно арифметичних операцій над

числами. У багатьох випадках ці операції в принципі повторюються, виявляються надзвичайно громіздкими і вимагають більшої витрати часу і розумової напруги. Тому технічна і наукова думка здавна була спрямована на розробку, так званих, приладових методів графічних і аналітичних розрахунків.

Процес механізації графічних рішень почався з таких основних операцій, як проведення прямої через задані точки, відновлення і опускання перпендикулярів, проведення паралельних ліній, побудова заданих кутів, проведення дуг кола і т.п. У давнину вже відомі були прилади для побудови багатьох кривих, більш складних ніж коло. Однак, використання цих приладів в якості визначників довго стримувалося загальноприйнятою думкою, що приладовий метод вирішення завдань є механічний метод, але не геометричний. Тому всякого роду механізмобудівники не визнавалися офіційною наукою аж до 17 століття, коли Декарт і І. Ньютон допустили на перших порах в геометрію механічне відтворення алгебраїчних кривих.

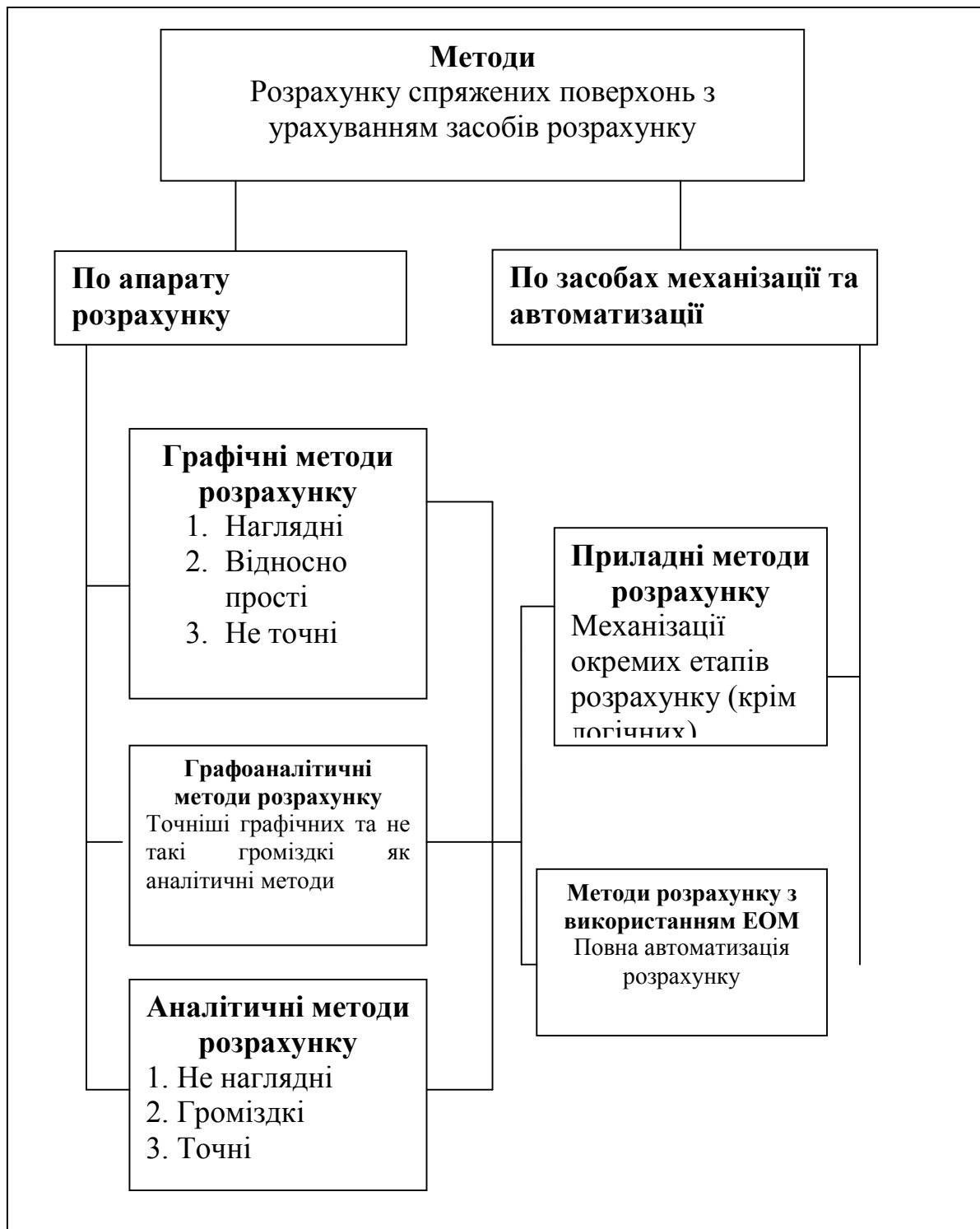
Друга половина XIX століття була найбільш плідною з точки зору удосконалення старих і створення нових креслярських інструментів і приладів. Зокрема, графічні і графоаналітичні методи розрахунку спряжених поверхонь передбачають вирішення ряду геометричних задач пов'язаних з проведенням нормалі до кривої з побудовою сімейства складних кривих, з імітацією відносного руху обкатки двох полів точок і т.п. Відповідно до цього з'явилися шаблони, лекала, дзеркальні лінійки для побудови нормалі до кривої, а також автоматичні пристрої, що імітують рухи обкатки як з постійними, так і зі змінними параметрами обкатки.

Значно більшою механізацією і автоматизацією піддалися аналітичні прийоми розрахунку. Першій на допомогу обчислювачеві прийшла лічильна дошка - абак (Китай, Індія). Пізніше, в Росії були створені рахунки (XIV - XV ст.), Потім з'явилися арифмометри, логарифмічна лінійка, всякого роду планіметри, інтегратори, гармонійні і диференціальні аналізатори і т.п.

І все ж приладові методи не дозволяють повністю автоматизувати процес розрахунку і тому лише частково полегшують працю дослідника і конструктора. Це пов'язано з тим, що логічна частина роботи в приладових методах розрахунку залишається поки що повністю за людиною.

Метод профілювання пов'язаних криволінійних поверхонь із застосуванням ЕОМ передбачає подальше вдосконалення і перегляд існуючих наближених аналітичних і графічних прийомів розрахунку з метою заміни їх теоретично точними і найбільш загальними, що дозволяють комплексно і варіаційно вирішувати питання, пов'язані з різними варіантами взаємного огинання поверхонь.

Методи розрахунку спряжених поверхонь з урахуванням коштів розрахунку приведені у таблиці 1 .



Таблиця 1

Висновок. Історичні данні будуть цікаві для інженерів та конструкторів, які займаються теорією спряжених поверхонь.

Бібліографічний список

1. *Юрчук В.П.* Спряжені поверхні в геометричних моделях формоутворення робочих органів коренезбиральних машин : Автореф. дис., д.т.н , -К., 2002.-36с.

ПОРІВНЯННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ 3D МОДЕЛЮВАННЯ В AUTOCAD І КОМПАС 3D

Гумен О.М., д.т.н.,

Віхманов В.І., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – приведені можливості побудови 3D моделей геометричних тіл у середовищах AutoCAD та КОМПАС 3D, редагування та створення 3D моделей технічних об'єктів складної форми, розглядається питання створення алгоритму побудови 3D моделі в середовищі КОМПАС 3D, реалізація алгоритму на певному прикладі.*

***Ключові слова** – інженерна комп'ютерна графіка, геометричне 3D моделювання, просторова модель, графічні редактори.*

Постановка проблеми. У даній роботі ставиться завдання сформулювати методику створення 3D об'єкта. Моделювання тривимірних об'єктів відбувається застосуванням відповідних програмних продуктів, що мають певну апаратну підтримку. Пропонується для побудови 3D моделі використовувати такі програмні продукти як AutoCAD та КОМПАС 3D. У статті на основі аналізу та досвіду застосування існуючих програмних пакетів створюються 3D моделі.

Аналіз останніх досліджень. Алгоритми виконання тривимірних зображень достатньо складних об'єктів приводяться у навчальних посібниках та публікаціях з AutoCAD та КОМПАС 3D [1, 2]. У цій статті пропонується полегшений спосіб побудови 3D моделей.

Формулювання цілей статті. З урахуванням недостатньої базової підготовки студентів першого курсу до сприйняття дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка», виникає необхідність доступного, оперативного та ефективного подання матеріалу стосовно основних методів створення і редагування просторових 3D моделей в середовищі AutoCAD та КОМПАС 3D.

Основна частина. Для побудови тривимірного зображення моделі об'єкта обрано 3D модель вала, що вивчається в розділі “Інженерна графіка”.

AutoCAD

У програмі AutoCAD можна створювати три типи моделей 3D об'єктів: каркасні, поверхневі і твердотільні.

Каркасні моделі являють собою моделі об'єктів, як би створені з дроту: вони не мають поверхонь, а просто дають уявлення про форму 3D об'єктів, показуючи їх ребра. Каркасні моделі в AutoCAD найбільш прості в побудові і являють собою, по суті, двомірні об'єкти, поміщені в

тривимірний простір. При їх побудові можна використовувати весь спектр інструментів, призначених для двомірного креслення в AutoCAD. Надалі вони бувають дуже корисні як основа при створенні поверхневих 3D моделей (рис. 1).

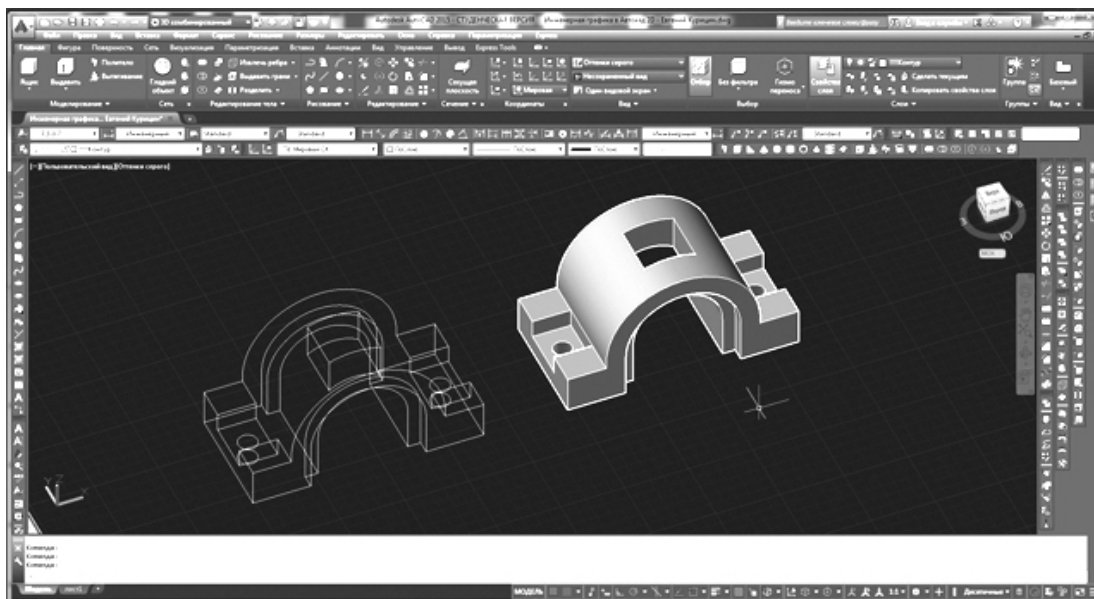


Рис. 1. Приклад побудови 3D моделі в AutoCAD

Інформацію про поверхні моделі, яка формує зовнішній вигляд об'єкта, несуть поверхневі моделі. При цьому поверхні можуть бути пофарбовані, а самі поверхневі моделі можуть закривати об'єкти, що знаходяться позаду них. Загалом, поверхнева модель являє собою, по суті, каркасну модель, обтягнуту будь-яким матеріалом (тканиною, папером). Вона дає уявлення про зовнішній вигляд об'єкта, але абсолютно не враховує того, що знаходиться всередині об'єкта. Поверхневі моделі дуже добре використовувати для побудови об'єктів незвичайної форми: вони дають повне уявлення про форму об'єктів, і цього може бути цілком достатньо. Адже не у всіх випадках потрібні твердотільні 3D моделі з їх особливостями.

Найбільшу інформацію про модельовані об'єкти несуть твердотільні 3D моделі (їх ще називають просто тілами). При цьому вони дозволяють враховувати те, що всередині об'єкт не є порожнім. Завдяки цьому можна комбінувати тіла, об'єднуючи і віднімаючи їх, і створювати таким чином нові, більш складні моделі. Якщо твердотільну модель розрізати, то стане видно її внутрішній устрій. З поверхневими об'єктами це робити не можна, так як у цьому випадку маємо справу лише з набором поверхонь.

КОМПАС 3D

У системі КОМПАС 3D базові можливості включають в себе функціонал, який дозволяє спроектувати виріб будь-якого ступеня складності в 3D, а потім оформити на цей виріб комплект документації, необхідний для його виготовлення відповідно до діючих стандартів.

КОМПАС 3D – система тривимірного моделювання, що стала

стандартом для тисяч підприємств, завдяки вдалому поєднанню простоти освоєння і легкості роботи з потужними функціональними можливостями твердотільного і поверхневого моделювання. Ключовою особливістю продукту є використання власного математичного ядра і параметричних технологій, розроблених фахівцями АСКОН.

Побудову моделі в КОМПАС 3D розглянемо на прикладі вала (рис. 2).

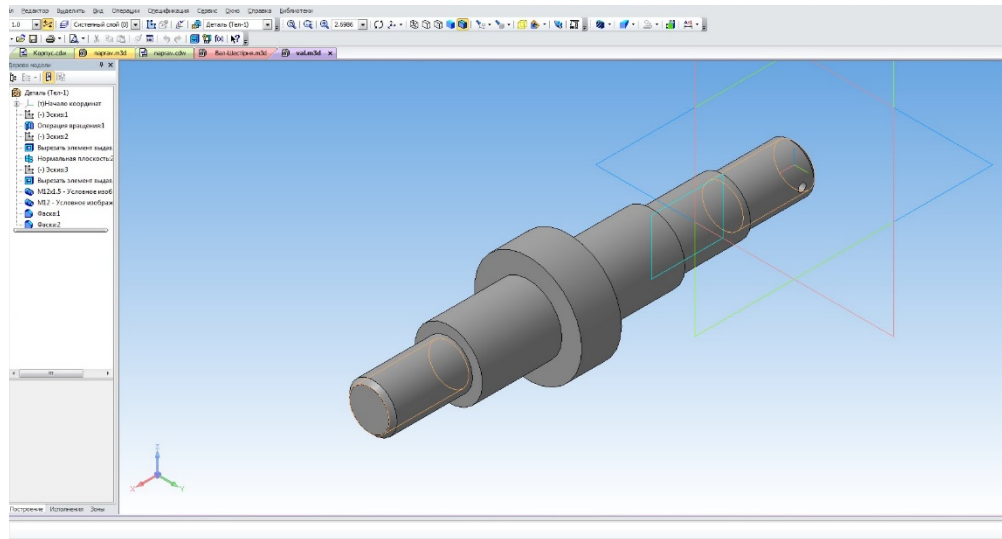


Рис. 2. Побудова вала в КОМПАС 3D

Вал – осесиметрична деталь, тому побудову 3D моделі проводимо за допомогою операції обертання. На Панелі властивостей на вкладці **Параметри** вказуємо **Спосіб побудови – Сфероїд**, щоб програма не побудувала тонкостінний вал, а на вкладці **Тонка стінка** вибираємо **Тип побудови тонкої стінки – Ні**. Створюємо об'єкт і вибираємо режим відображення 3D деталі **Півтонове** на панелі інструментів **Вид**. Фаски, округлення зазвичай будують за допомогою відповідних команд, розташованих на панелі інструментів.

Формуємо шпонковий паз (рис. 3). Для цього потрібно спочатку створити площину, на якій буде розташовуватися ескіз паза. Можна створити дотичну площину або зміщену. В даному випадку краще використовувати дотичну площину (перевіряємо це твердження, побудувавши зміщену площину на відстані 45/2 мм від площини ZX). Вибираємо в Головному меню: **Операції – > Площина – > Дотична**. Вказуємо циліндричну поверхню, тобто ступінь вала, до якого буде побудована дотична площина. У дереві побудови моделі натискаємо на напис "Площина XY", щоб побудувати дотичну площину, скасовуємо побудову наступної. Далі виділяємо створену площину і переходимо в режим створення ескізу паза. Скопіювавши контур паза з кресленика вала, розташовуємо його на відстані 286 мм від початку координат за допомогою допоміжних ліній, як показано на рисунку 3. Можна також було замість команди **Ескіз** використовувати команду **Ескіз з бібліотеки**, вибрати **Пази – > Паз 1**, а потім змінити розміри на задані за креслеником.

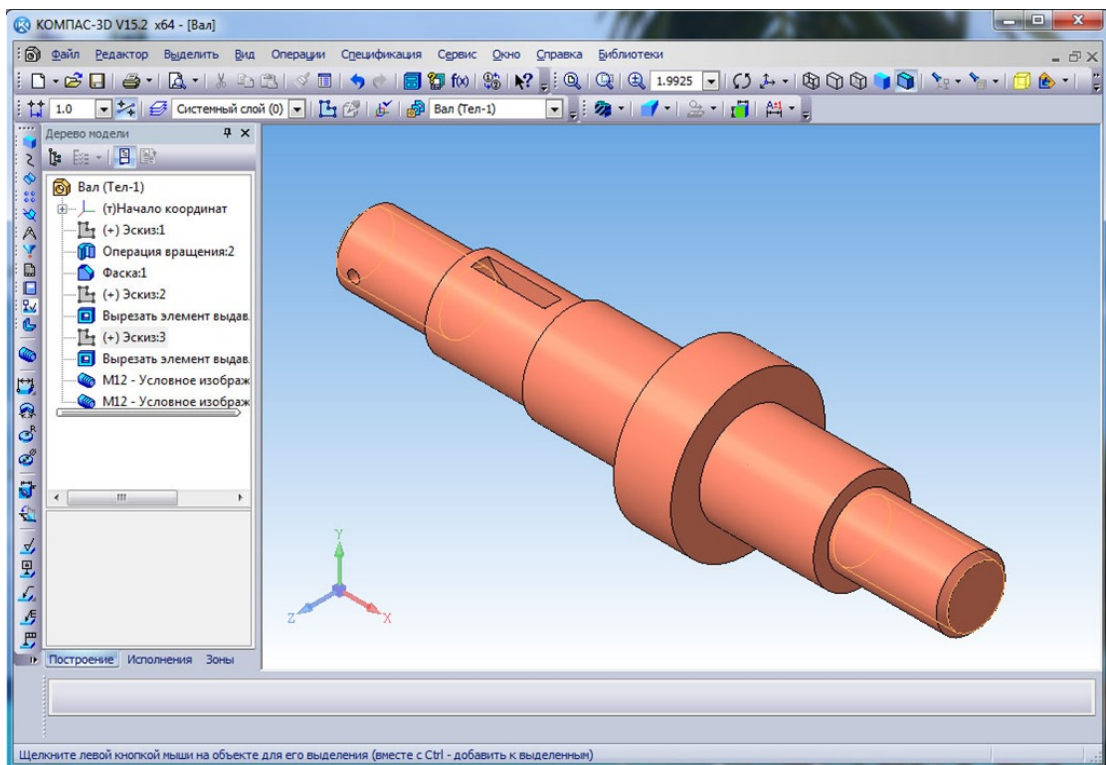


Рис. 3. Формування шпонкового паза

Тепер на панелі інструментів Редагування деталі вибираємо команду **Вирізати видавлюванням** і в поле **Відстань** вводимо значення 5,5 мм – глибина паза.

Висновки. Сучасні апаратні засоби дозволяють проводити обчислення великих масивів графічної інформації в короткі проміжки часу, величезна доля ресурсів припадає на графічні процесори для розрахунку інформації при створенні спецефектів. Основний упор робиться на створення та передачу зображень з великою детальністю, що вимагає значної кількості обчислювальних операцій. Розвиток програмних та апаратних засобів комп'ютерної графіки відбувається хоча й незалежно один від одного, але ж розробники повинні враховувати апаратні можливості.

У статті проаналізовано поширені методи обробки та підготовки 3D моделі до її застосування. Встановлено, що при моделюванні кінематичних поверхонь та поверхонь за перерізами доцільніше користуватись КОМПАС 3D. А при необхідності моделювати фігури обертання або поверхні, що неможливо або важко створити вищезгаданими методами, ефективнішим є AutoCAD.

Бібліографічний список

1. Ванін В.В. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AUTOCAD: навч. посіб. / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична. – К.: Каравела, 2005. – 336 с.

2. Хрящев В. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD: уч. пособ. / В. Хрящев, Г. Шипова. – СПб: BHV, 2006. – 224 с.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ PERAKURA ДЛЯ СТВОРЕННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОЇ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ

Гумен О.М., д.т.н.,
Тацький Є.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – у статті розглядається спосіб створення певних матеріальних об'єктів на основі комп'ютерної моделі, перераховані можливі переваги та недоліки цього способу, розглядаються також можливі шляхи подальшого розвитку методу.*

***Ключові слова** – моделювання, 3D-модель, розгортка.*

Вступ. Цифрове моделювання почало свій розвиток напевно ще з часів створення перших ЕОМ, коли для вирішення тієї чи іншої задачі люди почали використовувати комп'ютери. Наразі досить тяжко уявити сучасне суспільство без них. Зустріти ці пристрої можна всюди, від складних виробничих процесів до домашнього користування задля розваги. Достатньо широкого використання набули так звані тривимірні (3D) моделі, які широко використовуються для моделювання та проектування уже створених або тільки запланованих об'єктів.

Постановка проблеми. Досить часто 3D-моделі використовуються для подальшого створення матеріальних об'єктів, однак у некомерційних або любительських проєктів можуть виникнути певні труднощі зі створенням матеріальної моделі, виконаної на основі заданого цифрового об'єкта. Адже створення якісної моделі потребує чималих фінансових затрат.

Аналіз останніх досліджень. Наприкінці XX століття почала активно розвиватися технологія 3D-друку, проте навіть тепер, коли 3D-принтери знаходяться в достатній кількості на ринку, дана технологія потребує немалих фінансових витрат для її застосування. Технологія 3D-друку зараз являється достатньо прогресуючою, адже дозволяє використовувати різні матеріали та створювати найбільш непередбачувані речі, такі як людські органи або їжу. Найбільш поширений та найдешевший тип 3D-принтерів для домашнього користування працює на основі плавлення матеріалу, з якого виготовляється та чи інша деталь. Однак, 3D-друк є представником невпинного наукового прогресу, що швидко знаходить собі місце в нашому повсякденному житті, але не обмежує його.

Формулювання цілей (постановка завдання). Моделювання не повинно обмежуватись виключно новітніми технологіями, а виробничі

процеси мають виконувати поставлену їм задачу з певною точністю, якої потребує проект, але окрім того мають бути порівняно недорогими. Метою виконаних досліджень є знаходження порівняно недорогого способу створення матеріальної моделі на основі заданого цифрового 3D-зображення, що підійшло б як для домашнього користування, так і для налагодження невеликого виробництва.

Основна частина. Під час проведення досліджень, спираючись на власний практичний досвід, було виділено ряд етапів для одержання певної матеріальної моделі:

1. Знаходження або створення ескізів бажаного об'єкта.
2. Створення його 3D-моделі.

3. Переведення моделі з цифрової в матеріальну. Етапи 1 та 2 можуть бути замінені пошуком готової 3D-моделі, якщо виконавець не має достатніх навичок роботи з САПР або якщо модель можна знайти у вільному доступі [1, 2].

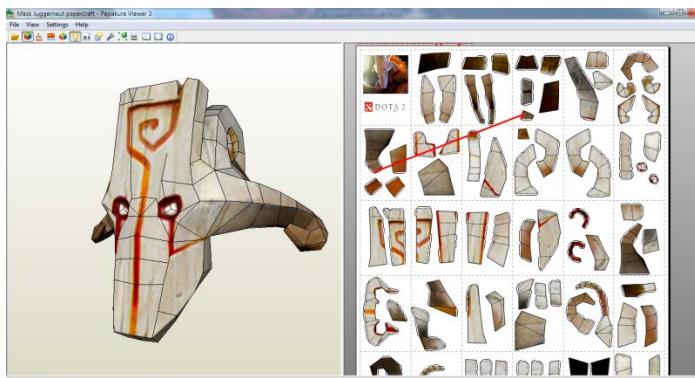


Рис. 1. Інтерфейс програми Pepakura Designer

Як базову програму було обрано **Pepakura Designer** від японського розробника **Tama Software©** [1], яку випущено в 2008 році. Дане програмне забезпечення, що перебуває у вільному доступі в мережі Інтернет, було обране тому, що дана програма дозволяє створити розгортку будь-якої 3D-моделі по полігонах та

виведення її для друку на папері для подальшого склеювання.



Рис. 2. Трофей маска Predator. Основа – паперовий каркас, створений за допомогою Pepakura. Автор – Сергій Бездворних

Програма може працювати з файлами формату *.obj та *.3ds [3], що значно спрощує імпорт файлів до цього середовища (рис.1). Після імпорту в програмі передбачено автоматичне розгорткування по полігонах, масштабування, виокремлення частини об'єкта, переміщення частин розгортки по аркушах, розрізання або з'єднання граней, переміщення клапанів склеювання для зручного збирання моделі.

Якщо зібраної паперової моделі буде достатньо, то на цьому можна закінчити роботу над нею, але оскільки програма була з самого початку створена для виготовлення реплік з фільмів (рис.2), мультфільмів чи комп'ютерних ігор, то виготовлену паперову модель у подальшому обробляють, армуючи її, наносячи шпаклівку для

вирівнювання полігонів та позбавлення надлишкової рельєфності. Після цього модель можна використовувати, щоб створити силіконовий чи гіпсовий молд для відливки копій з пластику чи легкоплавких сплавів залежно від матеріалу, з якого виконано молд.

До основних плюсів програми можна віднести:

1. Програма знаходиться у вільному доступі.
2. Інтерфейс програми дуже простий.
3. Матеріали, що потрібні для роботи, недорогі, розповсюджені.
4. Підтримка основних форматів 3D-моделей.
5. Можливість експорту готових розгорток у формати *.pdf або у векторне зображення.

Але програма має також ряд незначних мінусів, серед яких можна виокремити:

1. Англomовна версія, відсутність офіційного русифікатора.
2. Автоматичне розгортання не можна назвати ідеальним.

Висновки. Існують програмні засоби для створення матеріальних об'єктів з віртуальних 3D-моделей, які не потребують особливих матеріальних затрат і водночас можуть забезпечити всім необхідним для виконання якісної роботи.

Програма Pepakura була створена досить недавно, але вже встигла наповнити пострадянський простір речами, зробленими з її безпосередньою участю. Вона порівняно молода, тому про всі можливі сфери її застосування достовірно сказати зараз ще не можна. Це широкий простір для подальших досліджень.

Бібліографічний список

1. <http://www.tamasoft.co.jp/pepakura-en/> – сайт розробника програми.
2. http://vk.com/pepakura_papercraft – група в соцмережі ВКонтакті з каталогами готових розгорток, уроками по користуванню програмою Pepakura.
3. <http://pdoshka.ru/> – каталог файлів формату *.pdo.

ЕКСТРЕМУМИ В ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧАХ: ОСНОВНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ

Дворник В.А., студентка гр. ІС-53, ФІОТ,

Яблонський П.М., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається аналіз різних методів розв'язування геометричних задач на екстремуми.*

***Ключові слова** – поняття екстремуму, задачі на екстремуми, геометрія.*

Постановка проблеми. Підбір нестандартних задач геометричного змісту є дуже складною справою в порівнянні з підбором алгебраїчних чи навіть логічних задач. Тема статті присвячена більш вузькому розділу геометричної науки – екстремальним задачам.

Актуальність даної теми полягає в тому, що геометричні задачі на екстремум є початком зародження таких напрямків в науці, як дискретна геометрія та комбінаторна геометрія та пов'язаних зі знаходженням оптимальних чи економічних режимів роботи певних механізмів або складних систем.

Багато задач геометричного змісту є типовими задачами на екстремум. У цих задачах при виконанні певних умов необхідно знайти найбільше або найменше значення певної геометричної величини. Кожній з цих величин можна поставити у відповідність певну формулу, яка виражає шукану величину як функцію інших величин. Проте сама функція в готовому вигляді не задана. Її треба визначити з умов задачі.

Тому метою роботи було вивчення різних методів вирішення екстремальних задач та адаптація їх до університетського курсу математики.

Аналіз останніх досліджень. Був проведений огляд основних теорем та задач на екстремум та проведено їхнє порівняння з точки зору ефективності застосування. Разом з тим, в елементарній математиці розглянуто цілий набір прийомів розв'язування екстремальних задач, наприклад, застосуванням методу перебору при заданих обмеженнях, встановленням області значень функції, застосуванням дзеркальної симетрії.

Формулювання цілей. Аналіз елементарних методів розв'язування геометричних задач на екстремум; розгляд задачі на знаходження найбільшого або найменшого кута, площі, периметру та задачі прикладного змісту.

Основна частина. Історія розвитку задач на екстремуми. Екстремальними задачами люди цікавилися з античних часів. У Стародавній Греції ще до VI століття до н.е. вже знали про екстремальні властивості кола і кулі: серед фігур на площині з однаковим периметром найбільшу площу має коло, а куля має максимальний об'єм [5].

Історія зберегла легенду про наступну найдавнішу екстремальну задачу, вона відома, як задача Дідони. Фінікійська царівна Дідона (IX століття до н.е.) вирішила організувати поселення на березі затоки, яка їй сподобалася у Північній Африці. Вона вмовила вождя місцевого племені віддати їй шматок землі, який можна було охопити шкірою вола. Воїни Дідони розрізали шкіру на тонкі смужки. Дідона охопила шматок землі на березі затоки ременем, який був складений з цих смужок. Так виникло місто Карфаген. Завдання Дідони полягає у вказуванні форми кордону ділянки, що має задану довжину, коли площа ділянки максимальна. Якщо знати екстремальну властивість кола, то рішення приходить одразу: кордон ділянки являє частину кола, що має задану довжину[4].

Екстремальними задачами займалися чимало античних вчених (Евклід, Архімед, Аристотель та інші). Після загибелі античної цивілізації наукове життя в Європі стало відроджуватися лише в XV столітті. Задачі на екстремуми опинилися серед тих, якими цікавилися найрозумніші люди на той час. Якщо в античні часи задачі на екстремуми досліджувалися лише геометричними методами й кожна для свого розв'язування вимагала специфічного прийому, то в XVII столітті з'явилися загальні методи вивчення завдань на екстремуми, що призвели до створення диференційного і інтегрального обчислень [5].

Способи розв'язання задач на екстремуми. Є багато різноманітних прийомів та фізичних методів розв'язування задач на екстремуми, як аналітичні (перебору, оцінки, нерівностей та ін.) та геометричні (перетворення в площині, оцінки, перебору). Кожен метод по-своєму унікальний і неповторний. Ці прийоми можна віднести до елементарних, так як вони не припускають застосування математичного аналізу, а обмежуються алгебраїчним чи геометричним підходом до розв'язання задач на екстремум. Ці методи використовуються для вирішення невеликого класу задач на екстремум, але вони є важливими, так як актуалізують знання із області алгебри чи геометрії.

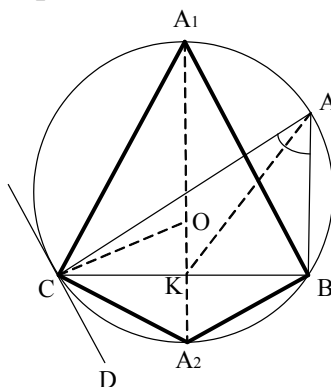
Метод перетворення на площині. Цей метод притаманний для розв'язку геометричних задач на екстремум. Суть методу розкривають наступні пункти:

Нехай шукаємо екстремум елемента X фігури F , однозначно визначеного елементами X, a_i ($i=1,2,\dots,n$).

1. Надаємо елементу X певного значення $X=C$ і розв'язуємо задачу на побудову фігури F за даними елементами X і A_i .

2. Розв'язавши попередню задачу, елемент C вважаємо змінним. Застосувавши деякі перетворення площини, помічаємо особливості, які виникають при набутті елементом X максимального або мінімального

Позначимо через x довжину медіани КА (рис.1.1). Елементу x надається певне значення, наприклад $x = m_a$. Потрібно побудувати трикутник F за даним кутом α , який лежить проти сторони a , і за медіаною m_a . В цій задачі видно, що довжина медіани m_a змінна і фіксуються ті особливості, які виникають при досягненні медіаною максимального і мінімального значень.



Розв'язання. Провівши дві довільні прямі EF і E_nF_n , з трикутників BEF і BE_1F_1 робимо висновок, що $S_{BEKF_n} < S_{BE_1F_1} < S_{BEF}$, де $ME=MK$, $S_{BEKF_n} > S_{BE_nF_n}$ (рис. 1.2). Оскільки $\triangle MEE_n = \triangle MKF_n$, то $MF_n = E_nM$. Отже $S_{BEF} > S_{BE_1F_1} > S_{BEKF_n} = S_{BE_nF_n}$, де $ME=MK$ і $KF_n \parallel AB$ за побудовою. Оскільки $\triangle MEE_n = \triangle MKF_n$ як центрально-симетричні, то $MF_n = ME_n$ [3].

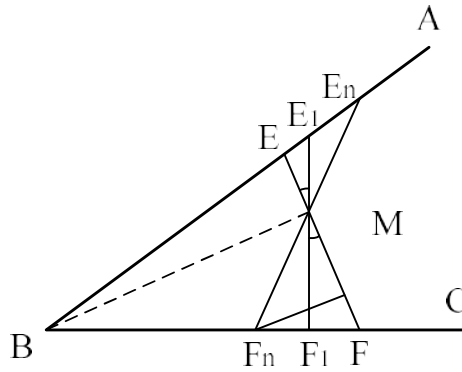


Рис. 1.2.

Метод оцінки. Суть методу розвивається таким чином. Розглядається конкретний вираз (або певна геометрична фігура F , виділяють одну або кілька величин, які характеризують даний вираз (або фігуру F). Вимагається оцінити відокремлену величину або сукупність величин, тобто довести, що величина Z задовольняє одну із нерівностей $Z < M$ або $Z > m$, де M і m визначаються умовами задачі.

Задача 1.3. Паркетну підлогу вистеляють з дощечок, що мають форму правильних багатокутників із стороною 1. Які багатокутники треба використати, щоб кількість їх була найменшою.

Розв'язання. Величина кута правильного n -кутника дорівнює $\frac{2d(n-2)}{n}$ і $4d$ – величина повного кута. Звідси кількість його сторін дорівнює $f(n) = 4d: \frac{2d(n-2)}{n} = \frac{2n}{n-2} = \frac{2(n-2)+4}{n-2} = 2 + \frac{4}{n-2}$, де $n > 2$. Оскільки $f(n)$ і n – натуральні числа, то $2 < n \leq 6$; $\min f(n) = \min \frac{2n}{n-2} = 3$ при $n = 6$.

Отже, доцільно користуватися паркетними дощечками, які мають форму правильного шестикутника[1].

Задача 1.4. Визначити, якої найбільшої товщини дерево можна розрізати на верстаті з круглою пилою, якщо її радіус дорівнює 300 мм, вріз АВ дискової пили дорівнює 500 мм (рис. 1.3).

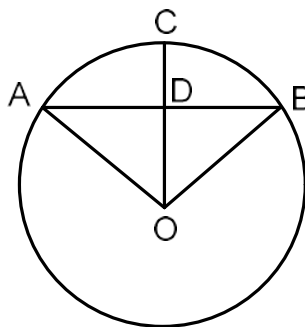


Рис. 1.3.

Розв'язання. Позначимо через h товщину дерева, яка не повинна перевищувати CD , тобто $h \leq CD$ (рис. 2.14) CD виражається через OC , OB і BD так: $CD = OC - OD = OC - \sqrt{OB^2 - BD^2} \approx 134$. Оскільки $h \leq CD = 134$ мм, то $\max(h) = 134$ [2, 24].

Задача 1.5. Точка М рухається по контуру квадрата ABCD. Під яким найменшим кутом може бути видно діагональ квадрата з точки М?

Розв'язання. Очевидно, що $90^\circ \leq \angle AMC \leq 180^\circ$ (рис. 1.4). Звідси $\min(\angle AMC) = 90^\circ$ [2].

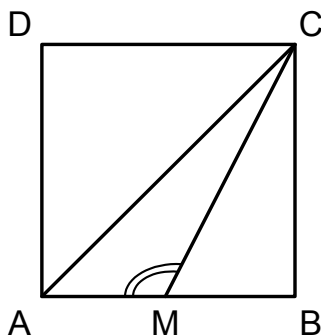


Рис. 1.4.

Висновки. Отож, розв'язання таких задач на екстремум сприяє формуванню наукового світогляду за рахунок формування поняття про дослідження реальних ситуацій за допомогою математичних моделей.

Ознайомлення з розв'язанням задач на знаходження найбільшого і найменшого значення дає уявлення про застосування математики до розв'язання прикладних задач.

Набуття навичок та умінь визначення найбільшого та найменшого значення функції має велике значення для розв'язування великої кількості задач практичного змісту, які піднімають рівень математичної свідомості. Такі задачі виникають там, де треба з'ясувати, як отримати потрібний результат з найменшою витратою засобів, матеріалу, часу. Вміння розв'язувати такі задачі набуває важливого значення у зв'язку з проблемою підвищення ефективності та якості у багатьох сферах діяльності людини. Універсальним є метод розв'язування таких задач, заснований на використуванні похідної, а завдяки сучасним технологіям дає велику економію часу в отриманні глибоких знань з даної теми.

Бібліографічний список

1. *Актершев С. П.* Задачі на максимум і мінімум. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 192 с.: мал. – ст. 1 – 2, 87 – 102.
2. *Г.М. Возняк, К.П. Маланюк.* Прикладна спрямованість шкільного курсу математики. Розв'язування екстремальних задач. Методичний посібник. Київ “Радянська школа” 1984.
3. Математика в задачах. Збірник матеріалів виїзних шкіл команди Москви на Всеросійську математичну олімпіаду / Під ред.. *А. А.Заславського, Д. А. Пермякова, А. Б. Скопенкова і А. В. Шаповалова.* – ст. 228 – 235.
4. *Протасов В.Ю.* Максимуми і мінімуми в геометрії [Текст] / *В.Ю. Протасов* //.- М.: НЦНМО, 2005.- 56 с.
5. *Тихомиров В.М.* Розповіді про максимуми і мінімуми [Текст] / *Тихомиров В.М.* // М.: НАУКА, 1986.- 192 с.

ТРЬОХКОМПОНЕНТНА ПРИРОДА КОЛЬОРУ НА ПРИКЛАДІ КОЛІРНОЇ МОДЕЛІ RGB

Дубіна А. В., студентка гр. ІС-51, ФІОТ,

Яблонський П. М., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається адитивна RGB модель кольору, історія та застосування.

Ключові слова – колір, змішування кольорів, колірні моделі, RGB модель, кінескоп.

Постановка проблеми. Ми дивимося на предмети і, характеризуючи їх, говоримо приблизно так: великий, м'який, зеленого кольору тощо. Тобто, описуючи той чи інший предмет, у більшості випадків згадується колір, так як він несе велику кількість інформації. Насправді тіло не має певного кольору. Саме поняття кольору тісно пов'язане з тим, як людина (людський зір) сприймає світло; можна сказати, що колір зароджується в оці.

Аналіз останніх досліджень. Системи відображення графічної інформації діють на зоровий апарат людини, тому повинні враховувати як фізичні, так і психофізіологічні особливості зору [1, 2].

Формулювання цілей (постановка завдання). Наука про колір – це досить складна і широкомасштабна наука, тому в ній час від часу створюються колірні моделі, що використовуються в тій чи іншій області. Крім цього, слід враховувати трьохкомпонентну природу кольору, що пов'язано з особливостями людського зору. У зв'язку з цим, саме вдосконалення існуючих колірних моделей, розробка нових і визначення областей їх застосування є одним з важливих завдань у комп'ютерній графіці [2].

Основна частина. В кінці 1850-х - на початку 1860-х років Джеймс Максвелл (рис. 1), нині відомий фізик, а тоді — молодий випускник Кембріджа, займався вивченням теорії кольору. Теорія кольору бере свій початок в роботах Ісаака Ньютона. Максвелл проводив експерименти по змішуванню кольорів, для яких використовував кольоровий «волчок» — прикріплений до осі диск, сектори якого були розфарбовані у різні кольори.

У своїх роботах Максвелл розвивав ідеї Томаса Юнга, який висунув припущення про існування трьох основних кольорів: червоного, зеленого і синього — у відповідності з трьома типами чутливих волокон в сітківці ока (рис. 2).



Рис.1. Молодий Джеймс Максвелл

У сітківці є два види фоторецепторів: палички і колбочки. Колбочки відповідають за колірний зір і, в свою чергу, поділяються ще на три види: одні чутливі до червоно-жовтої, інші — до зелено-жовтої, а треті — до синьо-фіолетової частини спектра [2].



Рис. 2. Будова людського ока

Так от, Максвелл з допомогою свого «вовчка» продемонстрував, що білий колір не можна одержати змішуванням синього, червоного і жовтого, як вважалося раніше, а основними кольорами є червоний, зелений і синій. Хоча Максвелл проводив свої дослідження ще в XIX столітті, кольорова модель RGB на практиці стала використовуватися пізніше — коли з'явилися телевізори та монітори, спочатку з електронно-променевою трубкою, а потім рідкокристалічні, плазмові та інші.

У сучасній комп'ютерній графіці для опису кольору використовуються різні математичні моделі — кольорні моделі (кольоровий простір), тобто — це спосіб опису кольору за допомогою кількісних

характеристик. Колірні моделі можуть бути апаратно-залежними (RGB і CMYK в їх числі) та апаратно-незалежними (модель Lab). В більшості сучасних візуалізаційних пакетів (наприклад Photoshop) передбачена можливість перетворення зображення з однієї колірної моделі в іншу [3].

Як відомо, у комп'ютерній графіці відтінки кольорів отримують шляхом змішування основних кольорів. Існує два методи змішування кольорів: адитивний і субтрактивний [4]. У колірній моделі RGB використовується адитивний.

Адитивний метод заснований на складанні кольорів (addition означає «складання»). Називається він так тому, що кольори утворюються шляхом додавання до чорного. Цей метод застосовується для одержання кольорів від випроміненого світла, зокрема, в комп'ютерних моніторах.

Як на папері відсутність кольору є білий колір, так на моніторі відсутність кольору — чорний. Кольори тут отримуються змішуванням трьох основних кольорів: червоного (Red), зеленого (Green) і синього (Blue). Суміш червоного і синього дають пурпурний (Magenta), синього і зеленого — блакитний (Cyan), зеленого і червоного — жовтий (Yellow). А змішання всіх трьох основних кольорів — білий.

У колірній моделі (просторі) кожному кольору можна поставити у відповідність строго визначену точку. У цьому випадку колірна модель — це просто спрощене геометричне представлення, засноване на системі координатних осей і прийнятого масштабу.

Так і в моделі RGB є три основні складові кольору, її можна уявити у вигляді куба. Виходить, що кожна точка в просторі цього куба (яку можна задати за допомогою трьох координат) — певний колір (рис. 3).

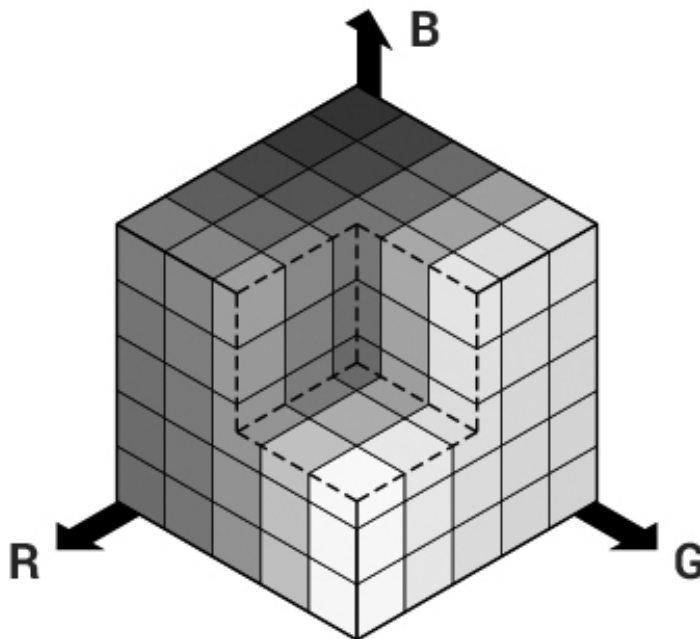


Рис. 3. Колірний куб моделі RGB

У комп'ютерній техніці кожна з координат часто задається цілим числом від 0 до 255 (рис. 4).

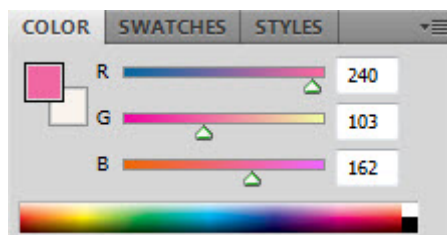


Рис. 4. Приклад задання кольору у RGB моделі цілими числами

Враховуючи велику кількість існуючих колірних моделей закономірно виникає запитання – навіщо потрібні різні колірні моделі і чому один і той же колір може виглядати по-різному?

Надаючи послуги дизайну як в області веб, так і в сфері поліграфії, ми нерідко стикаємося з питанням Клієнта: чому одні і ті ж фірмові кольори в дизайн-макеті сайту і дизайн-макет поліграфічної продукції виглядають по-різному? Відповідь на це питання полягає у відмінностях колірних моделей: цифрової та поліграфічної.

Колір комп'ютерного екрану змінюється від чорного (відсутність кольору) до білого (максимальна яскравість всіх складових кольору: червоного, зеленого і синього). На папері, навпаки, відсутності кольору відповідає білий, а змішування максимальної кількості фарб - темно-бурий, який сприймається як чорний.

Тому, при підготовці до друку зображення повинно бути переведено з адитивної моделі кольорів RGB у субтрактивну модель СМΥК. Модель СМΥК використовує протилежні вихідним кольори – протилежний червоному блакитний, протилежний зеленому пурпурний і протилежний синьому жовтий [5].

Висновки. Незважаючи на велику кількість існуючих колірних моделей проблема апаратної залежності не вирішена остаточно. Отже, актуальним є проведення подальших досліджень стосовно вдосконалення існуючих та розробки нових колірних моделей з метою зменшення їх апаратної залежності, що, в свою чергу дозволить, підвищити якість передачі та відтворення кольору.

Бібліографічний список

1. *Интернет-ресурс «ComputerGraphics»*. – Режим доступа: <http://computer-graphics.narod.ru/colors.html/>. Дата доступа : 11.04.2016.
2. *Интернет-ресурс «Википедия»*. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RGB/>. Дата доступа : 11.04.2016.
3. Кириленко А.П. Photoshop CS - стань профессионалом! Самоучитель / А.П. Кириленко // – СПб.: Питер. 2004. – 448 с.: ил.
4. *Интернет-ресурс «Sonikelf»*. – Режим доступа: <http://sonikelf.ru/znakomimsya-s-cvetom-vsyo-o-cvetovyx-modelyax-rgb-cmyk-hsvhsl-lab/>. Дата доступа : 11.04.2016.
5. *Интернет-ресурс «Nwpro»*. – Режим доступа: http://www.nwpro.ru/nwpro/about/blog/blog_id=230.html/. Дата доступа : 11.04.2016.

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА З ЕВОЛЬВЕНТНИМ ПРОФІЛЕМ ЗАСОБАМИ САПР

Дубовик Л.С., асистент

Болдирєва Л. В., асистент

Болдирєва М.О.

Яновський С. , студент

Національний авіаційний університет

Анотація – розглядається побудова 3D зображення зубчастого колеса з евольвентним профілем зуба.

Ключові слова – зубчасте колесо, евольвента, ділильне коло, основне коло.

Постановка проблеми. Методика створення 3D моделей деталей типу «Корпус» викладена в практикумі з комп'ютерної графіки, яким користуються студенти на лабораторних роботах, працюючи у програмі AutoCAD. Але створення 3-D зображення зубчастого колеса має певні особливості.

Формулювання цілей статті. Метою даної публікації є демонстрація побудови зуба з евольвентним профілем та об'ємного зображення циліндричного зубчастого колеса .

Основна частина. Головним елементом найбільш розповсюджених циліндричних коліс є зуб з профілем у вигляді евольвенти. Для даної форми побудови зуба застосовується спрощений варіант. Параметрами побудови є: діаметр ділильного кола, діаметр вершин зубців, діаметр впадин, стандартний модуль зачеплення, колова товщина зуба. Основне (початкове) коло, що визначає форму евольвенти, знаходиться геометричним шляхом побудовою нормалі до лінії зачеплення, що проходить під кутом 20° до дотичної до ділильного кола (Рис. 1).

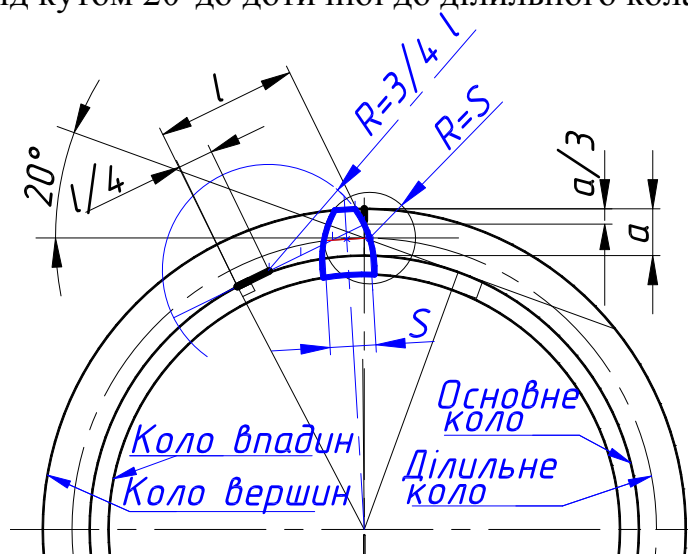


Рис.1. Параметри побудови зуба з профілем у вигляді евольвенти.

Подальші побудови пов'язані з геометричним знаходженням центрів і радіусів кіл, які визначають бічну поверхню зуба.

Після побудови одного зуба треба зробити його замкненим об'єктом для витягування на необхідну висоту (рис.2).

За командою «Круговий масив» будується необхідна кількість зубців (рис.3).

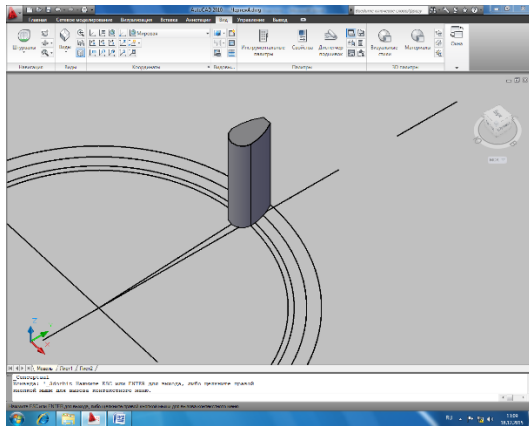


Рис. 2

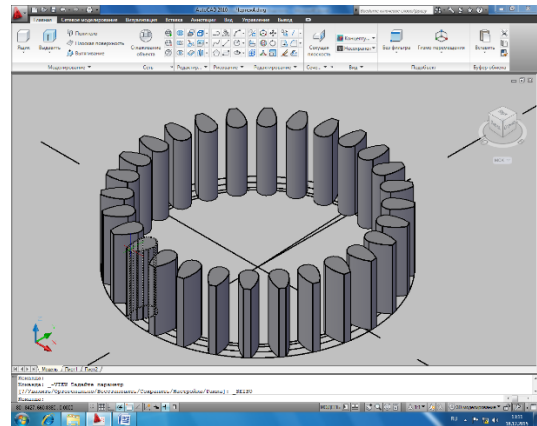


Рис.3

Наочне зображення діаметра впадин будується за командою «Видавити» (Рис.4). Після витягування циліндра впадин всі елементи об'єднують в єдиний твердотільний об'єкт (Рис.5).

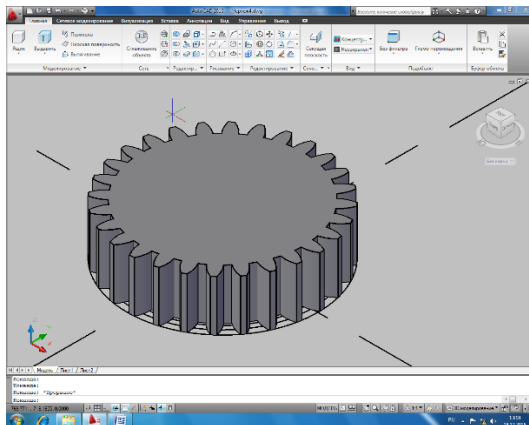


Рис.4

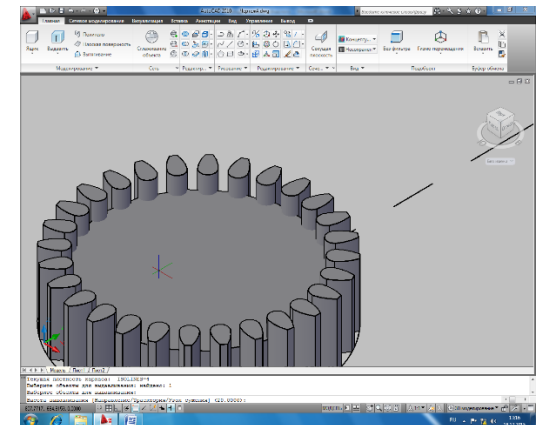


Рис.5

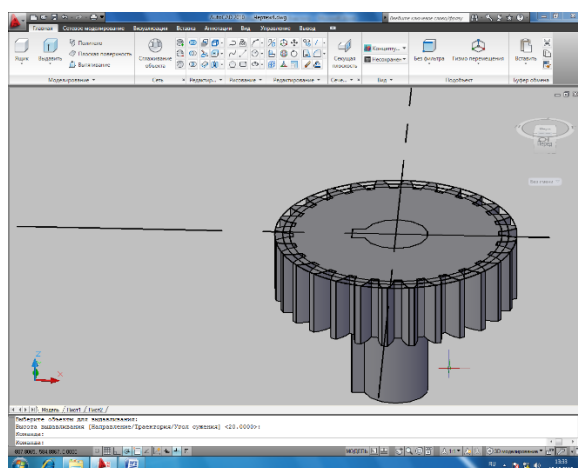
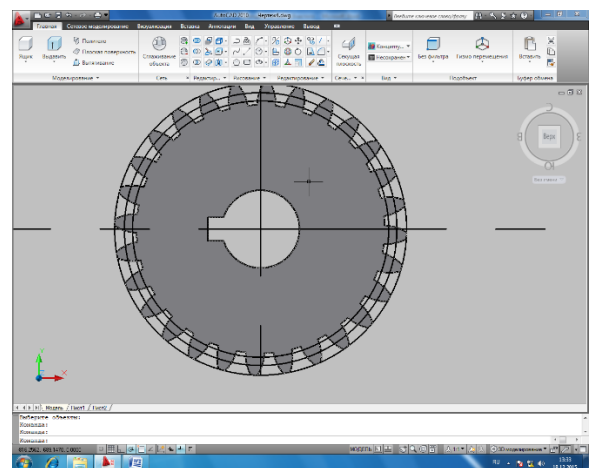


Рис.6



Форма ступиці формується в залежності від конструктивних особливостей реальної моделі (довжини ступиці, наявності шпонкового паза та ін.) (Рис.6).

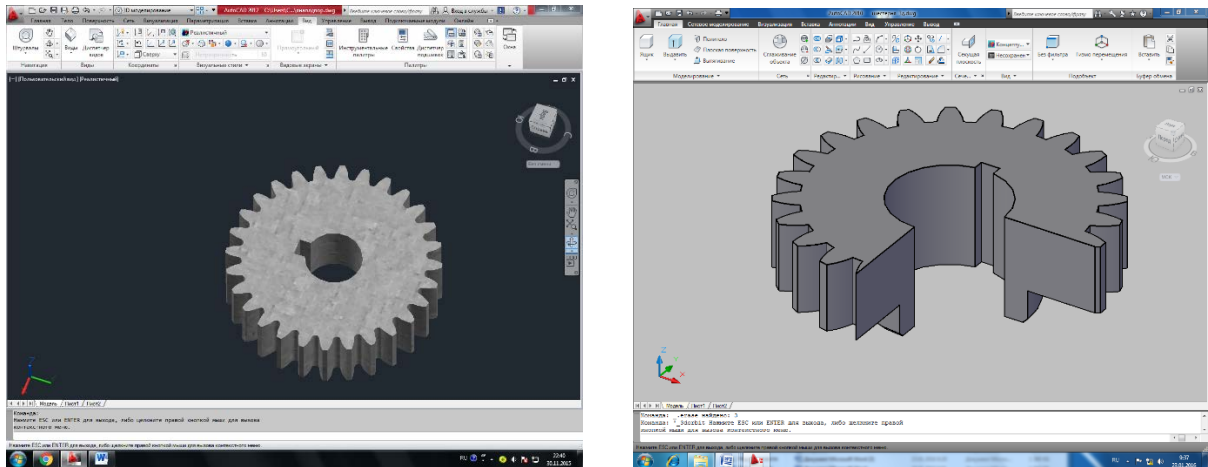


Рис.7

Для більшої наочності зображення зубчастого колеса виконується виріз частини поверхні або застосовується тоноване зображення з застосуванням матеріалів «3D палітри» (рис.7).

Висновки. Студентами СНК кафедри було розроблено кілька варіантів зубчастих коліс у вигляді електронних моделей, що дозволяє використовувати їх для більш ефективного пояснення студентам матеріалу про конструктивні особливості зубчастих коліс. Крім того, одна з методик візуалізації зубчастого колеса у вигляді евольвенти, надана в цій роботі, може бути корисною для інших студентів при виконанні 3-D моделей.

Бібліографічний список.

1. Бакалова В.М., Макаренко М.Г., Юрчук В.П. Використання AutoCAD в інженерній графіці. Практикум для студентів технічних напрямів підготовки – Київ, 2015.
2. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD. Навчальний посібник. – Київ «Каравелла», 2015.

МОДЕЛЮВАННЯ КОНТУРУ ТЕРМОПРОФІЛЮ НАБЛИЖЕНИМИ МЕТОДАМИ.

Залевська О.В.

Стадніченко Г.О., студент

Склярів Є.С., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» (Україна, м.Київ)

Анотація - роботі розглядаються наближені методи моделювання термограми розподілу теплового поля в околі розігрітої ділянки тильної сторони долоні, після дії точкового джерела тепла, а також фрактальна апроксимація контуру термопрофілю.

Ключові слова - фрактальна апроксимація, фрактальна розмірність, термограма, точкове джерело тепла, наближені методи моделювання, метод Рунге-Кутта.

Постановка проблеми. Для дослідження коефіцієнту теплопровідності, що характеризує процес розповсюдження тепла, необхідно розробити математичний апарат, що дає змогу визначити наявність порушення кровоплину. Апарат фрактальної геометрії дає можливість з деякою точністю апроксимувати термограму детермінованим фракталом.

Аналіз останніх досліджень. В роботі [1] розглянута методика досліджень термограми, на основі фіксування розподілу температурного поля на поверхні шкірового покриття після дії точкового джерела тепла у стані спокою.

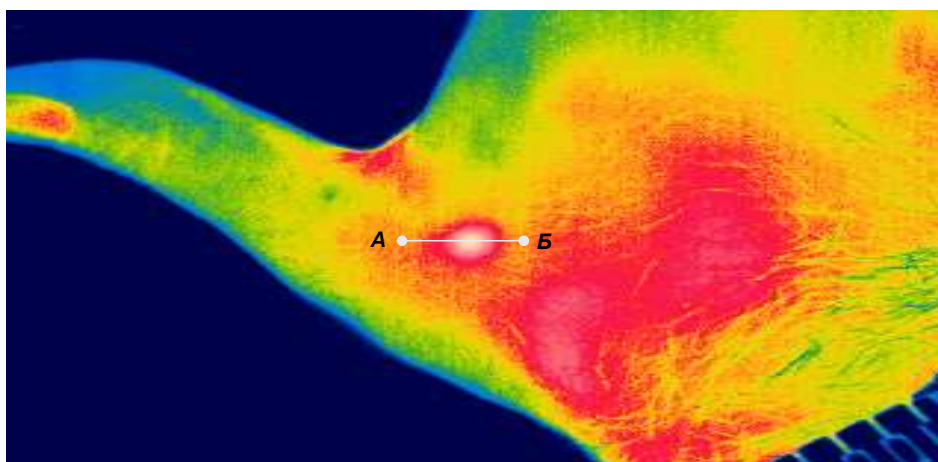


Рис. 1 Термограма поверхні шкірного покриття після дії точкового джерела тепла (а)

До поверхні тильної сторони долоні короткочасно (1-2 секунди) дотикалися тонким металевим стрижнем діаметром 2 мм, розігрітим до температури $T \approx 50^{\circ}\text{C}$ за допомогою інфрачервоного термографа. Зафіксовано розподіл теплового поля в околі розігрітої ділянки та його спектру теплового випромінювання (рис.1). В роботі [2] запропоновано спосіб апроксимування структури поверхневого шару композитного матеріалу, що базується на його фрактальній розмірності [3]-[4].

Апарат фрактальної геометрії надає математичний опис розповсюдження тепла на тильній стороні долоні під дією точкового джерела тепла, що дозволяє з визначеною точністю прогнозувати подальше розширення тепла на ураженій (або не ураженій) ділянці долоні. Для порівняння точності фрактальної апроксимації застосуємо і інші методи апроксимації – метод Рунге-Кутта 4-го порядку та метод квадратів.

Постановка завдання. Дослідити фрактальну розмірність розповсюдження тепла під дією точкового джерела, апроксимувати контур розповсюдження по експериментальним даним наведених в роботі [1] та встановити коефіцієнт розповсюдження тепла. Порівняти точність фрактальної апроксимації з іншими методами апроксимації.

Основна частина. На рис.1 зображена поверхня тильної сторони лодоні після дії точкового джерела тепла, а на рис.2 проміжний результат випромінювання у вигляді термопрофілю по лінії АБ, довжина якої на поверхні шкірового покриття відповідає 20мм.

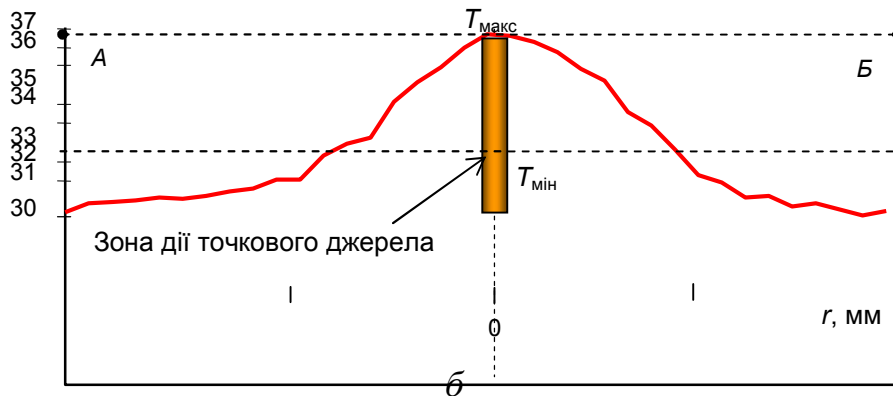


Рис. 2 Термограма поверхні шкірного покриття після дії точкового джерела тепла (а) та відповідний термопрофіль (б): $T_{\text{макс}} = 36,3^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{мін}} = 31,7^{\circ}\text{C}$; r – відстань від точки дії джерела тепла; $AB = 20$ мм

Розглянемо область дії джерела тепла G (рис.3). Виходячи з експериментальних даних область G за площею покриття становить $101,28 \text{ мм}^2$. Підраховуючи кількість пікселів, що увійшли до даної області маємо масштаб 2,5:1.

Для встановлення фрактальної розмірності покриємо область G n -мірними чарунками, де n визначається евклідовською розмірністю k з співвідношення $n = k - 1$.

Фрактальна розмірність визначається за допомогою показника Хаусдорфа-Безіковича. Оскільки, область G двовимірна, то для отримання фрактальної розмірності необхідно оцінити показник $N(l)$. З співвідношення $N(l) \approx l^{-D} (1)$, де D —фрактальна розмірність, l —довжина сторони чарунки (в данному випадку площа чарунки зі стороною l), $N(l)$ —показник Хаусдорфа-Безіковича (кількість чарунок необхідних для покриття).

$$N(l) \approx l^{-D} (l), -D \approx \log_{l(l)} N(l), D \approx \log_{l(l)} N(l)^{-1}$$

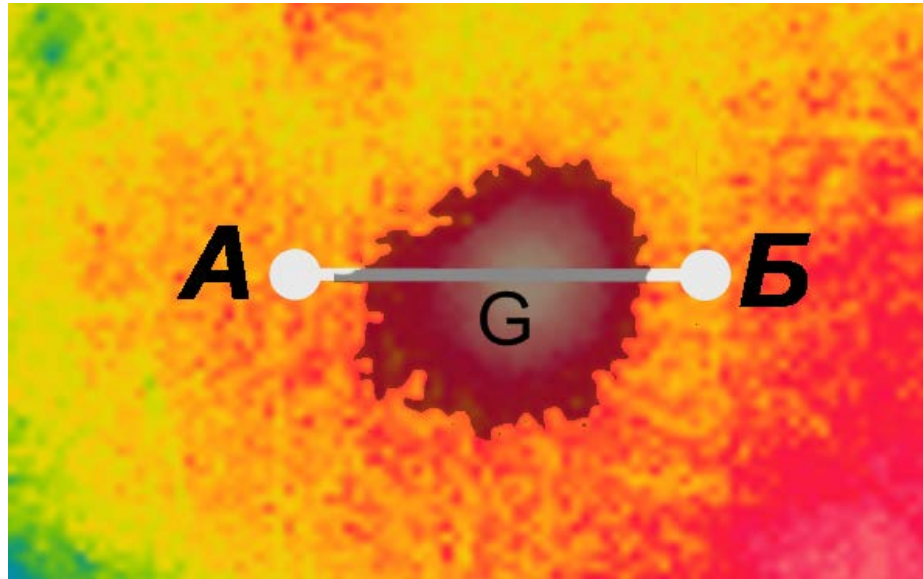


Рис.3 Область апроксимації G

Для знаходження міри Хаусдорфа-Безіковича скористаємося алгоритмом:

1. Область $dx-dy$ ($dx=x_{max}-x_{min}$, $dy=y_{max}-y_{min}$), в якій знаходяться пікселі, що покривають зону розповсюдження тепла, розбиваємо на чарунки.

Довжина чарунки $l = \frac{dy}{N_y}$, де N_y —загальна кількість розбиття, а значення l

обмежено 1 пікселем з міркувань масштабування досліджень.

2. Знаходимо номери чарунки, що покривають ділянку розповсюдження тепла шкіри та підраховуємо їх кількість N

3. Проводимо перевірку на спряженість чарунок за допомогою співвідношення $[(i_x, i - i_x, i + 1) + (i_y, i - i_y, i + 1)] = (1, 1, 1)$. Для не спряжених

чарунок розраховується $N_{\text{допоміжне.}}$ з умови

$$N_{\text{аіі}} = \left[\sqrt{(i_{x+1} - i_x)^2 + (i_{y+1} - i_y)^2} \right].$$

4. Розраховуємо $N(l) = N_l + N_{\text{аіі}}$ для певного вибраного значення l .

5. За допомогою рівняння регресії, методом найменших квадратів, будується пряма $y = kx + b$, де k —кутовий коефіцієнт, що визначає фрактальну розмірність (рис.4).

Контур розглядаємо в певному незмінному масштабі. Крок масштабування приймаємо за розмір ланки ламаної l , довжину $L(l)$ находимо таким же чином, як $N(l)$. Площу L знаходимо шляхом сумування всіх площ, що ввійшли до області G .

Знаходження фрактальної розмірності заданим чином, дає можливість знайти фрактальну розмірність всієї області поширення тепла.

Дані алгоритми були реалізовані за допомогою мови програмування Delphi, де вхідними даними є зображення термограми та довжина чарунки l . Було встановлено, що для довжини чарунки, обмеженої пікселем фрактальна розмірність є 1.31784.

Встановлення фрактальної розмірності, дало можливість опису ділянки поширення тепла від точкового джерела у стані спокою множиною Мандельброта, що підпорядкована закону $z_{i+1} = z_i^2 + c$, де c -комплексна змінна з точністю 0.0000381. Якщо точність апроксимації перевищує задану, це дає можливість встановити наявність порушення кровообігу.

За методом Рунге-Кутта та найменших квадратів отримані наступні данні зображені на рис.4

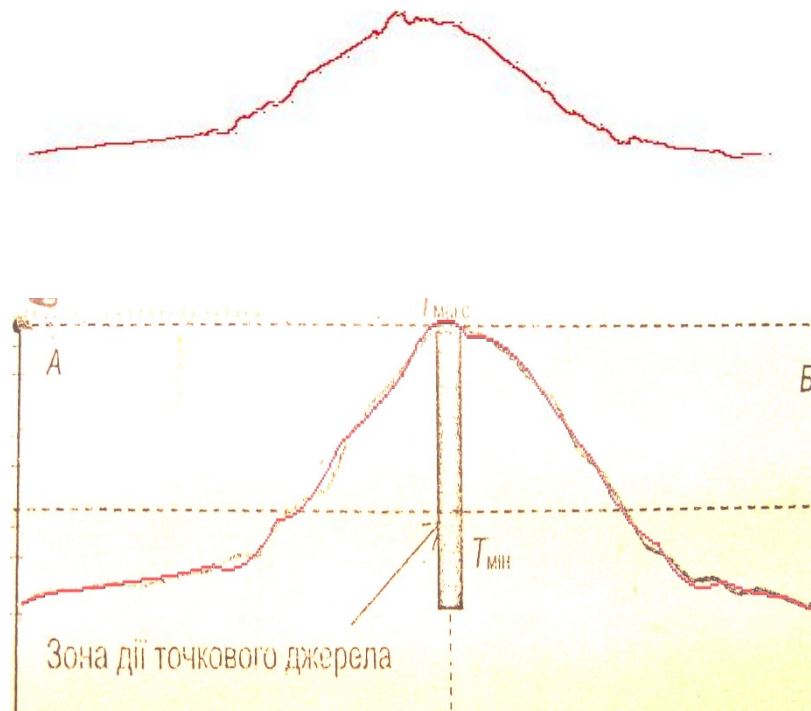


Рис.4. Результати отримані методами Рунге-Кутта та методом найменших квадратів.

Висновки. Встановлення фрактальної розмірності та фрактальної апроксимації області розповсюдження тепла після дії точкового джерела дало можливість математично описати його контур з точністю 0.0000381 для подальшого аналізу. Якщо точність апроксимації перевищує 0.0000381, то це може прогнозувати порушення кровообігу в даній ділянці.

Бібліографічний список.

1. *Котовський В.Й.* Шляхи поліпшення характеристик сучасних піровідиконів: Автореф. дис. канд. техн. Наук
2. Дослідження точності фрактальної апроксимації структури деталей із композитних матеріалів. – Тези доповідей І-ї конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та інноваційна діяльність», м. Київ, НТУУ «КПІ», фізико-математичний факультет
3. Фрактальна розмірність поверхні кратера Місяця та його контуру, його фрактальна апроксимація. – Тези доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми геометричного моделювання». м. Мелітополь, Таврійський державний агротехнологічний університет.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Казмирчук А.В., студентка гр. ИС-52, ФИВТ,
Мудрак Ю.Н.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», (Украина, г. Киев)*

Аннотация – рассматриваются области применения компьютерной графики и перспективы её использования.

Ключевые слова – компьютерная графика, визуализация, изображение.

Постановка проблемы. Несмотря на широкое внедрение компьютерной графики в разные области, часто возникает необходимость в использовании графических средств на стыке различных областей, что представляет собой актуальную тему для исследований и разработки новых, более универсальных графических программных продуктов.

Основная часть. *Компьютерная графика* – это комплекс программных и аппаратных средств, который позволяет воспроизводить изображение, понятное человеку, в том случае, когда исходной является информация неизобразительной природы. Примером компьютерной графики является, визуализация экспериментальных данных в виде гистограмм или диаграмм, вывод информации на экран при игре в компьютерные игры, обеспечение графического интерфейса при работе с операционными системами и т.д.

С другой стороны можно считать, что в настоящее время компьютерная графика сформировалась как наука об аппаратном и программном обеспечении, которое используется для построения изображений. Сейчас компьютерная графика используется почти во всех научных и инженерных дисциплинах для обеспечения наглядности и хорошего восприятия изучаемой информации. В целом можно отметить, что компьютерная графика применяется в медицине, рекламном бизнесе, индустрии развлечений и т. д.

Конечным продуктом компьютерной графики является изображение, понятное человеку. Это изображение может использоваться в различных сферах, например, оно может быть чертежом детали, иллюстрацией в руководстве по эксплуатации устройства, диаграммой, поясняющей динамику изменения значений, архитектурным проектом будущего здания, рекламным проспектом или видеороликом и т.д.

Компьютерная графика занимается процессами создания, хранения и обработки графических моделей с помощью ЭВМ, т.е. компьютерная

графика изучает проблемы получения различных изображений (рисунков, чертежей, мультипликации) с помощью компьютера. В компьютерной графике рассматриваются следующие задачи:

- представление изображения в компьютерной графике;
- подготовка изображения к визуализации;
- создание изображения;
- осуществление действий с изображением.

Можно рассмотреть следующие основные области применения компьютерной графики.

Научная графика. Научная графика служила основой для появления современной компьютерной графики. Первые компьютеры использовались лишь для решения научных и производственных задач. Чтобы лучше понять полученные результаты, пользователи дополнительно производили их графическую обработку, строили графики, диаграммы, чертежи конструкций. Первые графики на ЭВМ получали в режиме символьной печати. Затем появились специальные устройства – графопостроители (плоттеры) для вычерчивания чертежей и графиков на бумаге. В настоящее время научная компьютерная графика дает возможность параллельно отображать получаемые результаты экспериментов в графическом виде (рис. 1).

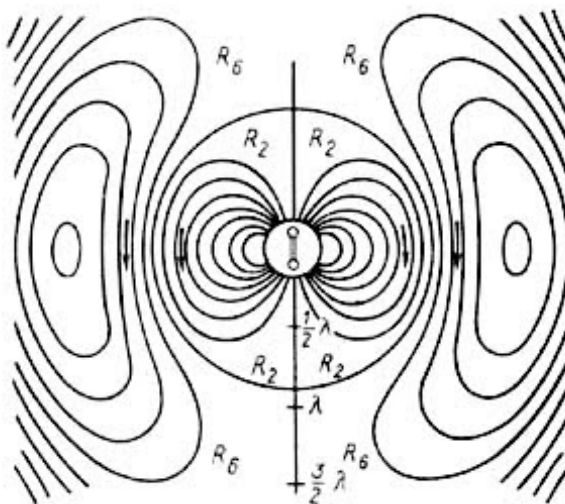


Рис. 1. Научная графика

Несомненно, что научная графика будет развиваться в этом же направлении, чтобы ученому, которому ведет эксперимент, сидя за ПК, придать эффект погружения в экспериментальный процесс. Это будет достигаться за счет многомерного отображения получаемых результатов, с помощью чего можно будет отслеживать изменение одновременно нескольких значений. Конечно же это потребует дополнительных вычислительных ресурсов от ПК.

Деловая графика. Деловая графика – область компьютерной графики, предназначенная для наглядного представления различных показателей работы учреждений. Плановые показатели, отчетная документация, статистические сводки – вот объекты, для которых с

помощью деловой графики создаются иллюстративные материалы. Как правило, программные средства деловой графики включаются в состав электронных таблиц, различных систем учета и пр.

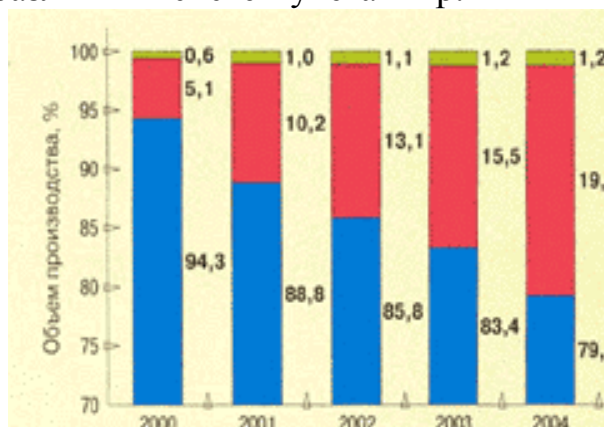


Рис. 2. Деловая графика

Можно считать, что деловая графика в настоящее время достигла максимума своего развития и в перспективе серьезных изменений здесь не следует ожидать.

Конструкторская графика. Конструкторская графика используется в работе инженеров–конструкторов, архитекторов, изобретателей новой техники. Этот вид компьютерной графики является обязательным элементом систем автоматизированного проектирования (САПР). С помощью конструкторской графики можно получать как плоские изображения (проекции, сечения), так и пространственные трехмерные изображения. Особенностью конструкторской графики является высокая точность получаемых чертежей (рис. 3).

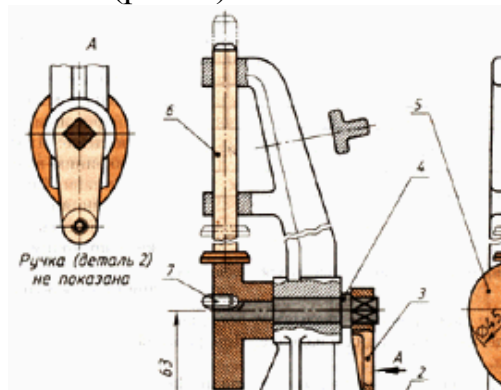


Рис. 3. Конструкторская графика

В настоящее время развитие конструкторской графики идет в направлении получения высокоточных (реалистичных) трехмерных изображений.

Иллюстративная графика - это произвольное рисование и черчение на экране компьютера (рис. 4). Пакеты иллюстративной графики относятся к прикладному программному обеспечению общего назначения. Простейшие программные средства иллюстративной графики называются графическими редакторами.



Рис.4. Иллюстративная графика

Художественная и рекламная графика. Художественная и рекламная графика используется для создания рекламных роликов, мультфильмов, видеоуроков и т.д. Данный вид графики, как правило, применяется для создания различных спецэффектов: изображений экзотических чудовищ, имитации стихийных бедствий и других элементов, которые являются фоном для игры живых актеров (рис. 5). Программное обеспечение для этих целей, как правило, требует больших ресурсов от компьютера. Отличительной особенностью этих графических пакетов является возможность создания реалистических и анимационных изображений. Получение рисунков трехмерных объектов, их повороты, приближения, удаления, деформации связано с большим объемом вычислений. Передача освещенности объекта в зависимости от положения источника света, от расположения теней, от фактуры поверхности, требует расчетов, учитывающих законы оптики.



Рис. 5. Художественная графика

Несомненно, данное направление является одним из самых перспективных в области компьютерной графики, так как существует реальные потребности в создании более качественных и реалистичных изображений. В этом заинтересованы кинематограф, телевидение, создатели рекламы и т.д. То есть существует большой и емкий рынок, который ждет новых решений в области усовершенствования компьютерной графики.

Компьютерная анимация. Компьютерная анимация – это получение движущихся изображений на экране дисплея. Художник создает на экране рисунке начальное и конечное положение движущихся объектов, все

промежуточные состояния рассчитывает и изображает компьютер, выполняя расчеты, опирающиеся на математическое описание данного вида движения. Полученные рисунки, выводимые последовательно на экран с определенной частотой, создают иллюзию движения. Компьютерная анимация наибольшее распространение получила в области создания современных мультфильмов рекламы, развлечений (компьютерных игр), обучения, Интернет.

Данное направление также является одним из самых перспективных, так как оно непосредственно связано с предыдущим видом графики и практически уже не отделимо от него. Главная же перспектива развития компьютерной графики заключается именно в слиянии различных направлений в виде новых программных средств. Самым ярким примером такого слияния является Flash-технология, в которой анимация и художественная графика вместе объединены.

Выводы. Компьютерной графика имеет огромное значение при работе во всех сферах человеческой деятельности. Жизнедеятельность современного человека прочно и неразрывно связана с компьютерной графикой, поэтому этот инструмент необходимо развивать, совершенствовать и выводить на новый, более эффективный уровень.

Библиографический список

1. *Интернет-ресурс «Komputernaagrafikas».* – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/komputernaagrafikas/home/oblasti-primenenia/>. Дата доступа : 11.04.2016.
2. *Интернет-ресурс «Википедия».* – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. Дата доступа : 11.04.2016.
3. *Интернет-ресурс «CPU3D».* – Режим доступа: <http://cpu3d.com/grapcat/>. Дата доступа : 11.04.2016.

РОЗРОБКА ВІЗУАЛЬНИХ ЕФЕКТІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

Карась І. В., студент,

Савченко Л. М., к.т.н.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут» (Україна, м. Харків)

Анотація – на основі запропонованого сценарію було створено анімаційний відеоролик, в процесі розробки якого в програмному пакеті *Maxon CINEMA 4D* створено 3D моделі автомобілів та візуальні ефекти з використанням плагінів *Element 3D*, *Particular* (робота с частинками).

Ключові слова – 3D моделювання, анімація, візуальні ефекти, автомобілі, робота з частинками.

Постановка проблеми. У наш час комп'ютерна графіка широко застосовується не тільки в науково-дослідницьких цілях для більш детальної візуалізації інженерних розробок або демонстрації результатів досліджень, але й у сфері кіно та реклами, де відіграє надзвичайно важливу роль при створенні захоплюючих візуальних ефектів.

Існує велика кількість потужних програмних продуктів для створення візуальних ефектів та 3D анімації. Наприклад, Autodesk Maya, Autodesk 3Ds Max, Maxon Cinema 4D, Houdini, Real Flow, Blender, Adobe After Effects і т.п. Кожен з цих інструментів має свої переваги та недоліки, але основною проблемою, з якою зустрічається більшість спеціалістів VFX (Візуальні ефекти) індустрії – це великі втрати часу на рендеринг та постійну конвертацію сцен з одного програмного продукту в інший.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Детальний аналіз різноманітних методик розробки візуальних ефектів засобами комп'ютерної графіки показав, що до процесу створення візуальних ефектів, особливо якщо у сценах присутня симуляція рідин, парів а також взаємодії частинок у різноманітних фізичних явищах, залучається велика кількість програмних продуктів, що не є завжди зручним рішенням.

Наприклад, для створення сцени з водою та бокалом (рис.1) було застосовано два програмні пакети, а саме: Autodesk 3ds Max та Next Limit Real Flow. В даному випадку бокал та вишню було змодельовано у Autodesk 3ds Max, а рідину – у призначеному для симуляції рідин, парів та інших маніпуляцій з частинками Next Limit Real Flow. Незручність даного методу полягає у тому, що програма Next Limit Real Flow не має свого рендереру, тому спочатку об'єкти з якими відбуватиметься взаємодія речовин моделюються в пакетах тривимірного моделювання, після чого імпортуються в Real Flow, потім з урахуванням взаємодії з цими об'єктами

в Real Flow моделюється поведінка рідини, пари і т.п., третім кроком є імпорт з Real Flow знову у тривимірний пакет, де ми налаштовуємо матеріали та рендеримо у майже фінальну картинку, після чого ще виконуємо корекцію кольору у Adobe Photoshop, або у випадку з анімаційною сценою – у Adobe After Effects. Подібна послідовність дій виконується також із застосуванням Houdini. Доволі довгий процес чи не так? Немає заперечень, що використання великої кількості спеціалізованого програмного забезпечення для моделювання окремих елементів дозволяє отримати найбажаніший результат, але, нажаль це займає багато часу.

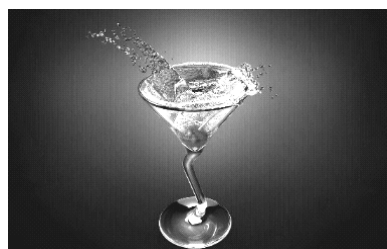
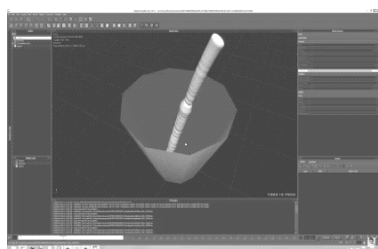


Рисунок 1 – Процес створення сцени з рідинами у програмі Real flow та результат відрендерений в 3DsMax

На щастя, у наш час існує багато додаткових плагінів, скриптів та пресетів для програми Adobe After Effects (програма у якій зазвичай відбувається фінальна обробка матеріалу), які дозволяють частково, а іноді і повністю виключити застосування інших програмних пакетів при розробці візуальних ефектів. Найкращий навчальний матеріал зі створення візуальних ефектів безпосередньо у Adobe After Effects – це інтернет-ресурс Video-Copilot.net, який очолює один з найсильніших спеціалістів VFX-індустрії Ендрю Крамер. Video-copilot створює не тільки якісний навчальний матеріал, але й створює свої плагіни для After Effects, що знову ж таки дозволяє досягати неперевершених результатів (рис.2). Один з плагінів створених Video-Copilot, а саме Element 3D ми будемо використовувати у нашій роботі.

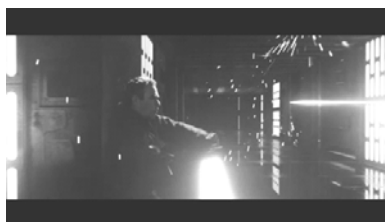
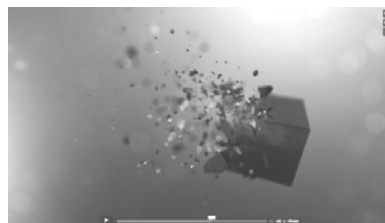


Рисунок 2 – Візуальні ефекти створені безпосередньо у AfterEffects

Формулювання цілей статті. В даній роботі розглядається спосіб створення деяких візуальних ефектів за допомогою застосування плагінів Element 3D та Trap code Particular у програмі Adobe After Effects, яка призначена для композитингу.

Основна частина. Розглянемо процес створення візуальних ефектів на прикладі розробки анімаційного рекламного відео для комп'ютерної гри жанру «перегони».

Маємо наступний сценарій: у повній темряві знаходяться два автомобілі, кожен з яких поступово має показати свою форму. Спочатку автомобілі заводяться, буксують, їдуть один на одного та відбувається їх зіткнення. Основною умовою є те, що автомобілі не затекстуровані реалістично, вони мають складатися з ліній побудови, але при цьому не втрачати свою форму.

Розпочинати процес створення візуальних ефектів необхідно з розробки аніматіка (рис.3). Аніматік – це спрощена версія анімації, або зображення, що відображає основні кадри з відео або фільму. Аніматік допомагає зрозуміти, як та чи інша сцена буде виглядати в русі і відчувати хронометраж сцен. Цей етап є дуже важливим, оскільки саме під час нього найлегшим способом можна уникнути серйозних виправлень на наступних етапах.

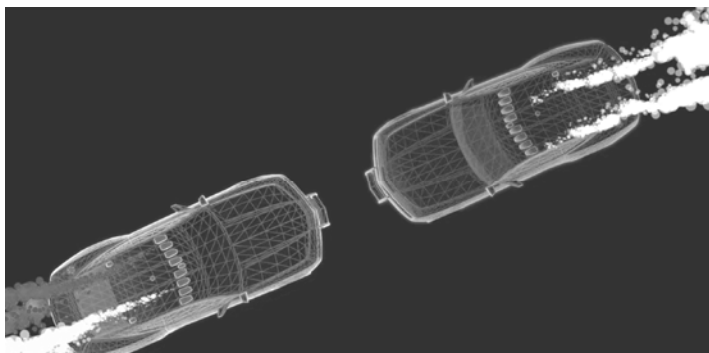


Рисунок 3 – Аніматік. Сцена зіткнення

Після затвердження аніматіка необхідно перейти до моделювання об'єктів, що будуть брати участь у сцені. Це єдиний етап в нашій роботі, який змушує нас застосувати пакет 3D-моделювання. Все інше ми будемо робити в програмі Adobe After Effects. У нашому відео взаємодіють два автомобілі. Є можливість використовувати готові моделі, але все одно їх доведеться приготувати до анімації в пакеті 3D моделювання. Ми використали низькополігональні моделі автомобілів та редагували їх у Maxon Cinema 4D.

Далі кількість полігонів у моделей збільшили та розділили кожен з автомобілів на корпус та колеса, оскільки саме ці частини будуть задіяні в анімації (рис.4). На цьому робота в тривимірному пакеті завершена. Наступним кроком є імпорт даної моделі у середовище Adobe After Effects. Це зроблено за допомогою плагіна Element 3D. Цей плагін визначає модель автомобіля як групу (Group). Для кожного з відокремлених

елементів автомобіля обрано так званий Auh-канал (Auhchannel), що дозволяє анімувати колеса та корпус. Усі обрані Auh-канали є дочірніми елементами до групи. Таким чином, переміщення автомобіля в просторі організовується зміною позиції всієї групи, а анімація обертів коліс та зміни кутів нахилу корпусу – за допомогою Auh-каналів.

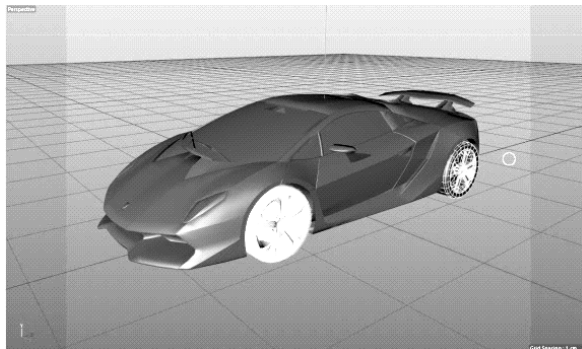


Рисунок 4 – Підготовлена до анімації модель автомобіля

Наступний етап – це текстурування. Його здійснено також у Element 3D. Цей плагін має невелику бібліотеку готових матеріалів, але надає таку можливість роботи з матеріалом, яка відображає лінії побудови (wireframe). Працюючи з таким матеріалом слід пам'ятати, що форма об'єктів вже не буде легко сприйматися оком глядача через велику кількість ліній. Тому для вирішення цієї проблеми було продубльовано шар з автомобілем і застосовано до нього інший матеріал, який має велике значення параметру Fresnel. Шар накладено в режимі «Помножити» (Multiply). Таким чином автомобіль має і лінії побудови, і підсвічені ділянки, що допомагає краще відобразити його форму (рис.5).

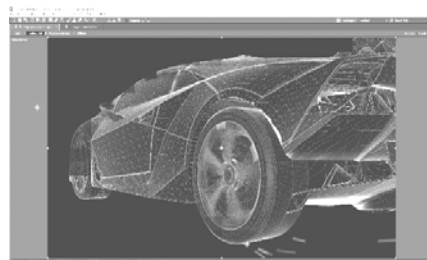


Рисунок 5 – Автомобіль з застосованими двома матеріалами

Також було змодельовано "ефект прояву" автомобілей. Він полягає у піксельній хвилі, що відходить від колеса або вихлопної труби та проходить по всьому корпусу. Цей ефект створено за допомогою здубльованого шару автомобіля, у якого обрано «World Position» в режимі відображення, та анімації його положення. Цей шар ми використали як маску для шару з лініями побудови та шару з великим значенням параметру Fresnel (рис.6) .

Тепер розглянемо роботу з частинками, оскільки буксування, вихлоп та рух автомобіля супроводжується пилом або газами. В нашому випадку це буде пил із частинок, що світяться. Його створили та налаштували за допомогою плагіну Trapcode Particular (рис.7) . Для того щоб пил виходив

з-під колеса автомобіля або з вихлопної труби, ми створили джерела світла та прив'язали їх положення до положення авто, а для шару з Particular обрали це джерело світла генератором частинок.

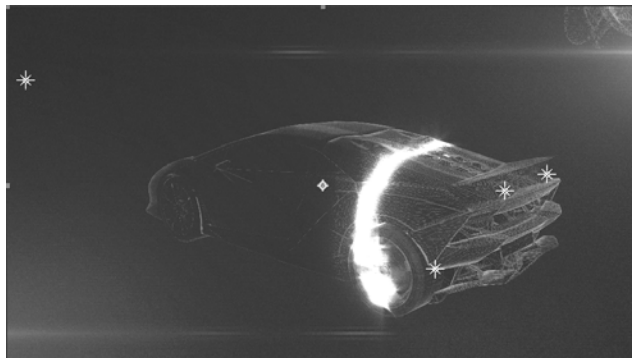


Рисунок 6 – Застосування World Position для створення ефекту прояву автомобіля

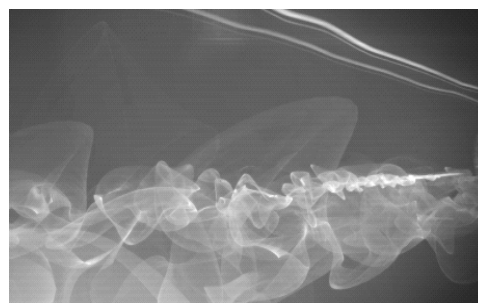
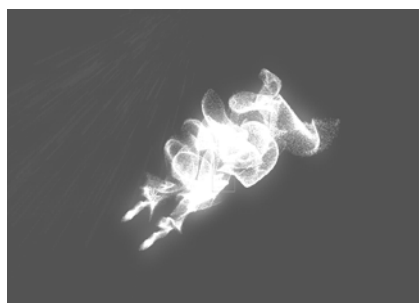


Рисунок 7 – Створення пилу за допомогою плагіну Trapcodeparticular

Висновки. Таким чином, із застосуванням плагінів Element 3D та Trapcode Particular призначених для роботи з анімацією, текстуруванням моделей та створенням системи частинок відповідно, було розроблено візуальні ефекти для анімаційного відео з використанням готових 3D-моделей автомобілів. Майже вся робота була виконана у Adobe After Effects. Розглянуто методику створення візуальних ефектів, що вже починають інтенсивно використовувати в сучасному кінематографі. Створення ефектів безпосередньо у програмі призначеній для композитингу стає з кожним роком актуальнішим, оскільки зменшується кількість вкладеного часу на розробку. В перспективі буде розглянуто методики створення візуальних ефектів у Adobe After Effects для більш складних сцен.

Бібліографічний список

1. *Блок Брюс*, Визуальное повествование. Создание визуальной структуры фильма, ТВ и цифровых медиа / Пер. с англ. *Юлии Чиликиной* ; под ред. *Виктора Монетова, Максима Казючица*. // –М.: ГИТР. 2012. – 320с.
2. *Карвер Ли*, Секрети відеовиробництва в Adobe Premier и After Effects (+ DVD-ROM) / *Ії Карвер, Стен*. // – М.: Діалектика. 2004. – 296 с.
3. *Дж. Лі, Б. Уер*. Тривимірна графіка та анімація. – 2-е вид. – М. :

СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСУ ІМІДЖЕВОЇ РЕКЛАМНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ЕЛЕМЕНТАМИ 3D ГРАФІКИ

Кільпякова В.Є., студентка

Глібко О.А., канд. техн. наук

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний
інститут, (Україна, м. Харків)*

Максимова М.О., канд. техн. наук

*Національний університет цивільного захисту України,
(Україна м. Харків)*

***Анотація** – розглядається питання розробки пакету інформаційної
візуальної продукції рекламного спрямування з використанням елементів
тривимірного моделювання та анімації.*

***Ключові слова** – реклама, фірмовий стиль, логотип, піктограма,
сайт, тривимірне моделювання, візитна картка.*

Постановка проблеми. У сучасному світі складно переоцінити роль реклами на будь-якому типі ринку. Від того, як буде приготовлений рекламний продукт, залежить кінцевий результат: прийме його споживач чи ні, зауваже або відкине. Не випадково підготовка різноманітної рекламної продукції вважається одним з найважливіших елементів рекламної кампанії.

Аналіз останніх досліджень. Огляд аналогічних розроблюваному закладу підприємств показав, що на даний момент існує велика кількість ветеринарних клінік, і зоомагазинів. Але таких підприємств, які поєднували б у собі і те, і інше, а також місце, де домашній улюбленець відчував би себе комфортно навіть у відсутності своїх господарів, де можна придбати все, що потрібно вихованцеві, поки не так багато. Крім того комплект рекламної продукції, за звичай, не містить відео або анімаційної складової.

Формулювання цілей (постановка завдання). Мета даної роботи – створити імідж компанії (комплекс інформаційної та інтерактивної рекламної продукції), а саме: фірмовий стиль, дизайн сайту, рекламну продукцію і анімаційний рекламний 3D ролик.

Основна частина. Фірмовий стиль-це один з найважливіших інструментів маркетингу і реклами будь-якої сучасної компанії, який поєднує в собі цілий комплекс графічних і візуальних елементів, покликаних підкреслити її індивідуальність. Заклад, що розглядається у данній роботі, - це багатофункціональне підприємство, яке надає комплексні послуги домашнім тваринам. Це повний спектр ветеринарних

послуг, готель для тварин, послуги щодо здійснення гігієнічних і стильних стрижок собак і кішок, а також ексклюзивні зоотовари для тварин в широкому асортименті.

При розробці фірмового стилю зооцентру "Happy Pet" були використані синій і білий кольори як основні. Крім того, що синій - це колір ветеринарної допомоги, також він викликає асоціацію з гармонією та спокоєм. Фірмовий блок "Happy Pet" передає основну ідею зооцентру - зробити тварину та її господаря щасливими (Рис.1).



Рисунок 1 – Фірмовий блок та корпоративна візитна картка «Happy Pet»

Сайт зооцентру «Happy Pet» містить в собі основну інформацію про це підприємство. На «Головній» сторінці розміщується вітання, і опис структури зооцентру. На сторінці «Контакти» присутній контактна інформація та карта. Сторінки «Ветеринарна клініка», «Салон», «Готель» і «Зооцентр» інформують користувача про послуги, що надаються зооцентром і графік роботи.

Для зручності на сайті існує два меню. Перше знаходиться в «шапці» сайту, а друге внизу, в «підвалі», у вигляді піктограм. На кожній сторінці можна побачити логотип і слоган зооцентру (Рис.2).

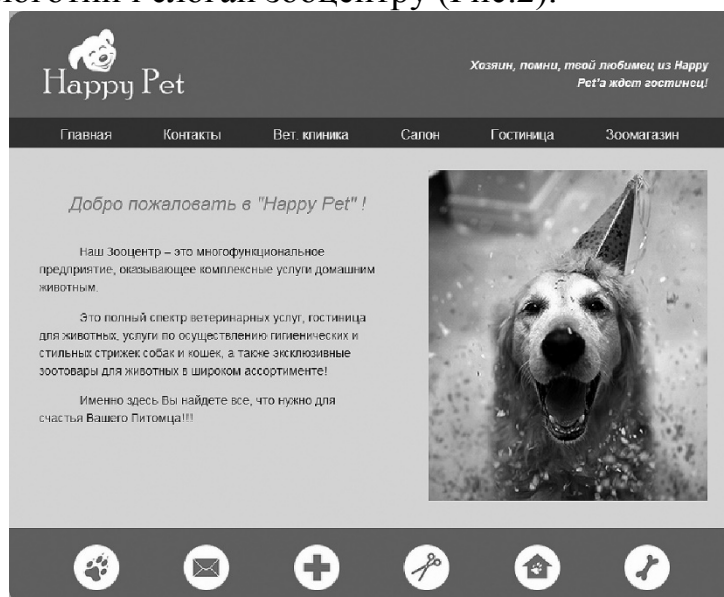


Рисунок 2 – Головна сторінка сайту зооцентру «Happy Pet»

Використання анімаційного ролика в рекламній кампанії спрямоване на поліпшення сприйняття аудиторією рекламної інформації (візуалізації). Розробка рекламного ролика, насамперед, має на меті створення яскравого

образу бренду, що запам'ятовується. Застосування медійної реклами різко підвищує відсоток популярності компанії, позитивно позиціонуючи її на широкому ринку, істотно збільшує дієвість рекламного продукту.

Процес створення анімаційного ролику складається з декількох етапів: створення структури ролика, написання сценарію, створення 3D моделей головних героїв та інтер'єру. При розробці тривимірних моделей для рекламного ролику застосовувався метод полігонального моделювання. Була проведена робота по налаштуванню освітлення, текстурювання моделей і сцен, створення скелету та анімації моделей. В завершенні – рендеринг за допомогою V-Ray, налаштування музичного супроводу і монтаж ролику (Рис.3).



Рисунок 3 – Кадр з рекламного 3D ролику.

Висновки. Під час роботи був проведений огляд та аналіз ринку надання рекламних послуг, існуючих аналогів розглянутого закладу. Прорахована вартість та економічна доцільність проекту. В результаті виконаної роботи був створений комплекс іміджевої поліграфічної та віртуальної продукції для обраного підприємства, включаючи рекламний ролик, розроблений на основі тривимірних моделей та сцен.

Подальшим розвитком роботи може бути розширення номенклатури елементів рекламної кампанії, зокрема, наприклад, доповнення її сувенірною продукцією.

Бібліографічний список

1. *Билл Флеминг.* Создание трехмерных персонажей. Уроки мастерства: пер. с англ. / М.: ДМК, 1999. – 450 с.: ил. (Серия «Для дизайнеров»).
2. *Яцюк О.* Основы графического дизайна на базе компьютерных технологий. – СПб.:БХВ – Петербург, 2004. – 240с.:ил.

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ВІТРОГЕНЕРАТОРА

Кільпякова В.Є., студентка,

Тарасенко Р.О., студентка,

Савченко Л. М., к.т.н.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут» (Україна, м. Харків)

***Анотація** – в роботі за допомогою системного продукту Autodesk Maya створено полігональні 3D моделі непромислових вітрильних та лопатевих вітрогенераторів з вертикальною та горизонтальною віссю обертання, застосована динамічна симуляція для моделювання роботи вітрогенераторів під впливом фізичних сил поля “вітер”, проведені віртуальні дослідження.*

***Ключові слова** – 3D моделювання, динамічна симуляція, вітрогенератори лопатеві та вітрильні, віртуальні експерименти.*

Постановка проблеми. У зв'язку з постійним зростанням енергоспоживання, подорожчанням палива, погіршенням умов навколишнього середовища, все більш актуальним стає пошук та освоєння альтернативних нетрадиційних джерел енергії.

Відновлювані джерела енергії користуються все більшою популярністю в Україні. У 2014 на технології ВДЕ припадало 6,2%, з яких вітрові електростанції займали 35%. В країнах ЄС вітрові електростанції вже займають перше місце по кількості введених потужностей в останні роки. На думку експертів до 2040 року вітер може стати найпотужнішим джерелом відновлюваної енергії. Особливість кліматичних умов України, а саме невелика вітрова ефективність на значній частині території, спонукає до розробки та впровадження чутливих до слабких вітрів вітрогенераторів. Тому ми звернули свою увагу саме на вертикальні та парусні вітрогенератори, які є найменш дослідженими та відрізняються від лопатевих вітряних систем здатністю використовувати енергію слабких вітрів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аеродинаміка лопатевих та парусних вітрогенераторів залишається одним із складних розділів аеродинаміки і привертає увагу дослідників. Особливу увагу привертають експериментальні дослідження. Наприклад у роботі «Дослідження продуктивності і силових характеристик моделі ротора вітрогенератора», була створена модель у зменшеному розмірі з реальних матеріалів. Завдяки тензометричним датчикам, встановленим в кріпленні ротора, були зроблені вимірювання крутного моменту і напору на ротор. Математична модель аналізу впливу геометричних параметрів профілю на ефективність

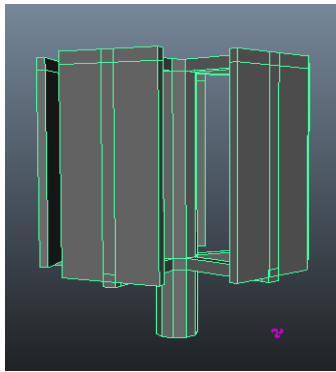
вітрогенератора та оцінка доцільності застосування варіанту компонування як із однією віссю обертання, так і з декількома розглянуті у роботі «Вітрогенератор з вертикальною віссю» авторів Чебоха Д.С., Зінченко Д.Н. Заслужують уваги дослідження на розробленій в системі тривимірному моделювання DelcamPowerSHAPE конструкції вітрогенератора і створеній 3D-моделі вітроенергетичної установки (автор Бондарь Е.В.). Робота вітрогенератора досліджувалась на реальній моделі. Зі слів автора, дана установка проста у виготовленні і не вимагає високих витрат на обслуговування.

Формулювання цілей статті. Завдяки поширенню інформаційних технологій в наукових та інженерних розробках з'являються можливості створювати комп'ютерні моделі з метою дослідження на їхній основі складних реальних об'єктів. Метою нашої роботи було створити 3d моделі непромислових горизонтальних та вертикальних вітрогенераторів, перевірити можливість застосування динамічної симуляції MAYA для моделювання роботи вітрогенераторів під впливом фізичних сил поля "вітер" і на базі створених комп'ютерних моделей провести віртуальні експерименти.

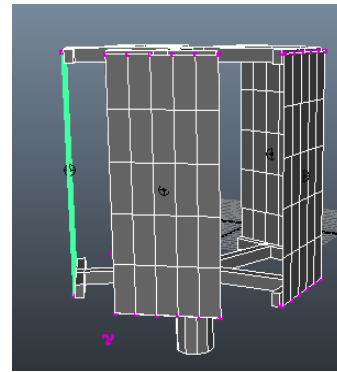
Основна частина. Для вирішення поставлених задач був обраний системний продукт Autodesk Maya, в якому є потужний інструментарій для полігонального 3D моделювання, моделювання фізичних процесів, що імітують рух реальних твердих об'єктів під впливом фізичних сил (наприклад, вітру) засобами модуля динаміки, а також система nDynamics для моделювання майже будь-якого виду тканини за допомогою частинок поєднаних між собою зв'язками. Створеним моделям призначалися властивості активного тіла, додавалися поля, з якими тіла будуть взаємодіяти, та початкові параметри. За допомогою рахівника Runge Kutta Adaptive Maya прораховує положення тіла, що рухається.

Основні розміри створюваних 3D моделей вітрогенераторів з вертикальною віссю обертання відповідали розмірам діючого вітрогенератора (atmosfera Vawt-5Л-300). Для побудови полігональних 3D моделей використовувалися примітиви, з подальшим застосуванням інструмента видавлювання, масштабування, переміщення. Обертання моделі навколо вертикальної осі забезпечувалось додаванням обмежувача "шарнір". Тканина для вітрильного вітрогенератора моделювалась на основі полігональної площини відповідної форми та розмірів за допомогою вбудованого в Maya модуля nCloth. Таким чином було побудовано вітрогенератори двох груп лопатевих та вітрильних з різною кількістю лопатей (2, 3 та 5). Деякі з них представлені на рис.1.

В проведених віртуальних експериментах визначалась мінімальна швидкість вітру, при якій починає обертатися вітрогенератор. Результати досліджень показали, що парусні вітрогенератори мають меншу стартову швидкість вітру (рис.2), ніж лопатеві, що підтверджує існуючі експериментальні показники.



а



б

Рисунок 1 – 3D-моделі лопатевих(а) та вітрильних (б) вертикальних вітрогенераторів

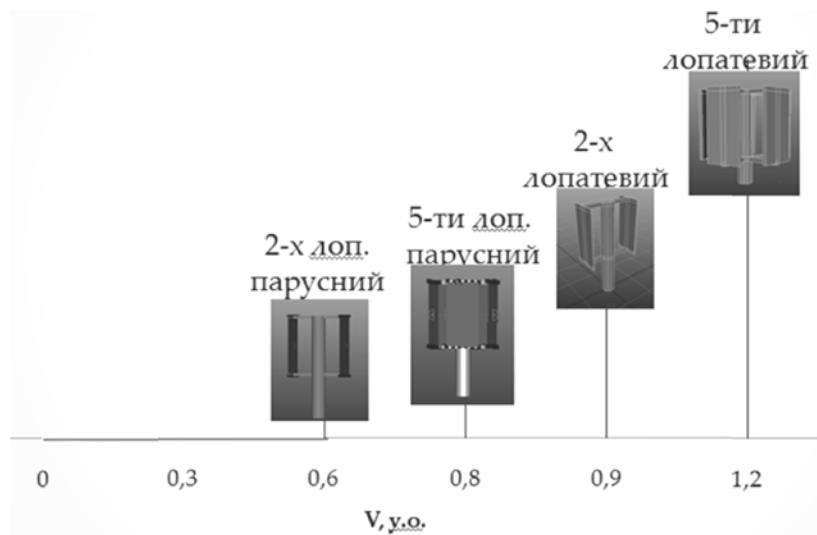


Рисунок 2 – Визначення мінімальної швидкості вітру, при якій починає обертатися вітрогенератор

В наших експериментах також досліджувалося, яким чином вітер змінних напрямків може впливати на роботу вітрогенератора. Щоб змодельовати таке природне явище використовувався редактор виразів і за допомогою функції `sin` мовою програмування Python було досягнуто зміну величини та напрямку вітру за певний проміжок часу. Порівняння отриманих результатів показало, що зміна напрямку та швидкості вітру суттєво знижує швидкість обертання парусного вітрогенератора (рис.3).

В роботі були також створені 3D моделі горизонтальних парусних вітрогенераторів з різною кількістю та формою лопатей. При побудові полігональних моделей використовувався метод моделювання на основі полігональних примітивів. Для створення вітрил застосовувалась система `nClotch`, в якій рахівник на основі технології `Nukleus` дає можливість моделювати майже будь-який вид тканини з використанням частинок поєднаних між собою зв'язками. Для зв'язку тканини з твердим каркасом

застосовувався nConstraint. В якості осі обертання конструкції використовувався шарнір rigidHingeConstraint, попередньо основі вітрогенератора задавались властивості активного динамічного тіла (рис.4).

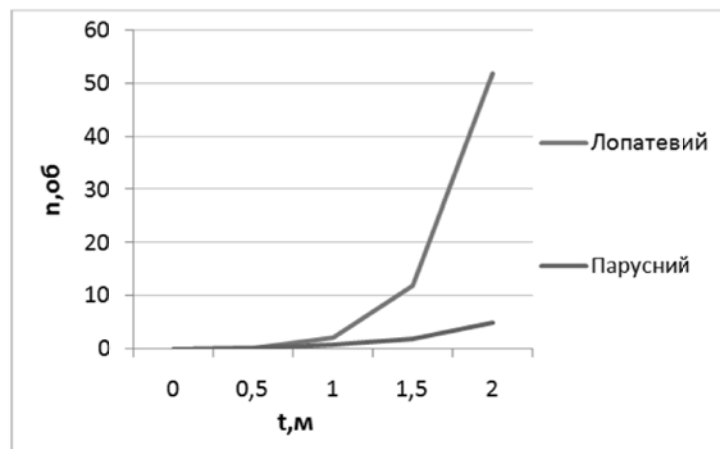


Рисунок 3 – Результати дослідження впливу зміни напрямку та швидкості вітру на роботу вітрогенераторів

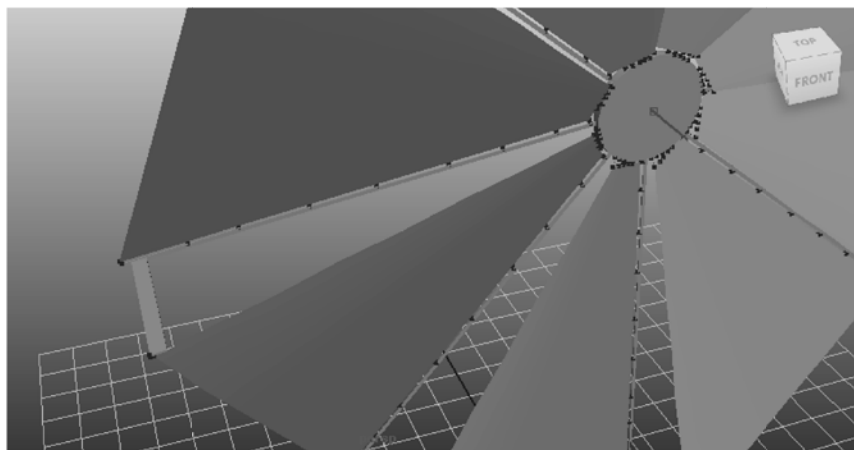


Рисунок 4 – Застосування nConstraint та HingeConstraint при моделюванні вітрильних вітрогенераторів з горизонтальною віссю

На рис.5 показані моделі парусних вітрогенераторів з різною кількістю вітрил. Проведені експерименти над моделями з різною кількістю вітрил показали, що, наприклад, дволопатева модель набирає найбільшу швидкість, але їй потрібно більше часу, щоб зрушити з місця. Серед моделей восьмилопатевих парусних вітрогенераторів, які відрізнялись кутом нахилу лопаті, найбільшу кількість обертів за однаковий проміжок часу набирає модель з кутом нахилу вітрил 15 градусів

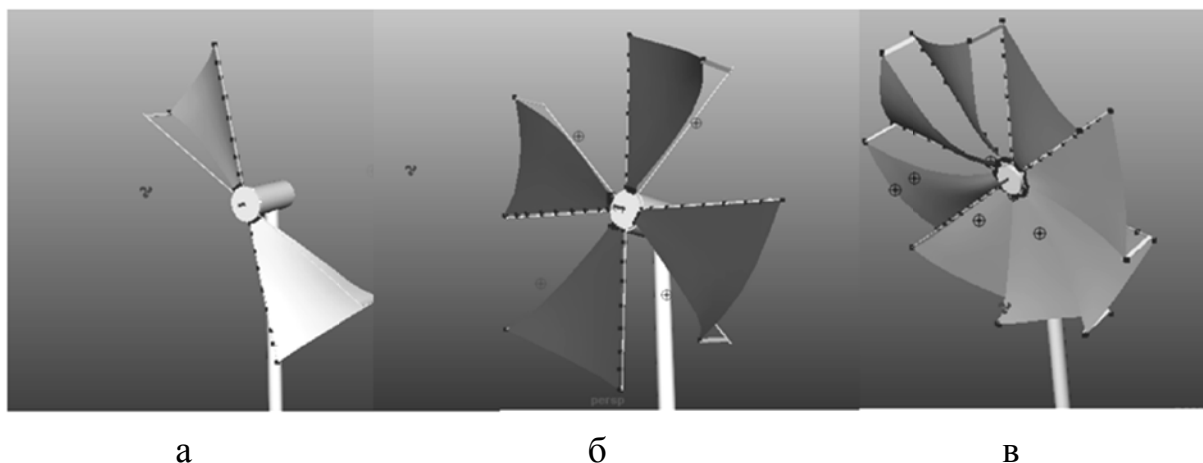


Рисунок 5 – 3D-моделі парусних вітрогенераторів з двома (а), чотирма (б) та вісьма (в) вітрилами

Висновки. Віртуальні експерименти на базі створених комп'ютерних моделей дозволили провести порівняльні дослідження роботи вітрогенераторів з горизонтальною та вертикальною віссю в залежності від кількості лопатей, зміни напрямку та швидкості вітру. Отримані результати досліджень у певній мірі співпадають з експериментальними даними роботи вітрогенераторів, проведеними іншими дослідниками, що дає можливість застосовувати створену комп'ютерну модель для подальших експериментів, а також використовувати її в якості демонстраційної моделі.

Бібліографічний список

1. Кундерт-Гиббс Джон, Ларкинс Майк, Деракшани Дариус, Кунзендорф Эрик и др., Освоение Maya 8.5/ Пер. з англ. под редакцией В.А.Коваленко //– М.: ООО "И.Д. Вильямс". 2007. – 928 с.
2. Бондарь, Е.В. Создание модели ветроэнергетической установки на редкоземельных неодимовых магнитах при помощи программных продуктов DELCAM для машиностроения / Е.В.Бондарь, Д.Ю. Коваленко // Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука-виробництво : тези доповідей XIV Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції, - Суми : СумДУ, 2014. - С. 14-15.
3. Чебоха Д.С., Зінченко Д.Н. Вітрогенератор з вертикальною віссю // Гіротехнології. Навігація. Керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки: тези доповідей XVIII науково-технічної конференції студентів та молодих учених, м. Київ, 28-29 січня 2015 р. /-Київ: «Політехніка», 2015. – с. 54.
4. Кабардин И.К. Исследование производительности и силовых характеристик модели ротора ветрогенератора/ И.К.Кабардин, И.В.Наумов, В.Л.Окулов, Р.Ф.Микельсон, К.М.Вельте // Современная наука. Исследования, идеи, результаты, технологии. 2013. № 1(12) с.283-288

МЕТОДИКА АНАЛІЗУ КІНЕТИЧНИХ КРИВИХ РАДІОФАРМПРЕПАРАТУ В НИРКАХ ПО ДАНИМ НЕПРЯМОЇ РЕНАНГІОСЦИНТИГРАФІЇ

Коваленко М.М., д.м.н.,

Ніколов М.О., к.т.н.

Ступницький В.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м.Київ)

Анотація – проводиться аналіз сцинтиграфічних зображень непрямой ренангіографії пацієнтів хворих на хронічний пієлонефрит. Розроблено алгоритм для аналізу типів кінетичних кривих радіофармпредпарату в судинах нирки для їх подальшої класифікації та відображені в області зони інтересу. Зазначений алгоритм надає можливість на кількісному рівні оцінювати явище синхронізації функціонального стану груп нефронів.

Ключові слова: *непряма ангиография, сцинтиграфия, нирки.*

Постановка проблеми.

Сцинтиграфічні зображення непрямой ренангіографії характеризуються низькою роздільною здатністю. Тому ефективна перфузія тканин оцінюється за кінетикою РФП у всій нирці (рис.1). В цьому випадку, нирка представляється як зосереджена система, тобто як математична точка. В свою чергу це призводить до втрати діагностичної інформації, яка характеризує нирку як просторово-розподілену систему. Саме тому потрібно розроблювати нові методи для аналізу ренангіографічних зображень. Актуальність розроблення нових алгоритмів є важливим аспектом для розвитку променевої діагностики.

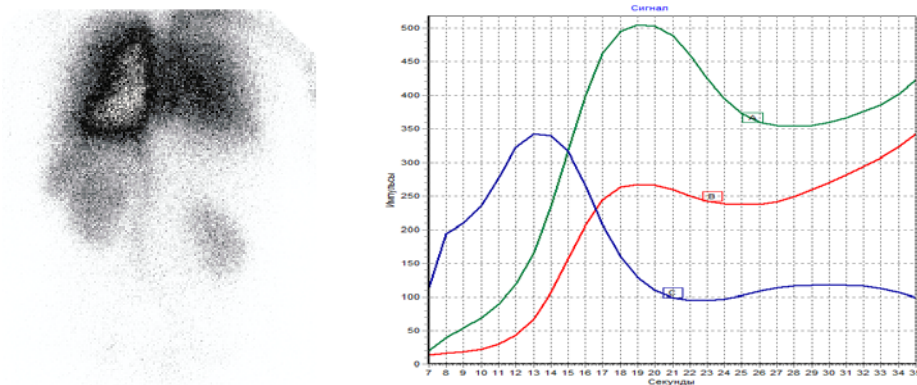


Рис. 1. Ангіографічне зображення нирок на 10 с після введення РФП та кінетика препарату в лівій нирці (А), в правій нирці (В), та в серці (С)

Аналіз останніх досліджень. Питаннями методів вдосконалення аналізу ренангіосцинтиграфічних зображень розглядають у своїх дослідженнях Кундін В.Ю., Романенко Г.О., Бондаренко Ю.О., та ін.

Формулювання цілей (постановка завдання). Метою роботи є розроблення комп'ютерного алгоритму просторово-часового аналізу кінетики нефротропних препаратів в нирках.

Основна частина. Розроблено оригінальний алгоритм для аналізу типів кінетичних кривих радіофармпрепарату в судинах досліджуваного органу. Після завантаження зображення та виділення області зони інтересу будується крива кінетики РФП в пікселі. Отримані криві попередньо апроксимуються, а потім на основі кореляційного аналізу об'єднуються в типи. Отримані типи кривих класифікують за їх формою. В розробленому алгоритмі виділено чотири класів кривих за формою. Після цього проводиться статистичний аналіз кількісної приналежності кривих до кожного з класів.

Класифікація кривих була проведена наступним чином:

До 1 класу кривих належать великі кровоносні судини артеріального притоку. Крива характеризується двома максимумами. Перший максимум має більше значення інтенсивності ніж другий. Перший максимум знаходиться по осі часу лівіше ніж певне порогове значення.

Порогове значення визначається часом першого мінімуму кінетичної кривої серця.

Другий клас кривих характеризує менші за площею поперечного перерізу кровоносні судини – артеріоли. Крива володіє двома високоамплітудними максимумами, перший максимум знаходиться правіше за порогове значення, тобто сигнал затриманий в часі.

Третій клас кривих притаманний кровоносним судинам, що відповідають за венозний відтік нирки. Крива характеризується двома максимумами. Перший максимум має менше значення інтенсивності ніж другий. Це означає, що введена речовина починає виводитися з органу, що досліджується

Криві 4-го класу не мають високоамплітудних максимумів, крива є більш згладженою. Клас характеризує дрібні кровоносні судини в яких швидкість та тиск крові незначні.

В алгоритмі існує й п'ятий клас кривих кінетики РФП. До цього класу віднесено криві, які описують артефакти, що виникають при дослідженні.

Для апробації методики аналізу зображень було проаналізовано дані прямої ренангіосцинтиграфії 54 нирок у 30 пацієнтів. Ангіографію проводили з РФП ^{99m}Tc -ДМСО (диметиленсукцинатоцет). Основний діагноз захворювання нирок у пацієнтів, що досліджувались – пієлонефрит.

Сцинтиграфічні зображення нирок були розділені на три групи: перша – нирки з достатньою функціональною здатністю паренхіми, з рівномірним

розподіленням РФП, друга група – з достатньою функціональною здатністю паренхіми, але з ознаками вогнищевих змін, які трактуються як ділянки склерозу, третя група – з помірно зниженою функціональною активністю паренхіми з дифузійно-нерівномірним розподілом препарату. Функціональну активність паренхіми оцінювали на основі відсотка включення РФП в нирку по відношенню до введеної активності.

Результати ймовірності спостереження класу кривих кінетики РФП в точці представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Ймовірності спостереження класу кривих кінетики РФП в точці

Група зображень нирок	Ймовірність спостереження класу кривих кінетики РФП в точці				Ентропія ймовірнісного розподілення	Питомий відсоток включення РФП в нирку, %/см ²
	p_1	p_2	p_3	p_4		
I – відносно рівномірний розподіл РФП	0,28	0,21	0,35	0,16	1,18	0,18
II – вогнищевий нерівномірний розподіл РФП	0,32	0,09	0,45	0,14	1,00	0,19
III – дифузійно нерівномірний розподіл РФП	0,26	0,17	0,35	0,22	1,15	0,12

Аналіз табл.1 показує, що найчастіше фіксуються криви третього класу у всіх групах зображень нирок. Ентропія ймовірнісного розподілу кривих найменша в групі з вогнищевими змінами в паренхімі. При цьому, для пацієнтів, що досліджувались в даній роботі характерна дещо підвищена загальна функція нирок для другої групи зображень. Це свідчить про те, що паренхіма нирок для цих пацієнтів, намагаючись компенсувати функціональну активність «втрачених» нефронів, працює в функціонально напруженому режимі. Цей режим роботи нефронів можна трактувати як гіперфункціональний, а з точки зору динамічного режиму – в режимі синхронізації [1 2]. Це також підтверджується відносно високими значеннями коефіцієнту кореляції між p_2 - p_4 та питомим відсотком включення РФП в нирку ($|r| \sim 0,7$) для другої групи. Для зображень нирок першої групи спостерігається кореляція між питомим відсотком включення РФП в нирку й p_2 ($r=0,7$), для третьої групи значення коефіцієнтів кореляції не перевищувало 0,35.

Висновки. Розглянутий в роботі алгоритм аналізу сцинтиграфічних зображень нирок дозволяє отримати додаткову корисну інформацію про функціональний стан паренхіми нирок. Удосконалення цього методу аналізу зображень дозволить на кількісному рівні оцінювати явище синхронізації функціонального стану груп нефронів, що надасть принципово нову діагностично важливу інформацію спеціалістам ядерної медицини та лікарям-нефрологам.

Бібліографічний список

1. Синхронизация ансамблей нефронов по данным реносцинтиграфии /Николов Н.А., Коваленко Н.Н., Супрунюк Д.А., Каминская А.Л., Кундин В.Ю.// Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування. – 2015. – Вип. 49(1). – С. 158-169.
2. Емельянова Ю. П. Динамика связанных нефронов и режим широкополосной синхронизации / Ю. П. Емельянова, А. П. Кузнецов, Э. Мозекилде, Я. Л. Лаугесен // Нелинейная динамика. – 2012. – Т. 8, № 5. – С. 875 – 896.

ЗАСТОСУВАННЯ КОНІЧНИХ ПОСЕРЕДНИКІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ПОВЕРХОНЬ

Коваль Г.М., к.т.н.,

Роспопчук М.М., студент

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут" (Україна, м. Київ)

Анотація – розглянуто спосіб побудови лінії перетину поверхонь за допомогою конічних поверхонь-посередників.

Ключові слова - перетин поверхонь, конічні посередники, лінія перетину поверхонь.

Постановка проблеми. В практичній діяльності інженера-конструктора зустрічаються задачі побудови лінії перетину поверхонь. При вивченні нарисної геометрії для побудови лінії перетину поверхонь найчастіше в якості посередників застосовують площини окремого і загального положень, а також концентричні та ексцентричні сфери.

Аналіз останніх досліджень. Існує певний клас задач побудови лінії перетину поверхонь, для яких такі посередники або незручні, або й зовсім непридатні. Так, при побудові лінії перетину конічної поверхні та довільної поверхні обертання доцільним є використання конічних поверхонь-посередників [1].

Постановка завдання. Побудувати лінію перетину еліптичного конуса зі сферою за допомогою конічних посередників.

Основна частина. Відомо, що форма лінії перетину поверхонь залежить не тільки від форми поверхонь, що перетинаються, а також і від їх взаємного розташування. На рис.1 зображені по дві поверхні – сфера та еліптичний конус – при різних взаємних положеннях. Розглянемо, яку форму мають лінії перетину цих поверхонь в запропонованих прикладах.

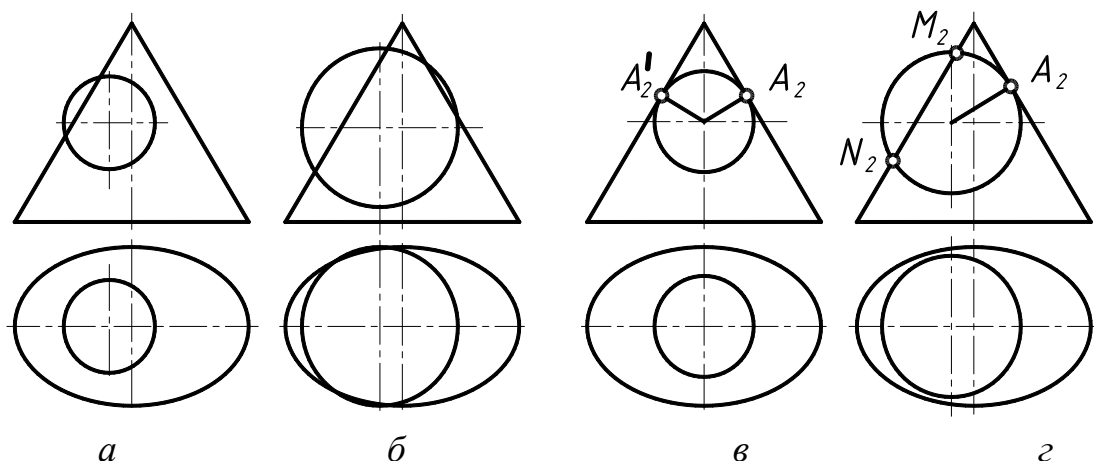


Рис. 1. Завдання поверхонь сфери та еліптичного конуса при різних взаємних положеннях поверхонь.

При перетині двох довільних поверхонь другого порядку лінією перетину є просторова замкнена крива четвертого порядку, яка може складатися з однієї або двох частин, або розпадатися.

На рис. 1а наведено приклад перетину поверхонь, який має назву "врубка". Лінія перетину при врубці є замкнена просторова крива четвертого порядку (рис.2а).

На рис.1б зображено так зване "проникання" поверхонь, при якому лінія перетину складається з двох частин (рис.2б).

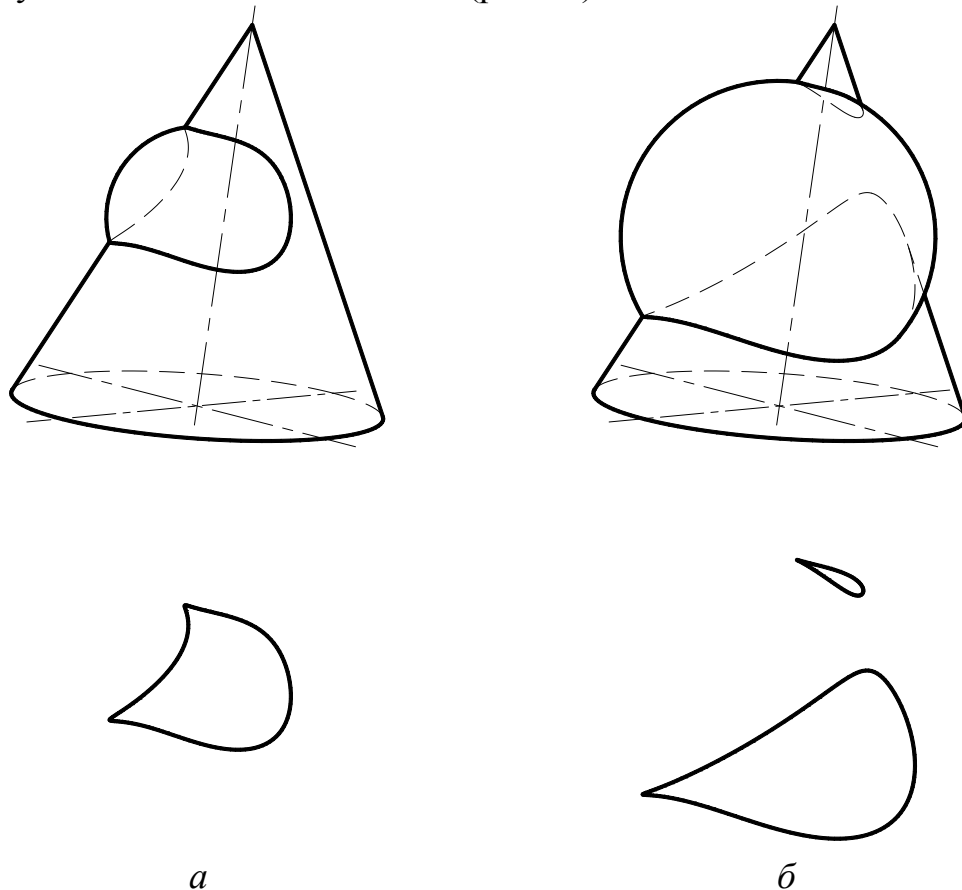


Рис. 2. Врубка та проникання поверхонь (окремо показані лінії перетину поверхонь).

Поверхні, зображені на рис. 1в, в двох точках (A та A^I) дотикаються одна до одної і лінія перетину в цьому випадку розпадається на дві плоскі криві, площини яких проходять через пряму, що сполучає точки дотику (рис. 3а, теорема про подвійний дотик).

Зображені на рис. 1г поверхні мають одну точку дотику – точку A , і ця точка є особливою (вузловою) точкою їх лінії перетину (рис. 3б), як і в [2].

Розглянемо на комплексному кресленнику побудову лінії перетину сфери та еліптичного конуса, які мають одну точку дотику.

При розташуванні фігур, показаному на рис. 1г, відразу визначаються точки перетину обрисів поверхонь – точки M і N , та точка дотику обрисів – точка A .

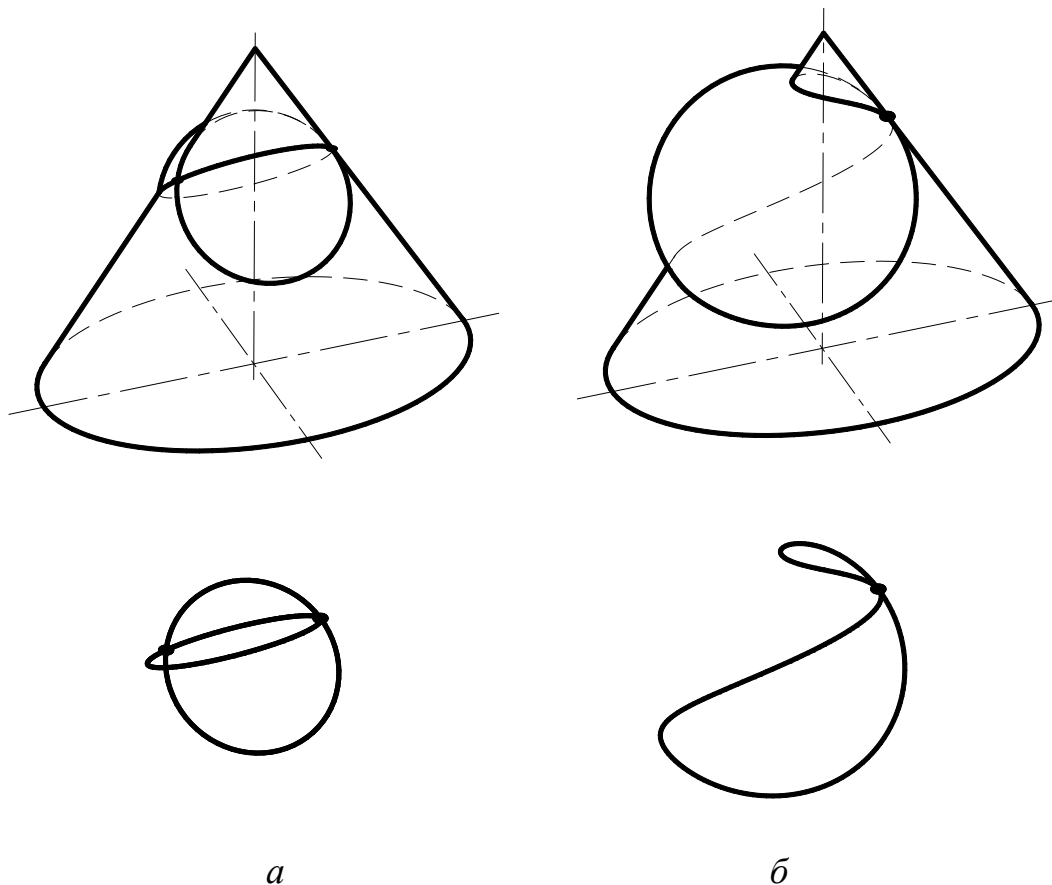


Рис. 3. Перетин поверхонь, які мають точки дотику
(окремо показані лінії перетину поверхонь).

Для побудови проміжних точок лінії перетину застосуємо конічні поверхні-посередники, вершини яких співпадають з вершиною заданого еліптичного конуса. Напрямними лініями конічних посередників є кола, по яких сферу перетинають площини $\Delta, \Delta^1, \dots$, паралельні до основи конуса.

Побудова проміжних точок лінії перетину виконується за наступним алгоритмом:

- на поверхні сфери визначаємо напрямні конічних посередників – кола, по яких сферу перетинають площини Δ^i (для площини Δ маємо коло m з центром в точці D , радіус кола – відрізок FD);
- визначаємо кола – горизонтальні сліди конічних посередників (для площини Δ це буде коло з центром в точці P , радіус якого дорівнює довжині відрізка PE);
- будуємо твірні, по яких допоміжні конічні посередники перетинають заданий еліптичний конус (для площини Δ це твірна SL , а також твірна, симетрична їй відносно спільної площини симетрії заданих фігур);
- в перетині побудованих твірних з відповідними колами фіксуємо точки, які належать шуканій лінії перетину (для площини Δ знаходимо точку T перетину твірної SL з колом m , а також точку, симетричну до неї).

Отримані точки сполучаємо плавною кривою з урахуванням видимості.

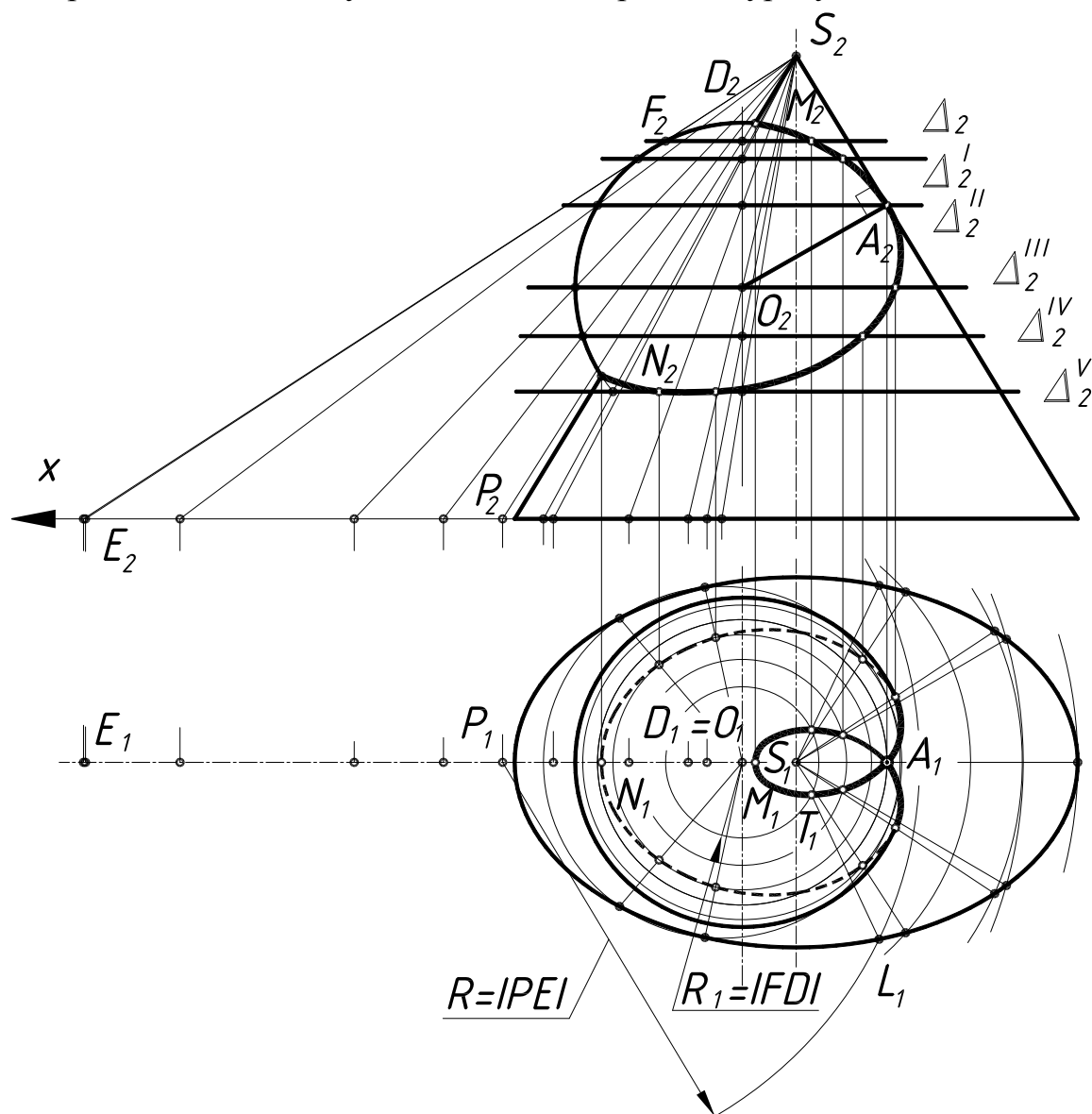


Рис.4. Побудова лінії перетину поверхонь сфери та еліптичного конуса за допомогою конічних поверхонь-посередників.

Висновки. Для побудови лінії перетину тіла обертання з довільною конічною поверхнею доцільним є використання конічних поверхонь-посередників, що дозволяє виконати побудову більш просто та точно.

Бібліографічний список

1. Фролов С.А. Начертательная геометрия / С.А. Фролов. – М.: Машиностроение, 1983, - 240 с.
2. Коваль Г.М. Застосування циліндричних посередників для побудови лінії перетину поверхонь / Г.М. Коваль, Д.П. Ширяєва // Збірник тез доповідей IV-ї міжнародної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності". Вип.4. – К.: ДІА, 2015. – С. 99-101.

ВИКОРИСТАННЯ AUTOCAD ДЛЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Ковалюк Д. О., доц., к.т.н.

Степанюк М. М., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація — розглядається геометричне тривимірне моделювання технологічних об'єктів у різних галузях промисловості.

Ключові слова — 3D-моделювання, технологічний об'єкт, креслення, комп'ютерна графіка.

Постановка проблеми. Комп'ютерна графіка, зокрема твердотіле моделювання, значно допомагає та спрощує процес створення моделей. З огляду на це, необхідно обрати програмне забезпечення, яке якісно реалізує поставлену задачу.

Аналіз останніх досліджень. Сьогодні існує значна кількість САПР (програмне забезпечення для створення креслень, конструкторської та технічної документації, а також 3D-моделей) [1,2]. На даний момент чи не найпопулярнішим є AutoCAD [3]. Це сучасний засіб розв'язування графічних задач та один із потужних інтерактивних засобів комп'ютерної графіки.

Формулювання цілей. Проаналізувати технологічні можливості системи автоматизованого проектування AutoCAD у сфері 3D-моделювання.

Основна частина. AutoCAD - це дво- і тривимірна система автоматизованого проектування, розроблена компанією Autodesk у 1982 році. AutoCAD і спеціалізовані додатки на його основі знайшли широке застосування в машинобудуванні, будівництві, архітектурі та інших галузях промисловості.

Компанія Autodesk зробила свою продукцію досить простою у використанні, а головне — доступною: розроблені безкоштовні ліцензійні версії для студентів. Ранні версії в основному базувалися на створенні креслень моделей, лише згодом з'явився набір інструментів для об'ємного проектування.

Дана програма має велике практичне значення: використання 3D-моделі дозволяє вивчити об'єкт ще до того, як він створений. Тривимірну модель можна оглянути, обертати, виміряти її властивості. Отримана інформація дозволяє провести аналіз майбутнього технологічного об'єкта (його розміщення, габарити тощо). AutoCAD відмінно справляється з цією задачею.

Розглянемо досить актуальну тему: побудова моделі заводу хімічного виробництва. Створення тривимірного об'єкта дає можливість розглянути деталі, які практично неможливо роздивитися на звичайному кресленні, взяти хоча б, наприклад, монтаж датчиків чи інших засобів автоматизації.

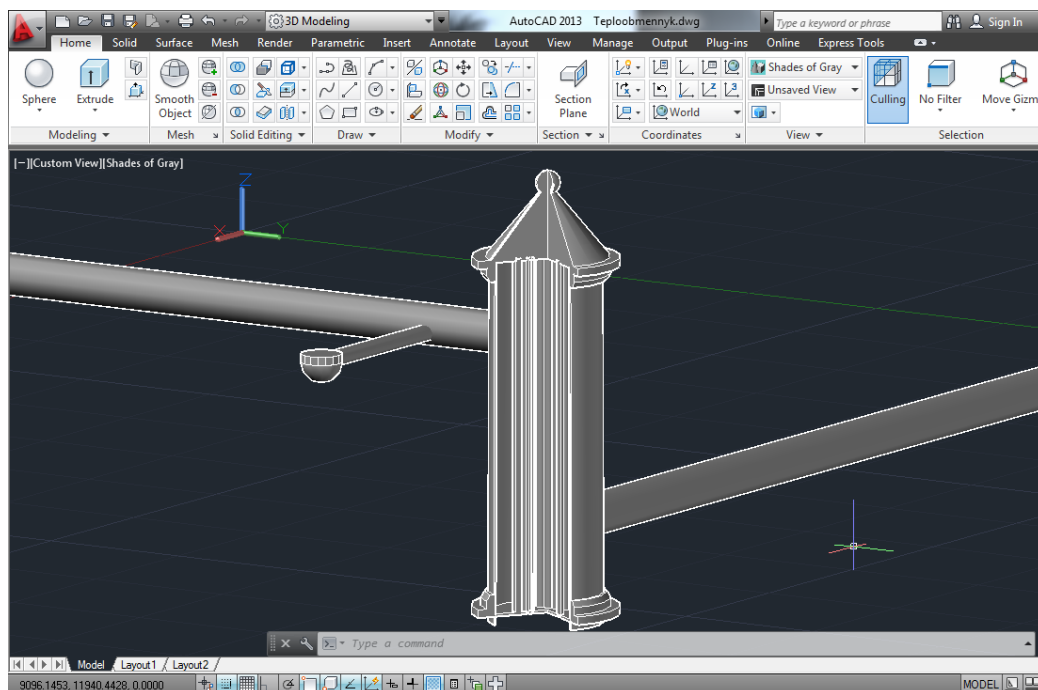


Рисунок 1. Зображення тривимірної моделі кожухотрубного теплообмінника і датчика температури (термопары)

Висновки. Тривимірне моделювання - відносно трудомісткий процес. Головна задача, що вирішується системою тривимірного моделювання - це значне скорочення часу побудови моделей. AutoCAD – одна з найпопулярніших комп'ютерних програм, яка чудово справляється з цим завданням. Система AutoCAD містить всі необхідні інструменти для візуалізації, такі як освітлення, матеріали, текстури, рендеринг. Дані інструменти зручні для використання і задовольняють потреби більшості користувачів. До того ж програма є досить простою у освоєнні і використанні, наявна велика кількість літератури та інтернет-ресурсів у разі виникнення будь-яких питань.

Бібліографічний список

1. *Полещук Н. Н.* Самоучитель AutoCAD 2016 / Н.Н.Полещук. - СПб.: "БХВ-Петербург", 2016. – 464 с.
2. *Климачёва Т. Н.* AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование/ Т. Н. Климачёва – СПб.: БВХ-Петербург, 2008. – 912 с.
3. *Габидулин В. М.* Трёхмерное моделирование в AutoCAD 2014/ В. М. Габидулин – М.: ДМК Пресс, 2014. – 280 с.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КУЛЬТИВАТОРІВ ТА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Козловський А.Г., студент,
Бакалова В.М., к.т.н, доцент,
Юрчук В.П., д.т.н, професор,
Лебедева О. О., ст. викл.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ Україна*

***Анотація** – Детально описано геометричне моделювання робочих поверхонь пристроїв для обробітку ґрунту таких як: плуга, підгортальника, перепідгортальника, плоскоріза та ножа для обробітку міжрядь.*

Ключові слова – моделювання поверхні, робочі органи, просторова модель, кут атаки, геометрична форма.

Постановка проблеми. На даний час розроблено безліч видів ґрунтообробних інструментів культиваторів, мотоблоків та ін. засобів. Але не завжди вони є ефективними.

Багато з таких інструментів часто «забиваються» ґрунтом, понаднормово заглиблюються в землю або ж «ведуть» плуг убік, що призводить до неефективного, неякісного та небажаного виконання роботи і подальшого результату.

Аналіз останніх досліджень. За останні 100 років було розроблено низку патентів, написано безліч наукових статей на теми моделювання та конструювання робочих поверхонь культиваторів. Та поступово цей процес перейшов на високоміцне обладнання провідною тяговою силою яких є сила, отримана внаслідок моторно-бензинової системи.

Формування цілей статті. Задача геометричного моделювання та конструювання найоптимальніших моделей робочих органів культиватора задля здійснення процесу обробітку землі високоефективним і вирішенням питань зносостійкості інструменту.

Основна частина. Геометрична форма робочих інструментів пристрою нагадує форму клина. Таким чином клини поділяються на *плоскі* (лапи культиваторів, зуби борів) і *криволінійні* (полиці корпусів, підгортальники).

Важливе значення при підвищенні зносостійкості робочих органів відіграє матеріал та використання захисних евтектичних покриттів. Тому доцільно використовувати зносостійкі сплави ФМІ-6, ФМІ-13, ФМІ-43 для виготовлення ґрунтообробних інструментів.[1]

Обробіток ґрунту здійснюється в декілька етапів. В залежності від умов оброблюваної поверхні, таких як твердості, каменистості, сорту та

складу ґрунту. Першопрохідним являється культивування території за допомогою плуга. (див рис.2).

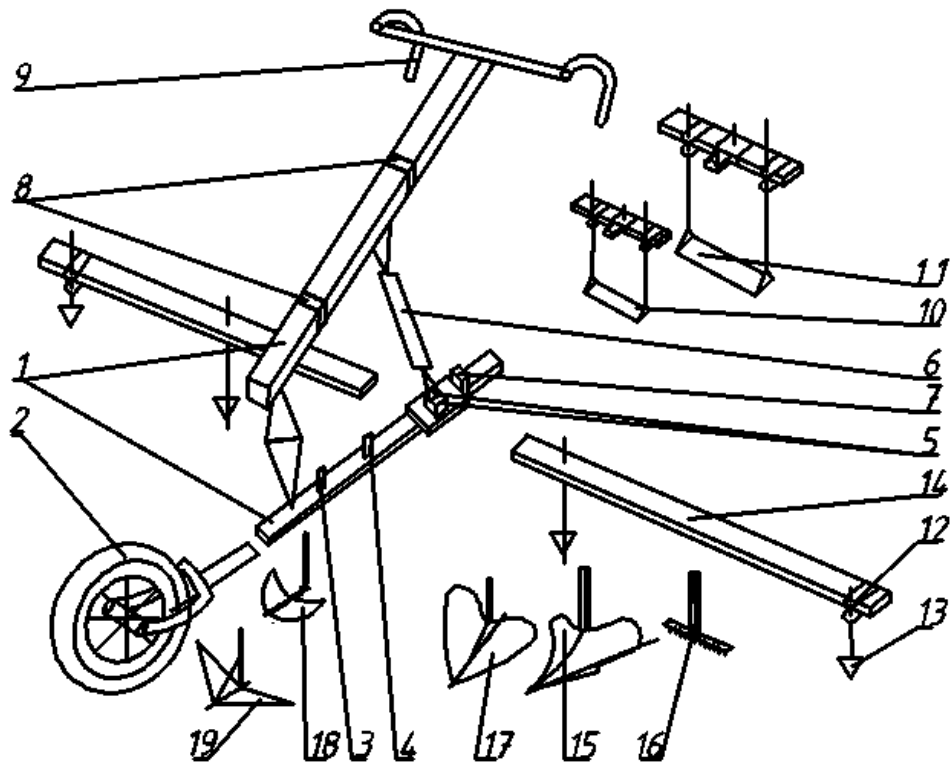


Рис. 1. Складові деталі універсального пристрою: 1 – рама; 2 – колесо; 3,4,8 – отвори; 5,7 – гнізда; 6 – регульовальна тяга; 9 – рукоятки; 10,11 – ножі; 12 – хомут; 13 – центральна лапа маркера; 14 – штанги; 15 – підгортальник; 16 – граблі; 17 – плужок; 18 – перепідгортальник; 19 – плоскоріз.

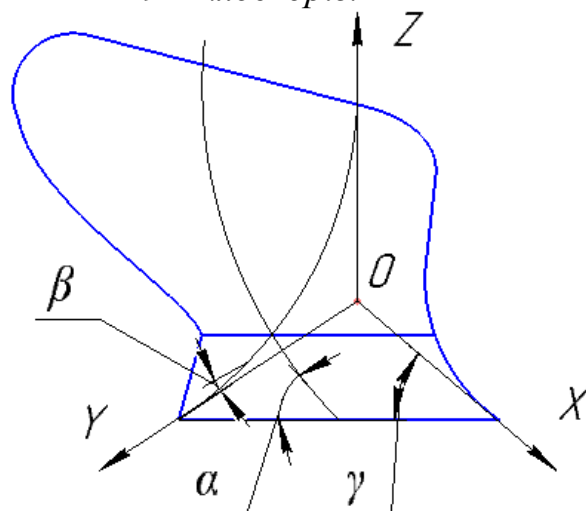


Рис.2 Геометрична форма плуга

Плуг – це виконуючий ріжучий орган у формі клина, що першочергово проорує землю та завдяки своїй геометричній формі частково її розпушує.

Кут γ – різальний кут (кут атаки) являється основним параметром, адже задає глибину занурення плуга та встановлює шар зняття ґрунту

Однак при збільшенні кута альфа до 45° ґрунт перестає ковзати по верхній межі клина, що призводить до скупчення на клині. Тому рекомендований кут при виготовленні $25-45^\circ$.

Глибина занурення робочих органів досягається завдяки активній формі рала. Кут α до 15° кут обертання бета $\beta = 25^\circ-130^\circ$. Кут здвигу гамма змінюється від $\gamma=35^\circ-45^\circ$. [2]

Перепідгортальник призначений для розпушення землі попереду підгортальника. Форма перепідгортальника змодельована так, що лезо нахилене під кутом 70° до горизонталі. Різальна кромка загострена під кутом під кутом $25-60^\circ$. Кут нахилу α дуги дотичної до ободу спинки становить 70° (див. рис.3).

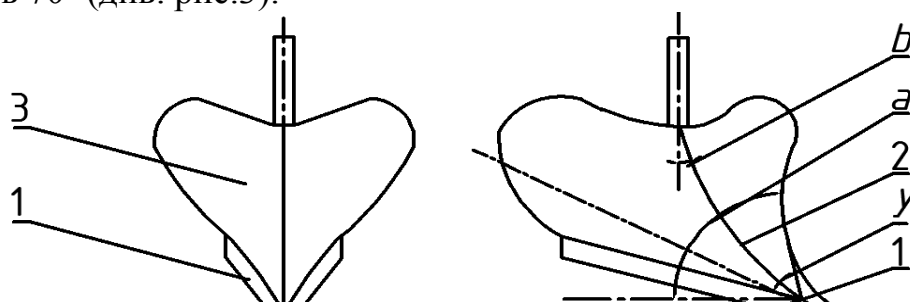


Рис. 3 Перепідгортальник

Плоскоріз прополює і культивує міжряддя всіх культур.

Виконаний під кутами $\alpha=35-75^\circ$, $\beta = \gamma=90^\circ$

Підгортальник (15) має унікальну об'ємну форму: лезо нахилено під кутом $70-75^\circ$ до горизонту. Різальна кромка загострена під спеціальним кутом γ , що коливається в межах від 25° до 60° . Кут нахилу дуги дотичної до обводу спинки становить близько 70° .

Висновки. Зменшення зносостійкості робочих органів залежить, від матеріалу з якого вони виготовлені, а також від наявності захисного покриття. При запобіганні зносу важливу роль відіграє спроектована геометрична форма.

Бібліографічний список:

1. Горячкин В.П. Земледельческая механика. Сбор. Соч. В 3 т. – М.: Колос, 1965,-282с.
2. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навч. Посібник. За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. - 450с.: іл., 95-106с.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗВАРНИХ ШВІВ У ВАЖКОДОСТУПНИХ ДІЛЯНКАХ ТОВСТОСТІННИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

Козулін С.М., к.т.н., *Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона
Національної академії наук України (Україна, м. Київ)*

Подима Г.С., ст. викладач, *Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)*

Анотація – описана конструкція охолоджуваного водою формувального пристрою, що забезпечує його оперативний монтаж у важкодоступних ділянках товстостінних металоконструкцій, якісне формування зварного шва, а також його багаторазове використання.

Ключові слова – формувальний пристрій, електрошлакове зварювання, плавкий мундштук, будівельна колона, важкодоступна ділянка зварного стику.

Постановка проблеми. Розширення сфери застосування електрошлакового зварювання при виготовленні і ремонті металоконструкцій в монтажних умовах, є важливим завданням, тому що її рішення дозволить істотно підвищити продуктивність праці, знизити матеріальні витрати і поліпшити якість зварних з'єднань.

Аналіз останніх досліджень. Однією з складних проблем, яка виникає під час зварювання товстостінних металоконструкцій із замкнутим контуром, є відсутність доступу до зворотного поверхні стику для формування шва за допомогою відомих формувальних пристроїв [1].

Спроби застосування підварювальних швів, а також вогнетривкої глини, наприклад, при розробці технології зварювання елементів посилення прорізів поясів будівельних колон типу "мальтійський хрест" із застосуванням електрошлакового зварювання плавиться мундштуком в монтажних умовах (рис. 1) не увінчалися успіхом через наступні випадки. Виконання багатошарових підварювальних швів у вертикальному положенні стику 6 (рис. 1) ручним електродуговим зварюванням відрізняється низькою продуктивністю і не гарантує від появи пропалювання зворотного боку стику при електрошлаковим зварюванні елементів посилення 2 з поясами колони 1. Застосування для формування зворотної сторони шва вогнетривкої глини 4, утримуваної на поверхні стику за допомогою сталевго куточка 3, не гарантувало надійне утримання шлакової і металевої ванн в зазорі, а також виявилось вельми неекономічним прийомом у зв'язку з відсутністю технічної можливості його багаторазового застосування для зварювання інших стиків.

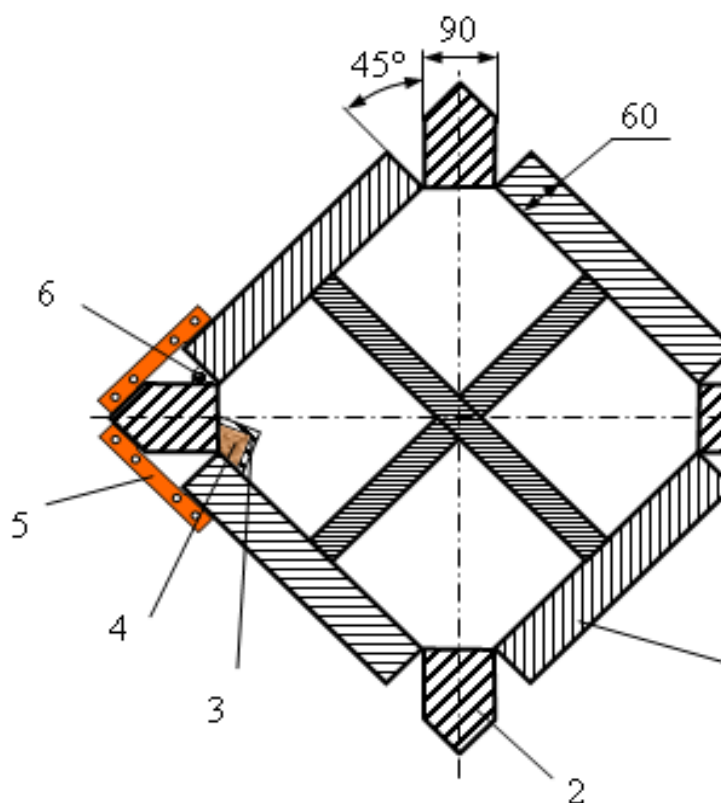


Рис. 1. Схема збірки стиків для електрошлакового зварювання елементів посилення прорізів поясів будівельної колони типу "мальтійський хрест": 1 – поперечний переріз пояса колони; 2 – елемент посилення колони; 3 – куточок; 4 – вогнетривка глина; 5 – стандартна формувальна накладка; 6 – підварювальний шов.

Формулювання цілей (постановка завдання). Мета цієї роботи – розробка конструкції пристрою, що забезпечує якісне формування зварного шва у важкодоступних ділянках сталевих товстостінних металоконструкцій, скорочення часу складально-налагоджувальних робіт, а також зниження матеріальних витрат.

Основна частина. Основним призначенням пристроїв для формування зварних швів в вертикальному, а також близькому до нього положенні стику є забезпечення гарантованого сплаву присадного матеріалу з основним металом. Використання зазначених пристроїв набуває особливого значення для електрошлакового зварювання, де вимушені зупинки процесу неприпустимі, так як вони призводять до утворення дефектів, таких як пропали, несплавлення, пори та ін., що важко виправити [1]. Для виключення таких зупинок використовуватимуться формувальні пристрої, повинні надійно утримувати в зварювальному зазорі значний обсяг рідкої шлакової і металевій ванн, що мають температуру близько 1400...1800° С, на протязі всього процесу зварювання стику.

Для вирішення поставленого завдання розроблена конструкція охолоджуваного водою пристрою, що забезпечує його оперативний монтаж у важкодоступних ділянках металоконструкцій, якісне формування зварного шва, а також його багаторазове використання.

Формувальний пристрій, що охолоджується водою, складається з мідної накладки 3 (рис.2), робоча частина якої вигнута за формою стику. До зворотному боці накладки припаяна мідна трубка 9, що зігнута до 180° для забезпечення можливості підведення і зливу охолоджувальної води у районі верхнього торця пристрою. У зв'язку з тим, що доступ для кріплення формувальної накладки до зворотної сторони стику значно затруднений (рис. 1 і 2), запропоновано пристрій для її оперативного кріплення на виробі і демонтажу. До неробочим (периферійним) частинам накладки 3 кріпляться кронштейни 4, на яких встановлені шарніри з гвинтами 5 і упори 8, що мають можливість їх повороту у вертикальній площині на 90° . Втулка 6 переміщається по гвинту 5 за допомогою рукоятки 7. Довжину гвинта l і втулки 6 вибирають у залежності від розміру внутрішньої порожнини металоконструкції h . Для організації вхідного та вихідного технологічних кишень довжина L_1 накладки 3 (рис.2) повинна перевищувати довжину L_2 елемента 2 на 50...100 мм в залежності від зварюваної товщини [2].

Кріплення формувальної накладки до зворотної сторони стику здійснюють наступним чином. Накладку бічною частиною заводять всередину замкнутої області металоконструкції через наявний отвір в колоні вище верхнього торця елемента 2 (рис.2). Потім, розвернувши накладку 3 робочою частиною до зворотної сторони стику, за допомогою тяги 10 опускають упор 8, притискаючи центральну частину накладки до внутрішньої поверхні стику. Після цього повертають гвинти 5 з наполегливими втулками 6 до рівня горизонту і за допомогою рукояток 7 вигвинчують втулки 6 до упору із внутрішньою стінкою колони, надійно притискаючи нижню і верхню частини накладки 3 до зварного стику.

Після зварювання стику виробляють демонтаж формувальної накладки в зворотній послідовності і її монтаж на наступний стик.

Формувальні пристрої (рис. 3) були успішно використані для електрошлакового зварювання плавким мундштуком елементів посилення прорізів поясів будівельних колон типу "мальтійський хрест" в монтажних умовах [3]. З їх допомогою зварено понад 1300 погонних метрів швів. Вимушених зупинок процесу не спостерігалось. Якість формування зварних швів хороше, що підтверджено результатами ультразвукового контролю зварних з'єднань.

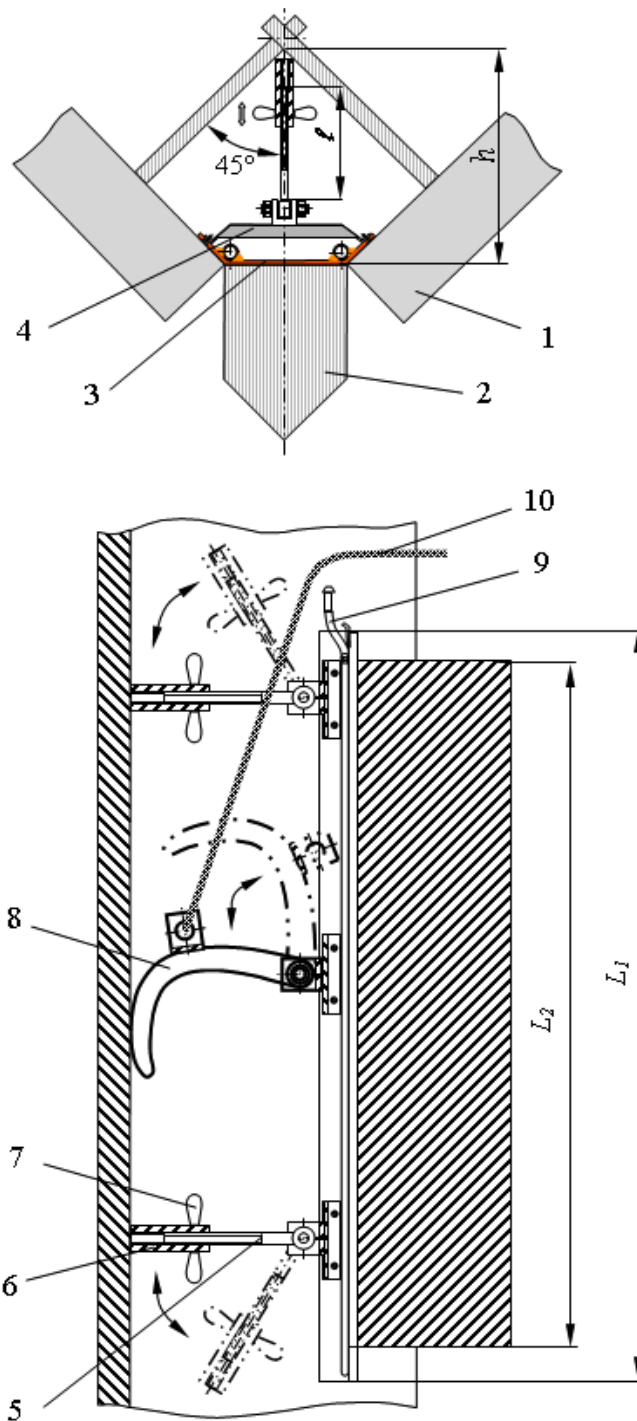


Рис. 2. Схема кріплення пристрою для формування зварного шва на будівельному колоні: 1– фрагмент пояса колони; 2 – елемент посилення колони; 3 – формувальна накладка, охолоджувана водою; 4 – кронштейн; 5 – гвинт; 6 – втулка; 7 – рукоятка; 8 – упор; 9 – мідна трубка; 10 – тяга.



Рис. 3. Зовнішній вигляд пристроїв для формування зварних швів у важкодоступних ділянках товстостінних металоконструкцій.

Висновки:

1. Застосування розробленої конструкції формувального пристрою для електрошлакового зварювання плавким мундштуком елементів посилення прорізів поясів будівельних колон дозволило істотно зменшити трудомісткість проведення зварювальних робіт і матеріальні витрати, підвищити продуктивність за рахунок скорочення часу монтажно-складальних операцій, а також поліпшити культуру виробництва.

2. Запропоновану конструкцію пристрою можна також використовувати для якісного формування зварних швів у важкодоступних ділянках металоконструкцій з використанням механізованої, газоелектричного та інших способів зварювання металу у вертикальному положенні.

Бібліографічний список

1. Электрошлаковая сварка и наплавка: [под ред. Б. Е. Патона]. - М.: Машиностроение, 1980. - 511 с.
2. Суцук-Слюсаренко И. И. Техника выполнения электрошлаковой сварки / И. И. Суцук-Слюсаренко, И. И. Лычко – К.: Наукова думка, 1974. – 95 с.
3. Ющенко К.А., Лычко И.И., Козулин С.М. и др. Технология и портативное оборудование для электрошлаковой сварки плавящимся мундштуком на монтаже // Материалы III научно-технической конференции «Сварочное производство в машиностроении: перспективы развития», 2-5 октября 2012 г./ под общ. ред. докт. техн. наук Н. А. Макаренко. – Краматорск: ДГМА. 2012. – С. 24 - 25.

БАЗОВА ГРАФІЧНА ПІДГОТОВКА У РОЗВИТКУ НАОЧНО-ОБРАЗНОГО МИСЛЕННЯ

Н. М. Коломийчук, старший викладач
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання впливу нарисної геометрії, інженерної графіки на розвиток у студента наочно-образного мислення.*

***Ключові слова** – нарисна геометрія, інженерна графіка, просторове уявлення, графічне мислення, розумова діяльність.*

Постановка проблеми. Відомо, що по засобам мислення людина спирається на ліву або праву півкулі мозку. Ліва і права півкулі мозку сприймають один і той самий об'єкт по різному: ліва – абстракція, права – конкретика. Права півкуля розпізнає форму об'єкта тим точніше, чим краще сприймає другу супроводжуючу характеристику – розмір та місцезнаходження. Саме наочність розширює кордони сприйняття, роблячи процес свідомим та забезпечує зв'язок між конкретним і абстрактним. При цьому більшість вчених вважає, що практично будь-який інтелект і розум можливо поліпшати та розвинути. «Правопівкульна» дитина за допомогою спеціальних вправ може також розвинути в собі якості які належать «лівопівкульній» дитині.

Аналіз останніх досліджень. Один з перших психометристів Л.Л. Тестоун вважав просторові здібності одним з семи головних факторів інтелекту і як вважає американській психолог Говард Гарднер «розуму можливо обучити» і задача вчителя – розбудити сплячі здібності учня.

Формування цілей (постановка завдання). Більшість студентів вступаючи на перший курс технічного вузу мають певний багаж знань і навичок. Хороші оцінки з фізики чи математики в школі це ще не показник «технічного напрямку» розуму, а просто показник загальної культури навчання і дисциплінованості. Засвоєння знань включає низку психічних процесів: сприймання, пам'ять, мислення і є складним психолого-педагогічним процесом. Багато провідних вчених вивчали психологію засвоєння знань у дошкільнят, школярів, студентів, але виникає питання : «Що робити, коли абітурієнт вступаючи у ВНЗ не певною мірою усвідомлює своє призначення і напрямок своєї діяльності у подальшому житті?». Тільки в процесі вивчення в університеті таких технічних дисциплін як нарисна геометрія, теоретична механіка, опір матеріалів тощо перед студентом постає питання «чи в той ВНЗ я вступив?». Це дуже важливе питання, бо від нього залежить подальша зацікавленість в навчанні і, як наслідок, подальші успіхи в роботі та житті.

Основна частина. На перших же заняттях з нарисної геометрії зрозуміло якого складу розуму студенти знаходяться в аудиторії: «гуманітарного» складу або «технічного». Від цього залежить в якому напрямку буде проходити учбовий процес, яку стратегію і тактику викладання дисципліни обере викладач.

Графічна підготовка майбутнього фахівця здатного до ефективного і технічно-грамотного опрацювання конструкторської, технологічної, графічної інформації та постійного професійного зростання, є актуальною і суспільно затребуваною. Основою базової графічної підготовки у ВНЗ є нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. Творцем ортогональних проекцій і засновником нарисної геометрії є французький геометр Гаспар Монж (1746-1818гг.). Знання накопичені з теорії та практики зображення просторових предметів на площині, він систематизував і узагальнив, піднявши нарисну геометрію на рівень наукової дисципліни. "... Потрібно навчити користуватися нарисної геометрією" - говорив Г. Монж.

Дві головні мети мала нова наука:

1. Точне уявлення на кресленні, що має тільки два виміри, об'єктів тривимірних.

2. Виведення з точного опису тіл всього, що впливає з їх форми і взаємного розташування.

З цієї точки зору нарисна геометрія - це мова, яка необхідна інженеру, який створює щось нове, і тим, хто здійснює інженерний проект.

Систематично і поступово, відповідно до програми курсу, викладач розвиває просторовий інтелект студента, формує у студента графічне мислення, яке інтегрує в собі певні аспекти просторового, образного, візуального, модельного, алгоритмічного мислення, здатного до абстрагування, до аналізу і синтезу деякої просторової форми. Графічне мислення включає певні процеси розумової діяльності, серед яких, насамперед, – розпізнавання обрисів об'ємних предметів; визначення просторового співвідношення і взаємного розташування об'єктів; уявлення форми тривимірного об'єкта за певною сукупністю його двовимірних зображень; побудова системи плоских зображень деякого тіла. Тільки нарисна геометрія поєднує логіку та просторове уявлення.

Висновки. Між логіко-математичним і просторовим інтелектом була й буде продуктивна взаємодія в таких видах діяльності як інженерна справа, та архітектура. Можна бути скульптором, поетом або музикантом і нічого не знати про впорядкування або системність, які лежать в основі логіко-математичного інтелекту. Але якщо цей вид інтелекту співпрацює з просторовим інтелектом то це дає можливість стверджувати про гармонійний та інтелектуальний розвиток людини, який може себе проявити у будь-якій галузі.

Бібліографічний список

Гарднер Говард «Структура Разума: теория множественного интеллекта»: Пер. з англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 512 стор.

ОСОБЛИВОСТІ ПАРАМЕТРИЧНОГО КРЕСЛЕННЯ В AUTOCADi

Н. М. Коломийчук, старший викладач

М.В. Лазарчук, старший викладач

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається питання переваги параметричного креслення в AutoCAD порівняно з традиційним використанням об'єктних прив'язок та інших інструментних засобів AutoCADу.

Ключові слова – параметризація, інженерна графіка, AutoCAD, геометричні обмеження, розмірні обмеження.

Постановка проблеми. У більшості випадків кресленик в AutoCADi створюється з використанням об'єктних прив'язок і зразковим зазначенням розмірів його елементів (довжин сторін, радіусів кіл і дуг і таке ін.). Однак на кресленик можливо накласти певні обмеження (паралельність або перпендикулярність сторін, кут нахилу однієї зі сторін, взаємозалежності між окремими розмірами і таке ін.). Використання обмежень і є параметризація. Чи є використання параметризації в учбовому процесі доречним? Не обтяжить викладача перевірка кресленика? І як його взагалі перевіряти?

Аналіз останніх досліджень. AutoCAD не єдина програма, де застосовується параметричне креслення. Розмірні залежності широко застосовуються в програмі Inventor і Solid Works. Функція параметризації з'явилась починаючи з AutoCAD 2010. Використання параметризації в проектуванні механічних конструкцій (важелі, рамені передачі і таке інше), проектуванні залізничних шляхів (рельсові профілі і таке інше) було необхідне і вкрай важливе. Що стосується використання параметризації в учбовому процесі літератури небагато, в основному, це тільки інформація, яка стосується організації ленти і як працює кожна обмеженість. Під обмеженням будемо розуміти реалізацію залежності між параметрами окремого об'єкта.

Формування цілей (постановка завдання). Ціль статті є рекомендації по використанню параметризації в учбовому процесі таким чином, щоб робота по виконанню кресленика була не складна для студента, а для викладача перевірка студентської роботи була би не велика за часом.

Основна частина. Щоб пояснити що таке параметричне креслення спочатку пояснімо на простому прикладі що таке не параметричне креслення. Якщо треба з'єднати два кола дотичною прямою, то при не параметричному кресленні треба спочатку відключити всі прив'язки, потім

включити прив'язку дотична і вже потім ковзаючи курсором мишки по колу знайти точку дотику.

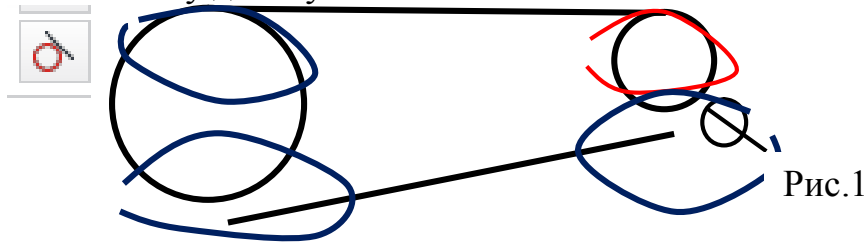


Рис.1

При переміщенні кола об'єкт розривається і коло стає окремо, а дотична окремо (рис.1). При використанні параметризації необхідно тільки накласти обмеження на коло і пряму і це з'єднання буде нероз'ємним, доки не буде зняті обмеження. Характерно, що при параметричному кресленні перший вибраний об'єкт є «ведучим» а другий «відомий». При традиційному кресленні це не важливо.

Вибираються об'єкти характерними точками їх ще називають точками залежності:

- для відрізка прямої – це кінцеві точки і середина;
- для кола – це центр кола;
- для дуги – це центр дуги, кінцева точка, середина дуги;
- для еліпсу – це центр еліпсу;
- для полілінії кінцева точка, середина лінійних сегментів а для дуг – центр.

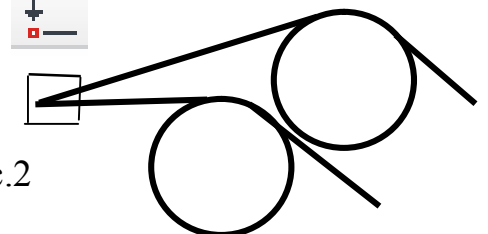
Послідовність накладання обмежень виглядає таким чином:

1. Натискаємо на знак обмеження дотична
2. Вибраємо курсором миші коло;
3. Вибраємо курсором миші пряму.

Пряма становиться дотичною, але не обов'язково вона доторкається до кола (рис.1). В такому випадку необхідно накласти ще одну залежність «співпадіння». Після завантаження залежності співпадіння в командному рядку вибираємо опцію об'єкт, далі курсором миші вибираємо коло, а потім і пряму. Таким чином на коло і дотичну пряму буде накладені дві залежності: дотична і співпадіння в точки.

```
Command: _GcCoincident
Select first point or [Object/Autoconstrain] <Object>: o
Select object:
Select point or [Multiple]:
```

Рис.2



Якщо зафіксувати кінець якоїсь прямої обмеженістю «фіксація», то конструкція буде жорстко зв'язана між собою при любому переміщенні (рис.2).

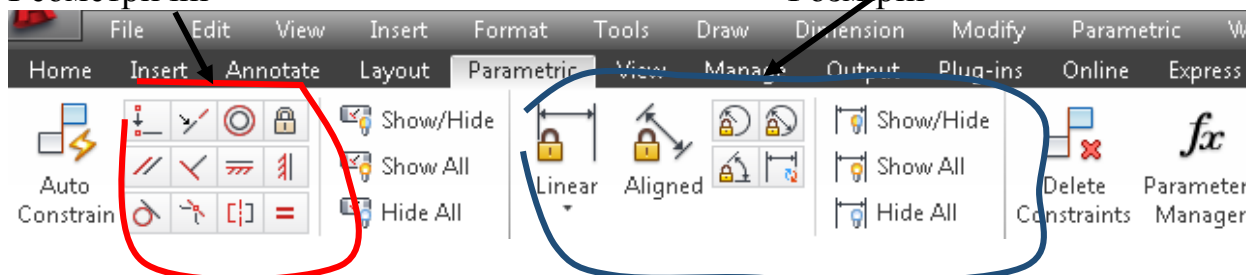
Можливо виділити три основних призначення параметризації:

- створення пов'язаних об'єктів;
- виправлення помилок в кресленнику;
- накладання законів механіки і фізики на геометричну модель.

Параметричні залежності можуть бути двох типів:

Геометричні

Розмірні



Геометричні обмеження можуть бути накладені автоматично або безпосередньо на кресленнику. Необхідно пам'ятати, що геометричні обмеження можливо були накладені випадково – натисканням кнопки, яка знаходиться на рядку стану.

Відмінити режим параметризації можливо натисканням кнопки знову. Всі обмеження можливо видалити як безпосередньо на кресленнику так і на стрічці натиснувши. Якщо треба прибрати якусь обмеженість, то на кресленнику до об'єкту підводять курсор миші, натискають праву кнопку миші і в контекстному меню вибирають видалити.

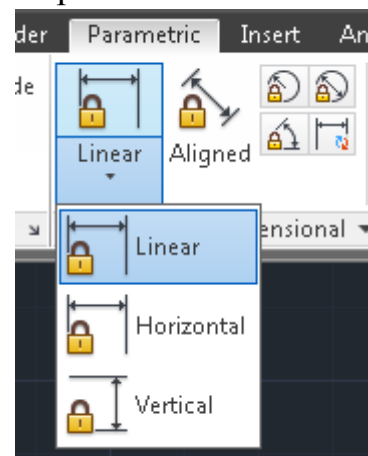
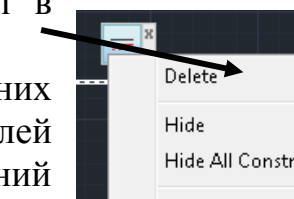
Метою накладання розмірних обмежень є можливість із зміною розмірів деталей зберегти цілісність його контуру. Звичайний «автокадівській» розмір змінити можна, але ця зміна вплинути на контур деталі не може. Розміри є поясненням до креслень і не більше. При зміні розмірних параметрів змінюється зображення об'єкта.

Розмірні залежності є трьох видів:

- лінійна;
- горизонтальна;
- вертикальна.

Розмірні обмеження на кресленнику мають три типи представлення: число, вираз, назва параметру. Вид представлення обирається залежно від поточного завдання. Параметризація або залежність накладається на точки. Розмірні параметри можливо приховати на кресленнику, але це не означає що параметри відключені.

Особливість розмірних обмежень полягає в тому, що вони поіменовані (рис.3). При копіюванні деталі нова деталь має іншу нумерацію розмірних обмежень і не всі геометричні обмеження зберігаються.



Параметри розмірних обмежень можливо змінювати безпосередньо на кресленiku або в диспетчері параметрів.

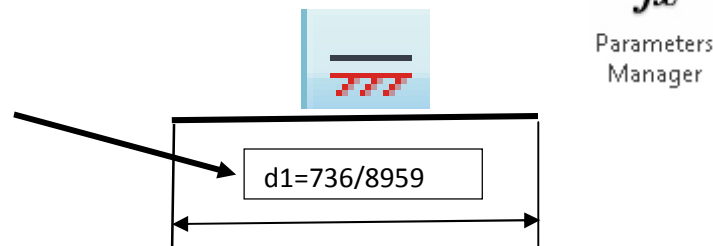


Рис.3

Диспетчер параметрів це перелік всіх розмірних параметрів які нанесені на кресленик (рис.4).

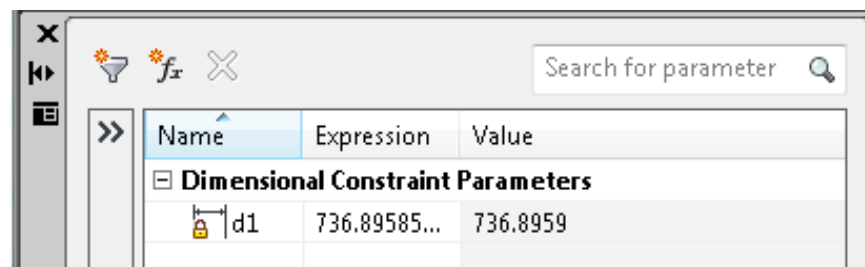
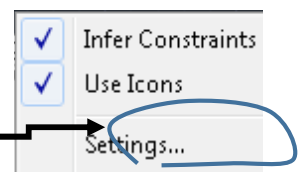
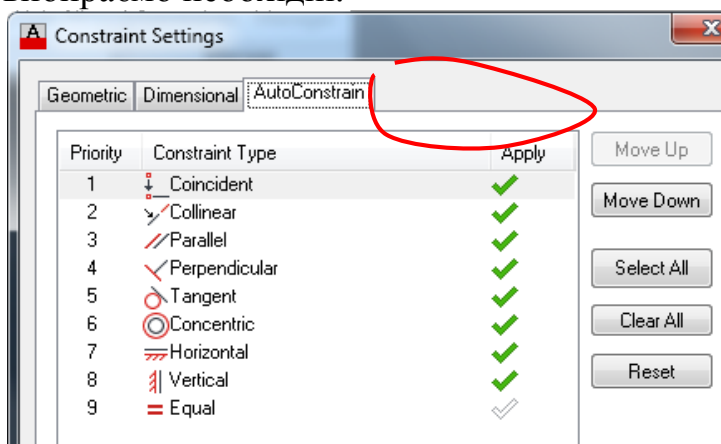


Рис.4

Висновки.

1. В учбовому процесі використання функції параметризації повинно бути частковим, в основному у вигляді накладання кількох геометричних і розмірних обмежень на креслениках деталей.
2. Геометричні залежності не повинні використовуватись без розмірних залежностей.
3. Для поліпшення перевірки викладачем студентських робіт, необхідно для конкретної деталі виявити основні геометричні і розмірні залежності і накласти залежності автоматично. Для цього необхідно натиснути  правою кнопкою миші на кнопку і вибрати установку параметрів, далі переходимо на вкладку автоматичні обмеження і вибираємо необхідні.



ПІДХОДИ ДО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КВМ

Колосова О.П., асистент *

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація – проаналізовано існуючі підходи та особливості геометричного моделювання ресурсоенергоефективних технологічних процесів та обладнання для виготовлення високоякісних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів із застосуванням інтенсифікуючої ультразвукової обробки.

Ключові слова – структурно-параметричне геометричне моделювання, композиційно-волокнистий матеріал, реактопласт, ультразвук, міцність, бездефектність, проектування, комп'ютер.

Вступ. Останнім часом у багатьох галузях промисловості (авіаційній, ракетно-технічній, машинобудівній, суднобудівній, електротехнічній, автомобільній та ін.), у сільському господарстві, вітроенергетиці, медицині, спортивній індустрії тощо значно збільшилось використання різноманітних конструкцій та виробів з високоміцних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ), одержуваних методом «мокрого» намотування безперервного армуючого наповнювача, просоченого полімерним зв'язуючим (ПЗ). Це зумовлює актуальність автоматизованого проектування технологій та обладнання для їх виробництва [1].

Протягом останніх десятиріч цей напрямок конструкторсько-технологічного проектування розвивається досить активно. Проте у багатьох випадках, незважаючи на досягнутий прогрес у виконаних дослідженнях щодо проектування ряду технологічних операцій і обладнання для виготовлення КВМ, й дотепер відсутня ґрунтовна теоретична та експериментальна база для автоматизованого проектування т.зв. «базових» процесів і технологічного обладнання, що використовується при їх реалізації.

Загалом під базовими розуміють процеси, що складають основу будь-якого технологічного циклу виробництва досліджуваних виробів з КВМ [1]. До них, насамперед, відносять процеси обробки просочувального рідкого ПЗ, процеси: «вільного» просочування орієнтованого волокнистого

* Науковий керівник – д.т.н., професор Вірченко Г.А.

наповнювача (ОВН) рідким ПЗ, дозованого нанесення ПЗ на попередньо просочений ОВН, а також безперервного «мокрого» намотування за заданим законом просоченого ОВН (волокон, тканин або джгутів) на оправку.

Використовувані для виготовлення джгутів або склотканин нитки, з яких сформовано ОВН, складаються з численних елементарних мікрОВОЛОКОН діаметром 3–100 мкм (лінійною щільністю до 0,1 текс), а їх кількість у нитці становить 1000 або більше.

Причому в структурі нитки більш ніж 25% від її об'єму становлять мікропори, в яких знаходиться защемлене повітря, яке при «вільному» просочуванні необхідно витіснити [1].

Тому у мікропорах при заміщенні защемленого повітря просочувальною рідиною діють капілярні закони. Відомо, що класичні задачі просочування капілярно-пористих тіл зводяться до знаходження ефективного (еквівалентного) капілярного радіуса циліндричного капіляра та знаходження його структурних характеристик (пористості, внутрішньої поверхні) [2]. Окрім того, внаслідок стохастичного розміщення мікрОВОЛОКОН у реальній структурі просочуваного ОВН за певного зусилля натягнення при просочуванні і намотуванні [3] є доцільним застосування функції розподілу пор за розмірами для коректного знаходження еквівалентного капілярного радіусу [2].

Отримати шукану функцію розподілу пор за розмірами в принципі можливо чисто експериментальним шляхом, наприклад, методом ртутної порометрії [4] або рентгенівської комп'ютерної томографії. Однак такі підходи вимагають використання коштовного обладнання. Тому в роботі [5] був вибраний інший підхід, який полягає в попередній побудові віртуальної (комп'ютерної) моделі структури нитки і отриманні необхідних даних за результатами її дослідження. На думку автора [5], це дозволяє вивчити розподіл пор за розмірами на рівні мікрОВОЛОКОН і на цій основі розробити нові технічні рішення для вдосконалення процесу «вільного» просочення.

Завдання в [5] полягало в знаходженні міжцентрових відстаней контурів перетинів волокон (кіл) по вертикалі і горизонталі, що відповідають заданій пористості структури нитки, якщо наперед відомий радіус волокна. При цьому передбачається, що пористість нитки може досягати 50%, що досить далеко від реальності. Рішення поставленого в [5] завдання зводиться до багаторазового обчислення за відомою формулою величини пористості до отримання необхідної її величини при зміні міжцентрових відстаней між волокнами-колами.

Причому під пористістю автор [5] розуміє міжцентрову відстань між волокнами, що є не досить коректним з геометричної (й фізичної) точки зору. Однак значні величини отриманих допустимих похибок (у т.ч. за величиною пористості) і суттєве відхилення модельної кривої розподілів від експериментальної кривої зумовлюють обмежене застосування розробленої методики (в основному для приблизної попередньої оцінки).

Безперервне «мокре» намотування просочених рідким ПЗ волокон здійснюється на оправку, яка, зазвичай, має конфігурацію внутрішньої поверхні майбутньої конструкції. При цьому просочені волокна укладаються з деяким натягом. Останній є одним з найбільш значущих технологічних чинників, що дозволяє істотно впливати на формування структурних та міцних показників затверділих КВМ. Адже натяг забезпечує «прямолінійність» волокон (й відповідно міжволоконних капілярних радіусів) та їх щільну укладку у структурі.

Залежно від типу армуючого матеріалу (ОВН), його геометрії, використовуваного полімерного зв'язуючого, а також габаритів виробу, що формується (т.зв. «масштабний ефект»), може змінюватися характер впливу зусилля натягу на структуру та властивості КВМ [1]. Таким чином, натяг при просочуванні і «мокрому» намотуванні – це фактор, який регулює початковий напружений стан двокомпонентної системи КВМ. Змінюючи зусилля натягу ОВН при просочуванні і «мокрому» намотуванні за певним автоматизованим алгоритмом, можна змінювати умови (кінетику) протікання вищезгаданих базових процесів формування КВМ.

Так як кінцевою метою геометричного моделювання базового процесу «вільного» просочування є його комп'ютерна модель, в якій можна аналізувати і коригувати схему укладки волокон у структурі ОВН, у тому числі в залежності від зусилля натягу ОВН при просочуванні, а також прогнозувати кінетичні параметри процесу просочення в залежності від значення ефективного капілярного радіуса, то відсутність адекватних підходів до його коректного, визначення розподілу волокон у мікроструктурі ОВН з урахуванням його стохастичного характеру, є основною важкістю при реалізації такої моделі.

Тому не дивно, що формули для знаходження теоретичного еквівалентного капілярного радіусу були отримані переважно для регулярних (тканини), а не для стохастичних волокнистих структур [1].

Незважаючи на досягнутий прогрес у сфері автоматизованого проектування виробництва КВМ, у багатьох випадках проектні рішення, що приймають розробники у тій чи іншій ситуації, ґрунтуються на їх особистому досвіді та часто будуються переважно на евристичних засадах. Вирішення цієї проблеми у значній мірі можливе шляхом використання інформатизації виконуваних проектно-технологічних робіт у хімічному та спеціальному машинобудуванні.

У свою чергу, фундаментальну основу інформатизації становлять саме геометричні моделі тих чи інших процесів чи обладнання, які формуються за допомогою різноманітних комп'ютерних автоматизованих систем, що, у свою чергу, дозволяють здійснювати оптимізацію геометричних параметрів досліджуваних технічних об'єктів.

З цієї точки зору також є важливою геометрична оптимізація конструкційних параметрів застосовуваного технологічного обладнання, що широко використовується для інтенсифікації технологічних процесів [6] та для одержання бездефектної структури затверділих КВМ, а саме у

вигляді ультразвукових (УЗ) хвилеводів-концентраторів та дозаторів.

Таким чином, можна стверджувати, що проведення комплексної оптимізації при виготовленні високоякісної технічної продукції з реактопластичних КВМ обумовлює доцільність проведення комплексних наукових досліджень щодо розроблення більш досконалих прийомів, методів та алгоритмів математичного відтворення досліджуваних технічних об'єктів та процесів.

Перспективним інструментарієм реалізації вищезазначеного напрямку є комп'ютерне структурно-параметричне геометричне моделювання (СПГМ), яке можна вважати ефективним методом сучасної прикладної геометрії. Адже методологія СПГМ дозволяє інтегровано реалізувати базові засади сучасного автоматизованого проектування технологічних процесів та обладнання [7], зокрема, для виготовлення намотувальних виробів з реактопластичних КВМ.

Таким чином, можна констатувати, що методи сучасної прикладної геометрії, що використовуються на практиці, і які дозволяють досліджувати вплив геометричної форми структурних елементів (ОВН) реактопластичних КВМ та поверхонь формуючого (УЗ) технологічного обладнання на властивості затверділих композитів, набувають широкого застосування, і тому є актуальними [8], у т.ч. з точки зору досягнення ресурсоенергоєфективності.

Напрацювання науковців кафедри НГІКГ НТУУ «КПІ» та інших науковців з досліджуваної проблематики. На кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки (НГІКГ) НТУУ «КПІ» науковою школою під керівництвом д.т.н., професора, заслуженого працівника народної освіти України Ваніна В.В. уперше в Україні розроблено сучасну методологію структурно-параметричного варіантного формоутворення (геометричного моделювання) складних технічних систем у машинобудуванні в умовах сучасних інтегрованих інформаційних технологій [9].

В рамках виконаних досліджень науковцями вищевказаної наукової школи запропоновано застосування структурно-параметричних геометричних засобів для пошуку глобальних екстремумів у різноманітних задачах оптимізації. Зокрема, розроблено алгоритм візуалізації багатовимірних об'єктів, здійснено програмну реалізацію розроблених математичних моделей та проведено комп'ютерні експерименти для апробації одержаних результатів у машинобудуванні та у літакобудуванні [9]. Нині на кафедрі НГІКГ продовжуються теоретичні та експериментальні роботи з геометричного моделювання окремих процесів та обладнання для виготовлення реактопластичних КВМ. Так, у роботі [10] вирішувалась актуальна проблема геометричного моделювання формоутворення оболонок нерозгортних поверхонь, виготовлених із полімерних композиційних матеріалів на тканинній основі.

Ці дослідження були продовжені в роботах [11–12]. У праці [11] вивчалися окремі аспекти щодо автоматизації намотувального обладнання

шляхом геометричного моделювання процесу намотування, зокрема, дослідження форми поверхні полімерної стрічки з волоконних оправок різної форми при виробництві композитних деталей.

В роботі [12] започатковано застосування комп'ютерного СПГМ для здійснення комплексної оптимізації технологічного процесу створення технічних виробів з композитних матеріалів на прикладі виготовлення частини трубопроводу методом намотування з вуглецевих композитів.

В роботах інших вітчизняних науковців, що не входять до наукової школи кафедри НГІКГ, наприклад, [13], вивчались питання геометричного моделювання структурних армуючих елементів КВМ на прикладі намотування одиночної нитки на поверхні обертання. В результаті проведених досліджень була розроблена і впроваджена комплексна модель розрахунку форми меридіану фасонних поверхонь обертання, у яких середня кривизна змінюється вздовж осі за наперед заданим законом, та за умови зміцнення цих поверхонь шляхом геодезичного намотування нитки.

Проблема автоматизації намотувального обладнання шляхом геометричного моделювання процесу намотування та вдосконалення використовуваних для цього адаптивних верстатів з системою «технічного зору» досліджувалась в роботі [14], де аналізувались базові схеми армування виробів у вигляді поверхонь обертання, використовуючи для армування плоску полімерну стрічку.

Що стосується робіт зарубіжних вчених, то в них проблема розроблення підходів до геометричного моделювання технологічних процесів намотування і викладення конструкцій з КВМ також займає чільне місце [15 – 17]. Так, в монографії [15] для математичного опису поверхонь оправок використовували метод Кунса, створюючи на його основі тривимірні об'єкти. Інший клас модельованих об'єктів створювався за допомогою плоских паралельних перерізів на точковому каркасі.

Серед найбільш значних результатів останніх років, що стосуються досліджуваної проблеми [16, 17], можна відзначити такі. Розроблено новий математичний апарат для геометричного моделювання технологічних процесів намотування і викладення конструкцій з КВМ. Створено теоретичні основи цих процесів, узагальнюючі всі існуючі методи моделювання цих процесів. Розроблено комп'ютерні моделі, що слугують для якісного аналізу обраної схеми укладання стрічки на поверхню на предмет можливості виготовлення виробу за даною схемою армування.

Що стосується особливостей геометричного моделювання нестационарного технологічного процесу як такого, то тут насамперед слід відзначити труднощі в геометричному та комп'ютерному моделюванні зазначених процесів у порівнянні зі стаціонарними процесами, до яких можна віднести процеси геодезичного намотування та викладки нитки чи стрічки на оправку різної форми геометричної поверхні.

Як приклад, можна навести роботу [18], в якій описано створену методологію геометричного моделювання для проектування технологічних параметрів процесів на прикладі перебігу фізичних процесів та розв'язання на визначених засадах завдань прогнозування й управління цими процесами. Як практична реалізація проведених досліджень, автором була запропонована оптимізація технологічного процесу фільтрування суспензій на камерних фільтр-пресах з вертикальним розташуванням фільтрувальних плит та впровадження розроблених методик у процес проектування й експлуатації фільтрувального обладнання в промисловості, комунальному господарстві та інших галузях.

Висновки. Таким чином, вище було проаналізоване коло вирішених задач з позицій геометричного моделювання досліджуваних процесів та обладнання для одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ.

Бібліографічний список

1. *Цыплаков О.Г.* Научные основы технологии композиционно-волоконистых материалов. Ч.1. / *О.Г. Цыплаков.* – Пермь, 1974. – 317 с.
2. *Аксельруд Г. А.* Введение в капиллярно-химическую технологию / *Г. А. Аксельруд, М. А. Альтиулер.* — М.: Химия, 1983. — 264 с.
3. *Ванин Г. А.* Основы статистической теории волоконистых сред / *Г. А. Ванин* // Механика композитных материалов. — 1982. — № 6. — С. 1043—1051.
4. *Чизмаджев Ю. А.* Макрокинетика процессов в пористых средах / *Ю. А. Чизмаджев, В. С. Маркин, М. Р. Тарасевич и др.* — М.: Наука, 1971. — 364 с.
5. *Сыс В. В.* Оценка распределения межволоконных пор по размерам методом моделирования структуры нити / *В.В. Сыс* // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013. — №6/10 (66). — С. 47–51.
6. *Новицкий Б.Г.* Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах / *Б.Г. Новицкий.* — М.: Химия, 1983. — 192 с.
7. *Ванін В.В.* Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання / *В.В. Ванін, Г.А. Вірченко* // Геометричне та комп'ютерне моделювання: зб. наук. праць. — Вип. 23. — Харків: ХДУХТ, 2009. — С. 42-48.
8. *Колосова О.П.* Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волоконистих матеріалів [монографія] / *О.П. Колосова, В. В. Ванін, Г.А. Вірченко, О.Є. Колосов.* — К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. — 164 с.
9. <http://ng-kg.kpi.ua/>

10. Залевський С.В. Геометричне моделювання тканинних наповнювачів текстолітових конструкцій технічних виробів : автореф. дис ... канд. техн. наук : 05.01.01 - прикладна геометрія, інженерна графіка / С.В. Залевський; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. МОНУ. – К.: 2011. – 23 с.
11. *Ванін В.В.* Дослідження форми поверхні полімерної стрічки при виробництві композитних деталей / *В.В. Ванін, Г.П. Грязнова* // Сучасні проблеми моделювання. – 2014. – №3. – С. 34 – 38.
12. *Ванин В.В.* Структурно-параметричний метод для моделювання технологічного процесу створення виробів з композитів / *В.В. Ванин, Г.П. Грязнова, А.Г. Допира, С.Л. Шамбина* // SWorld [ел. ресурс]. – 16–26 December, 2014. Режим доступу: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences-414/applied-geometry-engineering-graphics-ergonomics-and-safety-of-life-414/23604-414-053>
13. *Руденко С. Ю.* Геометричне моделювання фасонних поверхонь обертання, зміцнених намотуванням нитки: автореф. дис ... канд. техн. наук : 05.01.01 – прикладна геометрія, інженерна графіка / *С. Ю. Руденко*; Нац. ун-т цив. зах. ДСУНС. – Х., 2013. – 24 с
14. *Куценко Л.М.* Поверхні обертання зі змінної уздовж осі кривиною меридіанів та їх зміцнення шляхом намотування кевларової нитки / *Л.М. Куценко, С.Ю. Руденко* // Міжвузівський збірник "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – Вип. 6. – Луцьк: ЛНТУ, 2011 р. - С. 148-153.
15. *Аюшев Т.В.* Геометрические вопросы адаптивной технологии изготовления конструкций намоткой из волокнистых композиционных материалов / *Т.В. Аюшев.* – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2005. – 212 с.
16. *Калинин В. А.* Теоретические основы геометрического моделирования процессов намотки и выкладки конструкций из волокнистых композиционных материалов: автореф. дис. доктора техн. наук: 05.01.01– инженерная геометрия и компьютерная графика / *В.А. Калинин*; Моск. гос. авиац. ин-т. – М., 1997. – 49 с.
17. *Битюков Ю.И.* Геометрическое моделирование технологических процессов намотки и выкладки конструкций из волокнистых композиционных материалов: автореф. дис. докт. техн. наук : 05.01.01 – инженерная геометрия и компьютерная графика / *Ю.И. Битюков*; Моск. гос. авиац. ин-т. – М., 2010. – 34 с.
18. *Черніков О.В.* Геометричне та комп'ютерне моделювання динаміки процесів зміни об'єктів під впливом заданих чинників (на прикладі фільтрування): автореферат дис. на здобуття наук. ступ. докт. техн. наук: спец. 05.01.01 – «Прикладна геометрія, інженерна графіка» / *О.В. Черніков*; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. МОНУ. – К., 2008. – 36 с.

ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНО-ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Колосова О.П., асистент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація – проаналізовано існуючі проблеми геометричного моделювання технологічних процесів та обладнання для виготовлення високоякісних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів із застосуванням інтенсифікуючої ультразвукової обробки.

Ключові слова – структурно-параметричне геометричне моделювання, композиційно-волокнистий матеріал, реактопласт, ультразвук, проектування, комп'ютер.

Вступ. При вирішенні комплексу завдань з геометричного моделювання процесів та обладнання для виготовлення висококомірних й бездефектних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ), широко застосовуваних у різних галузях промисловості [1], з використанням ультразвукової (УЗ) дії [2], повинні враховуватися наступні особливості [3].

По-перше, завдання з геометричного моделювання технології виробництва, де присутні нестационарні процеси, в т.ч. при виготовленні виробів з реактопластичних КВМ, є більш складними, наприклад, у порівнянні з моделюванням топографічних поверхонь, які є стаціонарними в часі і для яких наперед відомий закон зміни руху армуючих елементів (сформованих ниток, стрічок постійного перетину).

По-друге, розглядаючи базовий процес «мокрого» намотування, в якому орієнтовані волокнисті наповнювачі (ОВН) у вигляді нитки намотують на поверхню (т.зв. геодезичне намотування нитки), для його автоматизації необхідно «перевести» отримувані поверхні в геометричні моделі за допомогою відповідних алгоритмів. За аналогією, для базового процесу «вільного» просочування бажано створити узагальнену геометричну модель зазначеного процесу, що надає практичний та зручний інструмент для аналізу і корекції схеми армування ОВН і геометричних параметрів змотувального й просочувального обладнання.

По-третьє, властивості КВМ на основі ОВН жгутового або тканого типу залежать від геометричного розміщення мікронаповнювачів у структурі КВМ. Подібні завдання геометричного моделювання мікроструктури таких ОВН вирішуються спеціальними методами (наприклад, геометричних ймовірностей та інтегральної геометрії) і вимагають для своєї реалізації розроблення спеціальних алгоритмів.

Як типове завдання можна навести таке: дослідити залежність якості одержаного тканого КВМ від поставлених початкових (технологічних) умов, або від того, що задано при проектуванні на вході (наприклад, % тканого наповнювача в структурі КВМ). При зміні початкових умов також змінюються геометричні параметри формуючого обладнання (змотувального, просочувального, сушильного, намотувального) для виробництва таких тканих КВМ.

По-четверте, вищевказані комплексні завдання можуть бути вирішені із застосуванням методології комп'ютерного структурно-параметричного геометричного моделювання (СПГМ), яка тільки починає розвиватися. Використання цієї методології дозволяє підібрати оптимальні геометричні параметри технологічного обладнання в залежності від поставлених початкових (технологічних) умов.

Формулювання постановки задач досліджень. Нижче наведено можливі варіанти формулювань мети, задач, об'єкта та предмета досліджень, що стосується геометричного моделювання процесів та обладнання для виготовлення високоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ.

Мета і задачі дослідження (варіант I). Метою роботи є створення геометричних та комп'ютерних моделей, що забезпечують автоматизоване проектування процесів і обладнання для приготування рідких полімерних композицій та виготовлення високоміцних й бездефектних намотувальних виробів з реактопластичних КВМ з використанням інтенсифікуючого УЗ у хімічній та машинобудівній промисловостях.

Метою роботи (варіант II) є розробка комплексного підходу до автоматизованого проектування виготовлення високоміцних та бездефектних намотувальних конструкцій з реактопластичних КВМ на основі застосування геометричних моделей базових технологічних процесів і обладнання для попередньої УЗ-обробки рідкого полімерного зв'язуючого (ПЗ), «вільного» просочення ОВН озвученим ПЗ та дозованого нанесу озвученого ПЗ на попередньо просочений ОВН з використанням УЗ.

Для досягнення поставленої мети визначені такі *задачі*:

- розроблення на базі системного підходу узагальненої структурно-параметричної геометричної моделі базових процесів технологічного циклу одержання реактопластичних КВМ із застосуванням УЗ;

- розроблення алгоритму конструювання простих акустичних концентраторів УЗ для базового процесу попередньої обробки ПЗ із використанням комп'ютерних геометричних моделей (*варіант продовження речення: які наочно відображують існуючі варіаційні взаємозв'язки між параметрами форми та розмірів досліджуваних концентраторів, а також наведення прийомів формоутворення, що сприяють підвищенню продуктивності комп'ютерного проектування зазначених концентраторів*);

– (базовий варіант) розроблення вдосконаленого математичного апарату для геометричного моделювання технологічного процесу «вільного» просочування односпрямованих волокнистих структур рідкими ПЗ (варіант I продовження речення: шляхом апроксимації реальної мікроструктури армування ОВН геометричною моделлю еквівалентного циліндричного капіляра; варіант II продовження речення: який дозволяє створити узагальнену геометричну модель зазначеного процесу і надає практичний і зручний інструмент для аналізу та корекції схеми армування ОВН й геометричних параметрів формуючого обладнання);

– розроблення алгоритму комп'ютерного структурно-параметричного геометричного конструювання складеного УЗ-кавітаційного пристрою для процесу дозованого нанесення ПЗ на просочений ВН тканого типу, що складається з прямокутної випромінюючої пластини, ПЕП і трансформаторів швидкості, а також геометрична візуалізація отриманих аналітичних співвідношень для розрахунку резонансних акустичних розмірів елементів коливальної системи дозуючого пристрою;

– впровадження виконаних розробок у хімічному та спеціальному машинобудуванні.

Об'єкт дослідження (варіант I) – базовий процес «вільного» просочення ОВН рідкими ПЗ та УЗ-обладнання у вигляді акустичних концентраторів, призначених для використання в процесі попередньої обробки рідких ПЗ, й складеного кавітаційного пристрою з прямокутною пластиною для використання в процесі дозованого нанесення рідкого ПЗ на просочені ткани волокнисті наповнювачі.

Об'єкт дослідження (варіант II) – теорія геометричного моделювання для базового технологічного процесу «вільного» просочування ОВН рідким ПЗ, а також УЗ-обладнання для базових технологічних процесів попередньої обробки просочувального рідкого ПЗ та дозованого нанесення озвученого ПЗ при виготовленні намотувальних конструкцій з високоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ.

Предмет дослідження (варіант I) – геометричні та комп'ютерні моделі базового технологічного процесу «вільного» просочення ОВН рідкими ПЗ, а також УЗ-обладнання у вигляді хвилеводів-концентраторів для базового процесу попередньої обробки просочувального рідкого ПЗ та складеного дозуючого пристрою на базі прямокутної випромінюючої пластини, концентраторів та ПЕП з урахуванням їх конструктивних параметрів.

Предмет дослідження (варіант II) – математичний апарат для геометричного моделювання базових технологічних процесів і обладнання для виготовлення високоміцних й бездефектних намотувальних конструкцій з реактопластичних КВМ, на базі якого можливе створення удосконалених геометричних моделей вказаних процесів і обладнання, отримання чисельного аналізу схеми армування ОВН, вирішення різних завдань оптимізації, що виникають при формуванні КВМ.

Метод дослідження – комплексний, що передбачає використання теорії множин, графів, інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей, систем автоматизованого проектування, системного аналізу, обчислювальних методів та комп'ютерної графіки, експериментально-статистичного моделювання з наступним підтвердженням адекватності отриманих результатів експериментами та випробуваннями.

Висновки. Таким чином, можна констатувати, що в зазначеній вище постановці розглянутий комплекс задач ще не досліджувався. Тому створення адекватної геометричної моделі базового процесу «вільного» просочення, а також використовуваного УЗ-обладнання при реалізації базових процесів попередньої обробки просочувального ПЗ і його дозованого нанесу на попередньо просочений ОВН, як і раніше, є актуальним завданням.

Бібліографічний список

1. *Цыплаков О.Г.* Научные основы технологии композиционно-волокнистых материалов. Ч.1. / *О.Г. Цыплаков.* – Пермь, 1974. – 317 с.
2. *Аксельруд Г. А.* Введение в капиллярно-химическую технологию / *Г. А. Аксельруд, М. А. Альтиулер.* — М.: Химия, 1983. — 264 с.
3. *Колосова О.П.* Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / *О.П. Колосова, В. В. Ванін, Г.А Вірченко, О.Є. Колосов.* – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ І НАНОМОДИФІКОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ В АВІАКОСМІЧНІЙ ТЕХНІЦІ

Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с., професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація – проаналізовано перспективи використання традиційних і наномодифікованих конструкційних вуглепластиків в авіакосмічній техніці, зумовлених особливістю їх фізико-механічних властивостей.

Ключові слова – моделювання, конструкція, вуглепластик, ультразвук, міцність, авіація.

Вступ. У даний час конструкційні вуглепластики зайняли провідне місце в ряду матеріалів, застосовуваних переважно для авіаційної і космічної техніки, а також в машинобудуванні, автомобілебудуванні та в ряді інших галузей.

Так, наприклад, їх питома маса в конструкціях планерів, легких літаків і новітніх лайнерів складає більше 50%, а сумарна площа поверхні деталей, що виходять на зовнішній контур планера – біля 80%.

Все більше застосування вуглепластики знаходять в конструкціях газотурбінних і твердопаливних ракетних двигунів, корпусів ракетно-космічних і міжпланетних станцій, штучних супутників Землі.

Тому є актуальним аналіз перспектив використання традиційних [1, 2] і наномодифікованих [3] конструкційних вуглепластиків в авіакосмічній техніці, зумовлених особливістю їх фізико-механічних властивостей. Це дозволить вибрати ефективні технологічні прийоми при автоматизованому моделюванні ефективних технологічних процесів та режимних параметрів їх одержання.

Виклад основного матеріалу. До матеріалів, застосовуваним в авіакосмічній техніці, висувається підвищений комплекс вимог. Останній обумовлений тим, що такі матеріали повинні одночасно поєднувати в собі високу міцність і жорсткість, гарну стійкість до динамічних навантажень і малу масу, володіти високими значеннями тривалої міцності і забезпечувати підвищену надійність конструкції.

Матеріалами, які найбільш повно відповідають вищезазначеному комплексу вимог, є вуглепластики на основі термореактивних матриць, зокрема, епоксидні вуглепластики. Незважаючи на те, що вуглепластики застосовуються для виготовлення конструктивних елементів у сучасних військових літаках, космічних апаратів, широке застосування

композиційних матеріалів у конструкціях цивільних авіалайнерів до цих пір певним чином обмежена.

Це пов'язано в першу чергу з тим що, володіючи високою стабільністю розмірів, термостійкістю і стійкістю до різних зовнішніх впливів навколишнього середовища, вуглепластики відносяться до крихких матеріалів, що мають невисокі значення трансверсальної і зсувної міцності.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є модифікування поверхні вуглецевого макроволокна і полімерного зв'язуючого (ПЗ) для поліпшення механічних властивостей при створенні вуглепластиків комбінованого наповнення, в яких безперервне вуглецеве волокно поєднується з рідким ПЗ, в об'ємі якого рівномірно розподілені ультрадисперсні вуглецеві частинки.

Тому розроблення нових, економічно ефективних і технологічно доцільних методів модифікації поверхні вуглецевого волокна і ПЗ з метою поліпшення механічних та інших специфічних властивостей вуглекомпозиту на їх основі є актуальним завданням полімерного матеріалознавства в області конструювання і подальшого виробництва виробів з полімерних композиційних матеріалів (ПКМ).

Слід зазначити, що конкретні ПЗ для високоміцних вуглепластиків, як правило, підбираються емпіричним шляхом. Встановленню кореляції між властивостями полімерної матриці та армованого матеріалу на його основі заважають головним чином дві причини: погана відтворюваність властивостей промислових партій олігомерів, незважаючи на відповідність їх стандартам, і необхідність коригування режимів формувань ПКМ навіть при незначній зміні в хімічному складі олігомера або стані поверхні армуючого вуглецевого волокна.

Встановлено, що застосування вуглецевих ультрадисперсних частинок неупорядкованої структури дозволяє поліпшити морфологію полімерних матриць і мікроструктуру кордону розподілу фаз вуглекомпозиту, сприяючи підвищенню механічних властивостей кінцевого матеріалу [3]. Це відбувається завдяки поєднанню в композиті ультрадисперсного наповнювача з безперервним волокном, що приводить до виникнення синергетичної системи.

В даний час розроблено дві основні технологічні схеми модифікації вуглепластиків:

1) модифікація зв'язуючого і формування на його основі вуглепластику;

2) обробка суспензією із вуглецевих ультрадисперсних частинок з епоксидного олігомера (ЕО) поверхні вуглецевих волокон, з подальшим формуванням вуглепластика методом роздільного нанесення компонентів (полімерної матриці і вуглеволоконистого наповнювача).

Досліджено, що технологічний процес виготовлення наномодифікованих вуглепластиків, як правило, включає наступні операції [3]:

- апретування вуглецевих макронаповнювачів розчином фулерену C_{60} і/або його функціональних похідних в інертному середовищі;
- дезінтеграція нанотрубок і астраленів в середовищі низьков'язкого органічного розчинника за допомогою зануреного ультразвукового (УЗ) випромінювача;
- приготування ультрадисперсної суспензії з нанотрубок і астраленів у середовищі епоксидних мономерів і олігомерів із застосуванням УЗ-ванни;
- приготування зв'язуючих на основі модифікованих ЕО і твердників;
- просочування апретованих вуглецевих макронаповнювачів;
- сушка одержаних препрегів при кімнатній температурі для видалення розчинника;
- розкрій препрегів і їх викладка в пакети відповідно до необхідної схеми армування; твердіння пакетів препрегів за ступінчастими температурно-часовими режимами, уточненими за результатами кінетичних і реологічних досліджень зв'язуючих і препрегів.

Було визначено, що ефект підвищення значень електро- і теплопровідності при модифікуванні вуглепластиків вуглецевими наночастинками спостерігається в разі введення до складу полімерної матриці фулеренів, астраленів і вуглецевих нанотрубок, а також залежить від виду наночастинок й їх концентрації в полімерній матриці [3].

Висновки. Таким чином, вище було проаналізовано перспективи використання традиційних і наномодифікованих конструкційних вуглепластиків в авіакосмічній техніці, зумовлених особливістю їх фізико-механічних властивостей, а також комплексом вимог, що висуваються до них. Це дозволяє здійснювати направлений вибір ефективних технологічних прийомів при автоматизованому моделюванні технологічних процесів їх одержання.

Бібліографічний список

1. Колосов О.Є. Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.
2. Колосова О.П. Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.
3. Колосов О. Є. Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [монографія] / О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2015. – 227 с.

ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ

Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с., професор,

Сівецький В.І., к.т.н., професор,

Кривошеєв В.С., к.т.н., доцент,

Куриленко В.М., аспірант.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація – проаналізовано існуючі підходи до моделювання технічних засобів для одержання інтелектуальних полімерних композитів з позицій матеріалознавства.

Ключові слова – моделювання, конструкція, інтелект, полімер, композит, Ультразвук.

Вступ. Відомо, що відповідним підбором складу і властивостей полімерної матриці та армуючого наповнювача, їх процентного співвідношення в композиті, а також орієнтації наповнювача можна спершу промоделювати, а потім й одержати практично будь-які сучасні матеріали та готові вироби з наперед заданим комплексом експлуатаційних й технологічних властивостей [1]. При цьому різноманіття комбінацій різних вихідних матеріалів і технологій їх переробки в композитні матеріали, наприклад, за допомогою ультразвуку [2, 3], і у кінцеві вироби обмежена тільки сучасним рівнем розвитку науки і техніки, а також існуючим вибором вихідних компонентів. У ряді випадків, наприклад, при одержанні виробів, що працюють в особливо жорстких умовах експлуатації, можливе застосування тільки полімерних композитних матеріалів. Наприклад, в конструкціях літальних апаратів та іншої техніки спеціального призначення, від працездатності якої залежать можливості виконання поставлених стратегічних завдань. Відзначається, що до теперішнього часу повний цикл наукових досліджень в галузі створення «інтелектуальних матеріалів» практично завершено [4]. У той же час кінцевою метою цих робіт є створення несучих конструкцій, в яких «інтелектуальні матеріали» сприяють не тільки зміні стану конструкцій, але й їх переміщенню або навіть самовідновленню.

Виклад основного матеріалу. Згідно загальноприйнятим визначенням, під «інтелектуальним матеріалом» або «інтелектуальною конструкцією» розуміється система, що здатна в реальному масштабі часу реєструвати зовнішні впливи і активно реагувати на них, змінюючи свої властивості в режимі максимально адекватного відображення або навіть протидії таким діям [4]. Таким чином, зміни властивостей дозволяють матеріалу або ж у цілому й конструкції на його основі динамічно

підлаштовуватися до змінних умов навколишнього середовища.

До «інтелектуальних матеріалів» майбутнього відносяться матеріали, різні як за хімічним, так і за агрегатним станом. Такі матеріали об'єднують прояв однієї або декількох фізичних характеристик (наприклад, оптичних, магнітних, електричних, механічних), і/або фізико-хімічних характеристик (наприклад, реологічних), що істотно (обернено або необернено) змінюються під дією зовнішніх керованих або випадкових впливів. В якості таких впливів можуть бути зміни тиску, температури, вологості, рН середовища, електричного, магнітного, або електромагнітного полів та інші фактори. «Інтелектуальними» різноманітні матеріали робить прояв взаємозалежних, але різних за своєю природою властивостей, наприклад, п'єзоелектричних, термохромних, фотохромних, магнітореологічних властивостей, а також ефект пам'яті форми та дії. «Інтелектуальні матеріали» можна використовувати як сенсори, чутливі до якого-небудь впливу, а також як актуатори, що викликають штучно скоєну, але при цьому керовану дію при отриманні вхідного (контролюючого) сигналу. Як приклад найпростіших «інтелектуальних матеріалів» можна навести термо- і фоточутливі полімери (терморезисторні муфти з ефектом пам'яті форми), біметалеві пластини, полімерні гелі, здатні змінювати об'єм або інші властивості навіть при незначній зміні зовнішніх умов, «рідку броню».

Різні полімерні покриття, що значно змінюють свої електропровідні, оптичні, антифрикційні або інші властивості при сорбції певних речовин, що входять до їх рецептури, вже сьогодні досить широко застосовуються в різних сенсорах приладів, використовуваних, у тому числі, для моніторингу середовищ, і, зокрема, для визначення концентрації токсичних речовин. Найбільші перспективи при створенні «інтелектуальних» матеріалів фахівці пов'язують саме з нанотехнологіями та наноматеріалами [1]. Не меншу роль у вирішенні даної проблеми відіграють «інтелектуальні» полімерні композити (ІПКМ). Вони являють собою особливим чином структуровані системи, що складаються з підсистем зчитування зовнішнього впливаючого сигналу, підсистеми його обробки, підсистеми функціонального відгуку, механізму зворотного зв'язку, самодіагностування та самовідновлення (в разі необхідної оборотності). Кожен елемент такої складної структурної системи має певну функціональність. При цьому вся система має будуватися за принципом: «приймати рішення та здійснювати дію». Вже досить широко відомі матеріали, на основі яких можна сконструювати таку перспективну систему. Наприклад, до таких матеріалів можна віднести [4]:

- сплави і полімери з розвинуеною пам'яттю форми та дії, які деформуються, а потім відновлюють свою форму при зміні температури або напруженості магнітного, електричного або електромагнітного поля;
- рН-чутливі полімери, які набухають або колапсують при зміні кислотності навколишнього середовища;
- температурочутливі полімери або інші покриття, наприклад, на основі

інтеркальованого графіту, що змінюють свої властивості при зміні температури навколишнього середовища, захищаючи при цьому вироби від будь-якого високотемпературного впливу;

- галохромні, електрохромні, термохромні, фотохромні матеріали, які змінюють колір (або його пропускання) при зміні температури, кислотності середовища, прикладеної напруги електричного (електромагнітного) поля, опроміненні світлом відповідно;

- неньютонівські рідини, які змінюють свою в'язкість аж до втрати плинності при зміні величини прикладеної швидкості зсуву, а також інші рідинні «інтелектуальні системи», здатні змінити свій рух під дією електричного сигналу та викликати появу реальних сил та зсувів;

- магнітострикційні матеріали, використовувані як активні приводи, що реагують на зміну зовнішніх умов.

Аналіз існуючих робіт вчених свідчить також про те, що незважаючи, наприклад, на різноманіття існуючих компонентів з пам'яттю форми, сучасних волоконно-оптичних і п'єзоелектронних датчиків та технологій, наприклад, з'єднання різнорідних циліндричних конструктивних елементів, в цей час відсутні універсальні технології та устаткування приготування ІПКМ та їх переробки у відповідальні деталі.

Тому розроблення ефективних технічних засобів створення ІПКМ та прогнозування їх напружено-деформованого стану є надзвичайно актуальним для вітчизняної науки і промисловості, що може поставити ці розробки в один ряд із зарубіжними аналогами. Саме тому роботи у цьому напрямі у відкритому доступі практично відсутні.

Висновки. Інтелектуальні полімерні композити є новітнім напрямком у галузі полімерного матеріалознавства. Доцільним є визначення оптимальних технологічних режимів та конструктивно-технологічних параметрів змішуюче-формуєчого обладнання для приготування ІПКМ, зокрема, введення в структуру композиції компонентів з пам'яттю форми, наприклад, сплавів з магнітними властивостями, волоконно-оптичних датчиків та п'єзоелектронних датчиків.

Бібліографічний список

1. Колосов О.Є. Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [монографія] / О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2015. – 227 с.

2. Колосов О.Є. Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.

3. Колосова О.П. Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

4. <http://www.proatom.ru>

СИСТЕМА ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЛІНІЙ НА ПОВЕРХНЯХ ОБЕРТАННЯ У ФУНКЦІЇ ДОВЖИНИ ДУГИ

Кремець Я.С., аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
(Україна, м. Київ)

Анотація – на основі рівності нулю геодезичної кривини геодезичних ліній поверхні складено диференціальне рівняння другого порядку для відшукування цих ліній на поверхні обертання. До нього входять параметричні рівняння меридіана та їх похідні. Побудовано геодезичні лінії на деяких поверхнях обертання.

Ключові слова – геодезичні лінії, диференціальне рівняння, поверхня обертання, геодезична кривина.

Постановка проблеми. Для поверхонь обертання геодезичні лінії зазвичай розшукуються за допомогою інтегрування відомого виразу, отриманого на основі теореми Клеро. Однак у цьому випадку не завжди можна побудувати геодезичну лінію у повному обсязі, а тільки окремі її фрагменти. Причина цього – внутрішнє рівняння лінії у вигляді $v=v(u)$, де v – кут повороту точки геодезичної лінії навколо осі обертання поверхні; u – незалежна змінна, яка спричинює рух точки по геодезичній лінії тільки в одну сторону зростання меридіана. Якщо геодезична лінія має поміняти свій напрям в сторону зменшення меридіана, то подальша побудова геодезичної лінії стає неможливою, оскільки незалежна змінна u може тільки зростати.

Аналіз останніх досліджень. Застосування теореми Клеро для побудови геодезичних ліній на поверхні обертання розглянуто в роботі [1]. Там показано обмеженість її застосування. В інших працях розглядалися різні варіанти побудови геодезичних ліній на поверхнях обертання: якщо ці поверхні віднесені до ізометричних координат [2], особливості розташування геодезичних ліній на поверхні [3], конструювання таких поверхонь обертання, для яких можна знайти рівняння геодезичної лінії в кінцевому вигляді [4] тощо.

Формулювання цілей. Скласти диференціальне рівняння другого порядку для знаходження геодезичних ліній на поверхні обертання, заданої параметричними рівняннями меридіану.

*Науковий керівник – д.т.н., професор Несвідомін В.М.

Основна частина. Геодезична кривина геодезичної лінії на поверхні у всіх точках дорівнює нулю. Скористаємося цією властивістю для знаходження диференціальних рівнянь геодезичної лінії на поверхні обертання. Якщо параметричні рівняння меридіана задані залежностями $\varphi=\varphi(u)$; $\psi=\psi(u)$, то рівняння поверхні обертання запишуться:

$$X=\varphi\cos v; \quad Y=\varphi\sin v; \quad Z=\psi, \quad (1)$$

де v – друга незалежна змінна поверхні – кут повороту поточної точки поверхні навколо осі OZ (осі обертання). Якщо дві незалежні змінні u і v зв'язати між собою певним чином, то на поверхні буде описана лінія. Такий зв'язок ми задамо у вигляді $u=u(s)$ і $v=v(s)$, де s – довжина дуги цієї лінії. Параметричні рівняння цієї лінії будуть такими ж, як і (1). Щоб відрізнити рівняння поверхні від рівнянь лінії, в рівняннях лінії позначення x, y, z будемо робити строчними літерами. Для того, щоб геодезична кривина дорівнювала нулю, достатньо прирівняти до нуля наступний визначник:

$$\begin{vmatrix} N_x & N_y & N_z \\ x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \end{vmatrix} = 0,$$

(2)

де N_x, N_y, N_z – координати вектора нормалі до поверхні;
 $x', y', z', x'', y'', z''$ – перші і другі похідні рівнянь лінії (1) по параметру s .

Нормаль до поверхні знаходиться із векторного добутку частинних похідних рівнянь поверхні (1). Запишемо готовий результат:

$$N_x = -\psi'_u \cos v; \quad N_y = -\psi'_u \sin v; \quad N_z = \varphi'_u, \quad (3)$$

де диференціювання рівнянь меридіана відбувається по змінній u .

Знайдемо перші і другі похідні лінії (1) по змінній s :

$$\begin{aligned} x' &= u' \varphi'_u \cos v - v' \varphi \sin v; \\ y' &= u' \varphi'_u \sin v + v' \varphi \cos v; \\ z' &= u' \psi'_u. \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} x'' &= (u'' \varphi'_u + u'^2 \varphi''_u - v'^2 \varphi) \cos v - (v'' \varphi + 2u'v' \varphi'_u) \sin v; \\ y'' &= (u'' \varphi'_u + u'^2 \varphi''_u - v'^2 \varphi) \sin v + (v'' \varphi + 2u'v' \varphi'_u) \cos v; \\ z'' &= u'' \psi'_u + u'^2 \psi''_u. \end{aligned} \quad (5)$$

Підставивши координати нормалі до поверхні (3), перші (4) і другі (5) похідні у визначник (2) і розкривши його, отримаємо:

$$(\varphi'^2_u + \psi'^2_u)(2v'u'^2 \varphi'_u - u''v' \varphi + v''u' \varphi) - v'u'^2 \varphi(\varphi'_u \varphi''_u + \psi'_u \psi''_u) + v'^3 \varphi'_u \varphi^2 = 0. \quad (6)$$

Диференціальним рівнянням (6) не можна скористатися, оскільки до нього входять дві невідомі функції: $v=v(s)$ і $u=u(s)$. Отже для їх знаходження потрібно мати ще одне рівняння. Цим рівнянням може бути відома тотожність для кривої, заданої у функції довжини дуги s : $x'^2 + y'^2 + z'^2 = 1$. Підставивши в неї перші похідні (4), отримаємо:

$$v'^2 \varphi^2 + u'^2 (\varphi_u'^2 + \psi_u'^2) = 1. \quad (7)$$

Рівняння (7) не можна долучити до рівняння (6), щоб утворити систему, оскільки у рівняння (7) відсутні другі похідні функцій $v=v(s)$ і $u=u(s)$. Тому продиференціюємо рівняння (7) по змінній s і після спрощень отримаємо:

$$u' [v'^2 \varphi \varphi_u' + u'^2 (\varphi_u' \varphi_u'' + \psi_u' \psi_u'') + u'' (\varphi_u'^2 + \psi_u'^2)] + v'' v' \varphi^2 = 0. \quad (8)$$

Розв'язавши рівняння (6) і (8) відносно других похідних невідомих функцій, отримаємо систему диференціальних рівнянь другого порядку:

$$u'' = \frac{\varphi \varphi_u' v'^2 - u'^2 (\varphi_u' \varphi_u'' + \psi_u' \psi_u'')}{\varphi_u'^2 + \psi_u'^2}; \quad v'' = -\frac{2\varphi_u' u' v'}{\varphi}. \quad (9)$$

Розглянемо приклад. Нехай меридіаном поверхні обертання буде ланцюгова лінія, задана параметричними рівняннями:

$$\varphi = \sqrt{1+u^2}; \quad \psi = \text{Arcsinh } u. \quad (10)$$

Знайдемо похідні рівнянь (10):

$$\begin{aligned} \varphi_u' &= \frac{u}{\sqrt{1+u^2}}; & \psi_u' &= \frac{1}{\sqrt{1+u^2}}; \\ \varphi_u'' &= -\frac{u}{(1+u^2)^{3/2}}; & \psi_u'' &= \frac{1}{(1+u^2)^{3/2}}. \end{aligned} \quad (11)$$

Підстановкою похідних (11) у систему (9) отримаємо систему диференціальних рівнянь другого порядку:

$$u'' = uv'^2; \quad v'' = -\frac{2uv'v'}{1+u^2}. \quad (12)$$

Чисельне інтегрування системи диференціальних рівнянь (12) дає залежності $u=u(s)$ і $v=v(s)$, які при підстановці у рівняння поверхні (1) дають геодезичну лінію на її поверхні (в нашому випадку – на катеноїді). На рис. 1 побудовано геодезичні лінії рівної довжини в різних напрямках із заданої точки катеноїда, тобто при однакових межах зміни параметра s при чисельному інтегруванні. Їх кінці знаходяться на гаусових геодезичних кругах.

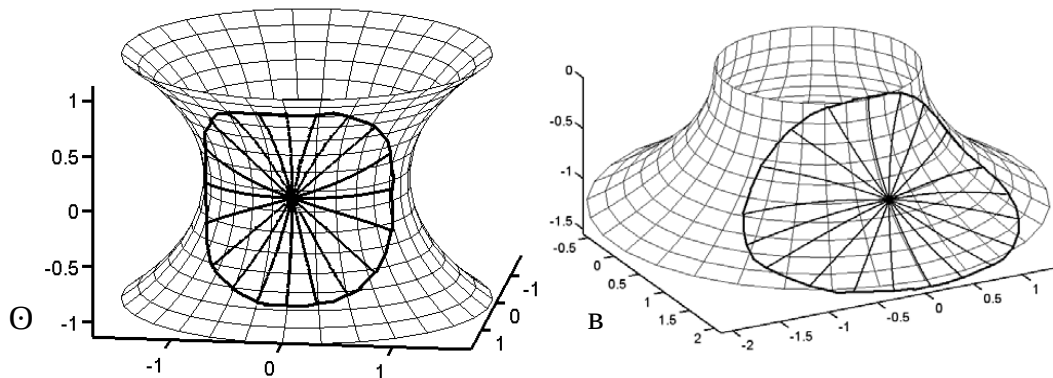


Рис. 1. А) побудовано геодезичні лінії рівної довжини в різних напрямках із заданої точки катеноїда; Б) побудовано геодезичні лінії рівної довжини в різних напрямках із заданої точки катеноїда.

На рис. 2,а побудовано геодезичні лінії у різних напрямках із заданої точки. Частина із них знаходиться нижче найменшої паралелі (тобто не перетинає неї), а частина перетинає і продовжується вгору.

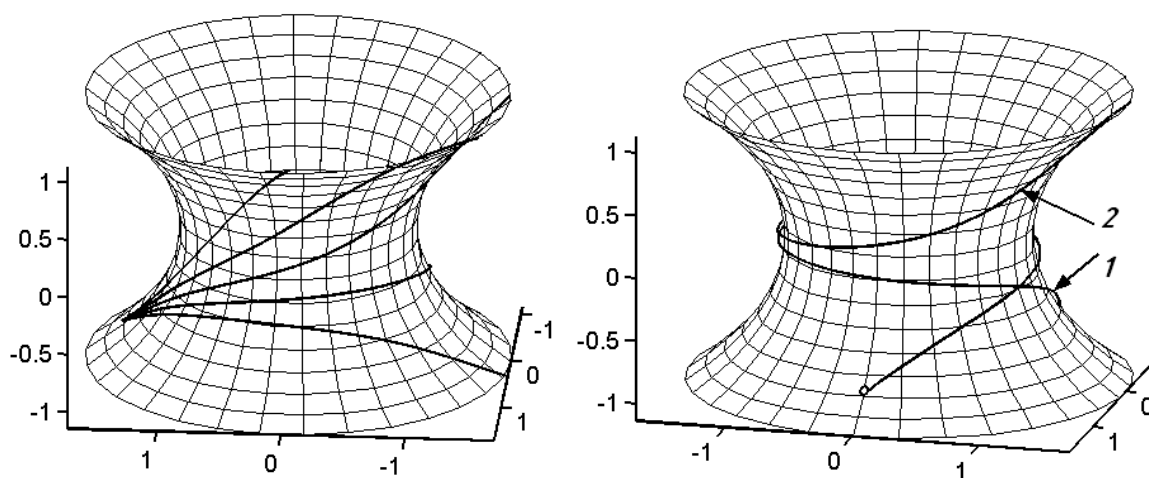


Рис. 2. Геодезичні лінії на поверхні катеноїда.

Висновки. Якщо меридіан поверхні обертання заданий параметричними рівняннями у вигляді $\varphi=\varphi(u)$; $\psi=\psi(u)$, то цього достатньо, щоб скласти систему диференціальних рівнянь другого порядку, які описують геодезичні лінії у функції довжини дуги цієї лінії. Це дає можливість не тільки будувати геодезичні лінії, а ще й знаходити гаусові геодезичні круги.

Бібліографічний список

1. Кремець Я.С. Теорема Клеро для побудови геодезичних ліній у функції довжини дуги на поверхнях обертання / Я.С. Кремець // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького. – Мелітополь: МДПУ, 2015. – Вип. 4. – С. 68 – 75.
2. Кремець Я.С. Побудова геодезичних ліній на поверхнях обертання, віднесених до ізометричних координат / Я.С. Кремець, С.Ф. Пилипака // Матеріали III-ї Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми наук про життя та природокористування». – К.: НУБіП, 2015. – С. 261 – 263.
3. Кремець Я.С. Особливості геодезичних ліній на поверхнях обертання [Текст] / Я.С. Кремець, Т.С. Пилипака, В.М. Бабка // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Науковий журнал. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – № 6. – С. 182 – 185.
4. Кремець Я.С. Теоретичний пошук рівнянь геодезичних ліній в кінцевому вигляді на поверхнях обертання / Я.С. Кремець, С.Ф. Пилипака // Прикладна геометрія та інженерна графіка. –К.: КНУБА, 2011. –Вип. 87. – С. 302 – 308.

ПАТЕНТНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ «БІОНІЧНИЙ МАНІПУЛЯТОР»

Кузнєцов Ю.М., д.т.н., проф.

Дем'яненко Є.С., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація – виконані патентно-інформаційні дослідження для оцінки технічного рівня і прогнозування тенденцій розвитку технічної системи «біонічний маніпулятор», які дозволять обрати найкращу пошукову концепцію

Ключові слова – патент, патентний пошук, біонічний маніпулятор, технічна система, інженерне прогнозування

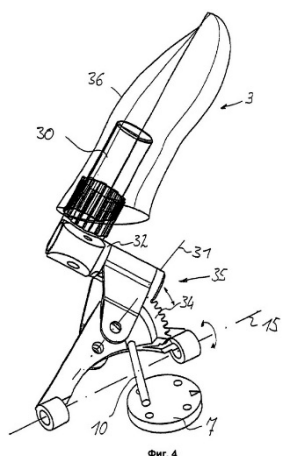
Постановка проблеми. На сьогоднішній день питання створення протеза з максимальною чутливістю до предметів є досить актуальним. Технічна система (ТС) «біонічний маніпулятор» передбачає створення антропоморфної мехатронної кінцівки руки людини, що дозволяє відтворити всі біомеханічні особливості людського тіла і функціональні можливості кінцівки руки людини.

В процесі створення ТС важливу роль відіграє інженерне прогнозування [1,6] на базі використання патентної інформації [2-5] з подальшим системним аналізом. Користуючись на перших етапах досліджень таким підходом, можна систематизувати та спростити подальші кроки і обрати найкращу пошукову концепцію.

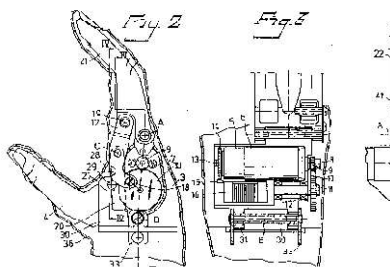
Аналіз останніх досліджень. Попередній патентний пошук на глибину часу (1998-2015 рр.) в країнах Росії, США та інших (усього 35 джерел) показав, що основну інформацію треба шукати, виконуючи тематичний пошук за рубриками МПК: B25j (57%), A61 (20%), іншим і не визначеним (23%). Тому подальший патентний пошук треба вести по цим двом рубрикам МПК: B25j і A61, поглибивши пошук до 1980 р. в країнах США, Росія, Україна, Японія (особливо), Німеччина, Великобританія, Корея, Китай.

Формулювання цілей. Метою даної роботи є висвітлення результатів патентного пошуку, проведеного в контексті вибору пошукової концепції для створення ТС «Біонічний маніпулятор»

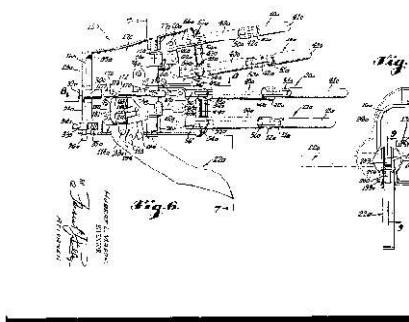
Основна частина. В процесі поглибленого патентного пошуку було виявлені аналоги і інші технічні рішення. Деякі з них наведені нижче (рис.1).



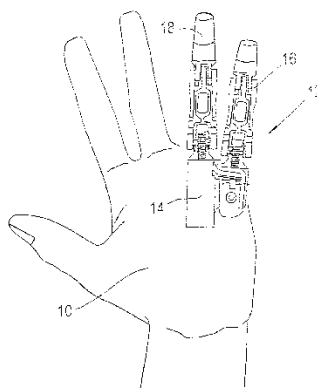
а)



б)



в)



г)

Рис. 1. Роботизовані руки, що виконують функції людської:
а – патент RU 2427348, б – патент US4792338, в – патент US2553827,
г – US2013226315

Зацікавленість даною проблемою досить велика, бо протезуванням займаються вже давно і в багатьох країнах. Нижче наведена діаграма відносної активності провідних країн світу (рис.2), які займаються проблемою створення роботизованої руки і її кінцівки, як мехатронної системи, з максимальним наближенням до виконання людських функцій.

Для з'ясування країн і фірм, які найбільш активно ведуть роботу в певному науково-технічному напрямку, були використані дані про кількість патентів, отриманих протягом року з проблеми, яка розглядається. В подальшому планується створити базу даних з такими

інформаційними характеристиками, що складають фактографічне поле [4,5] – матрицю характеристик: країни, фірми, функції виробу, параметри, конструкції, матеріали, технологія, обладнання, управління, спосіб отримання інформації.

Щодо розуміння «життєвого циклу» ТС (рис.3) в період часу з 2000 по 2005 рік була опублікована найбільша кількість патентів, які є максимально наближені до ТС «біонічний маніпулятор». Станом на 2015 рік проблема створення такої ТС є досі актуальною, однак з'являється все більше питань щодо пошуків нових, сучасних рішень.

■ Росія ■ США ■ Німеччина ■ Великобританія ■ Інші країни

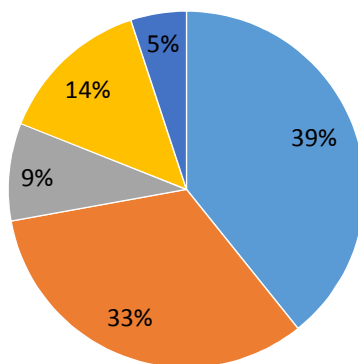


Рис. 2. Діаграма, яка відображає участь провідних країн в створенні роботизованої руки і її кінцівки

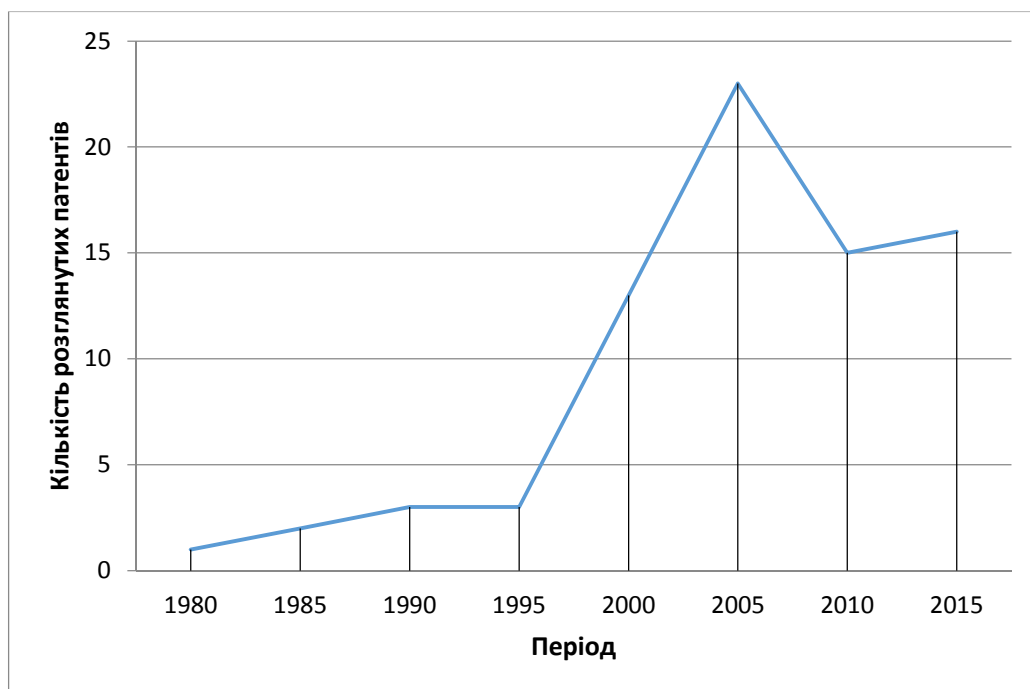


Рис. 3. Тенденція розвитку ТС «Біонічний маніпулятор» на основі проведеного патентного пошуку

Висновок. 1. Дана робота створює передумови для створення банку даних і подальшого поглибленого прогнозування щодо шляхів створення принципово нової ТС «Біонічний маніпулятор» або удосконалення існуючої. Аналіз проведеного попереднього патентного дослідження дозволяє наблизитися до формулювання найкращої пошукової концепції, виділити альтернативні варіанти виконання окремих функціональних (морфологічних) ознак такої мехатронної системи, як біонічний маніпулятор.

2. Попередні патентно-інформаційні дослідження показали, що провідними країнами – конкурентами в даному напрямку є Росія, США, Великобританія, Німеччина.

Бібліографічний список

1. *Гмошинский В.Г.* Инженерное прогнозирование: Монография / В.Г.Гмошинский.– М.: Энергоиздат, 1982. – 208 с.
2. *Добриніна Г.П.* Патентна інформація та документація. Патентні дослідження: Конспект лекцій / Г.П.Добриніна, В.Д.Пархоменко. – К.: ЗАТ «Інститут інтелектуальної власності і права», 2000. - 84 с.
3. ДСТУ 3575-97. Патентні дослідження. Основні положення і порядок проведення.
4. *Кичкин И.И.* Патентные исследования при курсовом и дипломном проектировании в высших учебных заведениях: Учебное пособие / И.И.Кичкин, Э.П.Скорняк. – М.: Высшая школа, 1979. – 112 с.
5. *Кузнєцов Ю.М.* Патентознавство та авторське право: Підручник. 2-ге видання, перероблене і доповнене / Ю.М.Кузнєцов. – К.: Кондор, 2009. – 446 с.
6. *Янч Э.* Прогнозирование научно-технического прогресса: Монография / Э.Янч. – М.: Прогресс, 1974.- 185 с.

ПЕРЕДУМОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ «БІОНІЧНИЙ МАНІПУЛЯТОР»

Кузнецов Ю.М., д.т.н., проф.

Солнцев О.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – сформульовані передумови для автоматизованого проектування ТС «Біонічний маніпулятор» на початковому етапі інженерного прогнозування з метою оцінки сучасного рівня науки і техніки і вибору пошукової концепції.*

***Ключові слова** – Біонічний маніпулятор, технічна система, автоматизована система наукових досліджень, прогнозування.*

Постановка проблеми. В останні роки в Україні склалася ситуація, що потребує негайної допомоги людям, які внаслідок різних обставин (виробничі травми, поранення при бойових діях, дорожньо-транспортні пригоди, побутові травми, тощо) втратили дієздатність і позбавилися функціональних можливостей здорової людини. Зокрема це стосується кінцівок рук. Існувала і існує проблема відтворення дієздатності людини за рахунок використання штучно створених кінцівок з маніпулюючими рухами від біосигналів. В умовах пришвидшеного науково-технічного прогресу це потребує нових ідей, нових принципів дії і винаходів, тому що традиційні підходи, які засновані на методі «проб і помилок», вже не дозволяють генерувати ідеї необхідної якості та в потрібній кількості. На сьогоднішній день існують традиційні методи і підходи до проектування антропоморфної мехатронної кінцівки людини або її частини. Такі методи припускають механізацію окремих частин з використанням різноманітних конструктивних рішень, зводячи задачу проектування до значного спрощення та апроксимації кінематики людського тіла. Наслідок нехтування біомеханічними особливостями [2] є значний дисонанс між роботизованою і людською кінцівками.

Аналіз останніх досліджень. Запропонований проект «Біонічний маніпулятор» (БМ) знаходиться на початковому науковому етапі розробки, який потребує виконання патентно-інформаційних досліджень з формуванням бази даних для подальшого прогнозування і вибору пошукової концепції [5,6]. Дослідженнями в даному напрямку займаються вчені і спеціалісти багатьох країн світу, зокрема США, Японії, Китаю, Канади та інш. Розв'язання задач щодо створення подібних технічних систем (ТС) здійснюється на основі сучасних методів пошуку нових рішень (системних, асоціативних, алгоритмічних і їх комбінації). Серед

них найбільше застосування отримав метод морфологічного аналізу і синтезу. Системно-морфологічний підхід дає можливість синтезу великої кількості нових оригінальних варіантів виконання БМ, мехатронної системи з урахуванням її цілісної структури.

Формулювання цілей. Вище вказані реалії викликають потребу знаходження технічного рішення, яке полягає в створенні ТС з відтворенням структури та функціонування людської кінцівки. Зокрема у даній роботі буде розглянуто системний підхід до послідовності виконання сформульованої задачі та наведені конкретні приклади, що супроводжують окремі етапи створення нової ТС, зокрема відтворення моделі системи управління за допомогою АСНД Autodesk 123D Circuits.

Основна частина. Процес створення будь-якої нової ТС має бути упорядкованим та послідовним. Чітка структура науково-дослідницької роботи [3] дозволяє приймати вірні рішення та визначати напрями для подальших дій, у випадку виникнення суперечностей, технічних та інших протеріч.

Беручи за основу саме системний підхід проектування ТС, слід виділити 4 етапи створення нової ТС. Якщо поставивши за мету автоматизувати виконання цих етапів, то кожному етапу буде відповідати своя автоматизована система (на рис. 1 показано у дужках) [4].

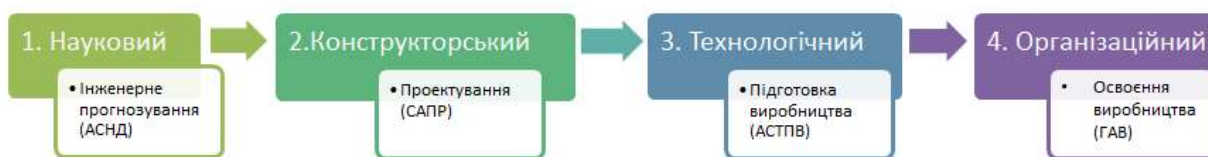


Рис. 1 Етапи створення нової ТС з використанням системного підходу до проектування

Досконале відтворення цього аспекту буде покладено в основу інженерного прогнозування, яке дає визначення передумов для вибору пошукової концепції створення нової ТС та обґрунтування необхідності її створення.

Використання автоматизованої системи наукових досліджень (АСНД) має місце на перших двох етапах, враховуючи ітераційність процесу проектування, як такого. Зокрема, розглядаючи створення ТС «Біонічний маніпулятор», як проектування мехатронної системи (рис.2), можна виконати попередні дослідження за допомогою такої АСНД як Autodesk 123D Circuits. Для цього була розроблен модель, яка складається з елементів ТС за попереднім морфологічним аналізом [1,7,8].



Рис. 2. Загальна діаграма структури мехатронної системи

Автоматизовано і на програмному рівні перевіряється правильність роботи таких вузлів мехатронної системи (рис.3), як приводи (1), що управляються через мікроконтроллер Arduino Uno R3 (2) за допомогою обраних за типом сенсорів (два потенціометри та тензодатчик згину) (3), перевіряється та компілюється програмний блок (зліва), що буде використаний в режимі реального часу. Також є можливість отримати показники ВАХ, для вибору потужності джерела струму (5) за допомогою осцилографів (4).

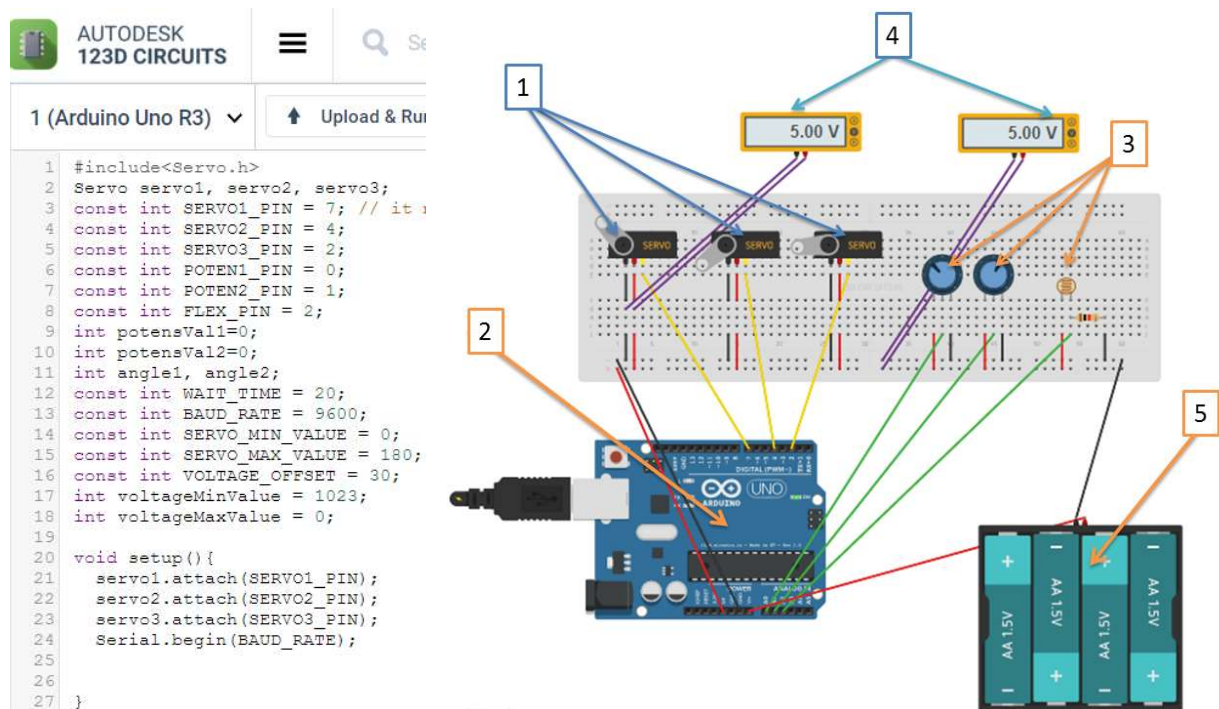


Рис. 3. Модуляція системи управління, розроблена в АСНД Autodesk 123D Circuits.

Висновок. Виходячи з прикладу, можна зауважити, що подібний системний підхід при проектуванні дає за кожною ітерацією головну передумову для подальшого руху, а саме впевеність у виборі вірно обраної пошукової концепції.

Бібліографічний список

1. *Кузнєцов Ю.М.* Теорія розв'язання творчих задач: Навчальний посібник / Ю.М.Кузнєцов. –К.: ТОВ «ЗМОК»-ПП «ГНОЗІС», 2003. – 294 с.
2. *Свиридов А.И.* Анатомия Человека: Учебник / А.И.Свиридов. – К: изд-ое об-ние «ВИЩА ШКОЛА», 1976. – 376 с.
3. ДСТУ 3974-2000, Система розроблення та поставлення продукції на виробництво.
4. *Кузнєцов Ю.Н.* Теория технических систем: Учебник / Ю.Н.Кузнєцов, Ю.К.Новоселов, Луцив И.В. - Севастополь: СевНТУ, 2010. – 252 с.
5. ДСТУ 3575-97. Патентні дослідження. Основні положення і порядок проведення.
6. *Кузнєцов Ю.М.* Патентознавство та авторське право: Підручник. 2-ге видання, перероблене і доповнене / Ю.М.Кузнєцов. – К.: Кондор, 2009. – 446 с.
7. *Кузнєцов Ю.М.* Робототехнічні системи і комплекси фармацевтичного та біотехнологічного виробництв: Навчальний посібник /*Ю.М.Кузнєцов, В.Ю.Шибєцький* ; під заг. ред. Ю.М. Кузнєцова. – К.: ТОВ «ГНОЗІС», 2012. – 335 с.
8. *Кузнєцов Ю.Н., Хамупела Ж.А. Герра, Хамупела Т.О.* Морфологический синтез станков и их механизмов (под ред.. Кузнєцова Ю.Н.) – К.: ООО «ГНОЗИС», 2012. – 416 с.

НЕХАОТИЧНІ ТРАЄКТОРІЇ КОЛИВАНЬ ВАНТАЖУ МАЯТНИКА З РУХОМОЮ ТОЧКОЮ ПІДВІСУ

Л.М.Куценко, д.т.н.,

О.М.Семків, к.т.н

Національний університет цивільного захисту України

Анотація – Розглядається метод вибору значень параметрів для одержання нехаотичних траєкторій коливань вантажу маятників з рухомими точками підвісу.

Ключові слова – маятник із рухомою точкою підвісу, маятник Капиці, траєкторія переміщення вантажу маятника.

Постановка проблеми. Математичні маятники з рухомою точкою підвісу являються зручними моделями для випробування методів вивчення коливальних процесів [1-3]. Цікавість викликають геометричні форми траєкторій переміщення по площині (центра) вантажу. Адже вони ілюструють розв'язки відповідних диференціальних рівнянь, які за аналогією можна використати і в подібних за змістом задачах. Наприклад, за допомогою маятника з вібруючою точкою підвісу академік П.Л.Капиця пояснював принцип дії високочастотного генератора (ніготронома), що застосовується в ядерній фізиці.

Огляд відомих результатів. Існує значна кількість публікацій, присвячених математичним маятникам із рухомою точкою підвісу, серед яких чільне місце займають роботи, присвячені маятникам Капиці [1-3]. У них розглядаються різноманітні прояви феномену цього різновиду маятників. Найцікавіший із них проявляється у тому, що точка абсолютно нестійкої рівноваги для математичного маятника, може виявитися точкою стійкої рівноваги для маятника Капиці. Розглядаються задачі параметричного резонансу, коли нижнє положення рівноваги не є стійким, і амплітуда малих відхилень маятника наростає в часі. Також цікаві ефекти, коли при великій амплітуді вимушених коливань у системі можуть реалізовуватися хаотичні режими.

Ці дослідження доцільно було б доповнити графічним унаочненням результату розв'язання рівнянь, що описують динаміку коливань маятників із рухомою точкою підвісу. А саме – унаочненню траєкторій коливань вантажу з метою виявлення серед них нехаотичних траєкторій.

Постановка задачі. Розробити графічний комп'ютерний метод вибору значень параметрів для одержання нехаотичних траєкторій коливань вантажу маятників з рухомою точкою підвісу.

Основна частина. Спочатку розглянемо випадок коливання математичного маятника, точка підвісу якого рухається вздовж

горизонтальної осі Ox . У цьому випадку для опису динаміки руху можна використати [3] диференціальне рівняння

$$L \left(\frac{d^2}{dt^2} v(t) \right) + \left(\frac{d^2}{dt^2} f(t) \right) \cos(v(t)) + g \sin(v(t)) = 0. \quad (1)$$

У формулі (1) прийнято такі позначення: $v(t)$ – функція зміни величини кута відхилення маятника; L – довжина маятника; $f(t)$ – закон зміни положення точки підвісу маятника вздовж осі Ox ; $g = 9,81$.

Розв'язувати рівняння (1) будемо чисельним методом Рунге-Кутти з початковими умовами: а) $v(0) = v_0$; б) $v'(0) = dv_0$. Для визначення значень параметрів v_0 і dv_0 , які б забезпечили нехаотичну траєкторію руху вантажу маятника, застосуємо метод проєкційного фокусування [4]. Для цього чисельним методом із обраними початковими умовами і з урахуванням функції $f(t)$ розв'язуємо рівняння (1) і будуємо зображення інтегральної кривої у фазовому просторі $\{v, dv, t\}$ залежно від значення «керуючого» параметра, наприклад, довжини маятника L . При випадкових значеннях v_0 і dv_0 у фазовому просторі утвориться «плутана» інтегральна крива (рис. 1а). Спроектуємо її на фазову площину $\{v, dv\}$, де також спостерігаємо відповідну «плутану» фазову траєкторію. У разі зміни значення «керуючого» параметра L має змінюватися і характер фазової траєкторії. При певному критичному значенні $L = L_0$ характер фазової траєкторії зміниться на якісному рівні – вона перетвориться у «закономірну» криву. На фазовій площині спостерігатиметься ніби оптичний ефект «наведення на різкість» плутанини фазових траєкторій (рис. 1б). Цей процес знаходження критичних значень параметрів названо *проєкційним фокусуванням*.

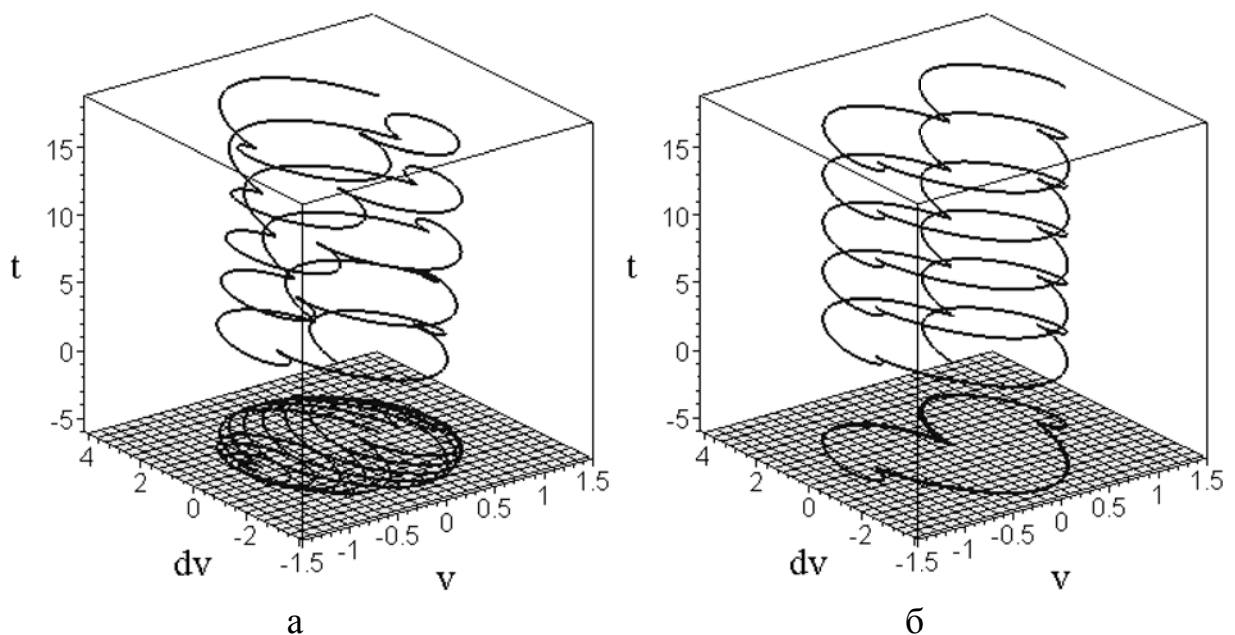


Рис. 1 – Фазові траєкторії як проєкції інтегральних кривих:
а) для довільного значення «керуючого» параметра L ;
б) для критичного значення «керуючого» параметра L_0

Урахування критичного значення параметра L_0 під час розв'язання диференціального рівняння (1) приведе до координат точок на площині $\{x, y\}$, які мають розташуватися на нехаотичній траєкторії.

Наведемо приклад розв'язання системи рівнянь (1) з такими умовами: $v_0 = 0$; $dv_0 = 0$; $f(t) = \sin(7t)/2$. У разі зміни значення параметра L , наприклад: у межах $2 \leq L \leq 3$ з кроком $h = 0,2$ одержуємо множину інтегральних кривих, одну з яких наведено на рис. 2а. Критичне значення параметра одержуємо в результаті проекційного фокусування при значенні $L_0 = 2,456$, що відповідає рис. 1б та рис. 2а. На рис. 2б наведено приклад геометричного моделювання процесу коливання маятника та побудови нехаотичної траєкторії. На рис. 3 наведено інші знайдені варіанти нехаотичних траєкторій.

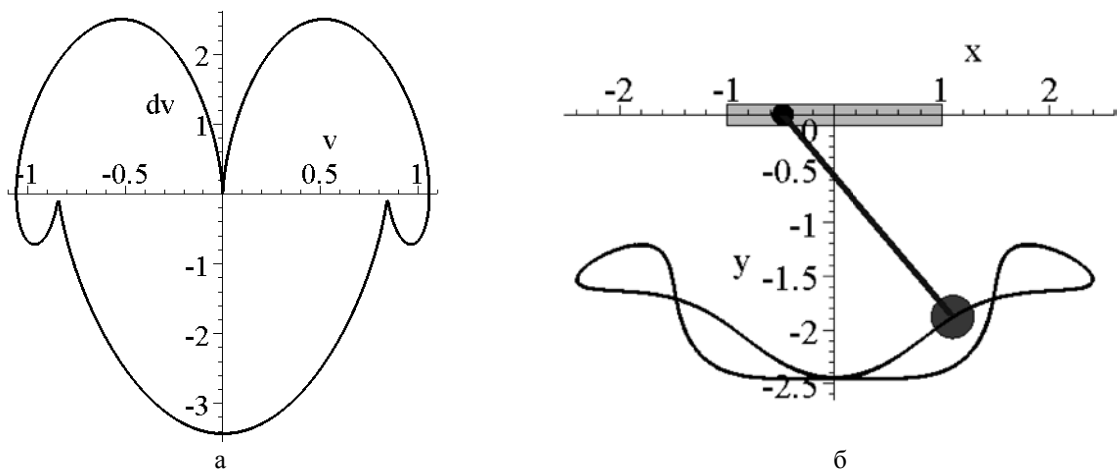


Рис. 2 – Приклад моделювання коливання маятника з параметрами: $v_0 = 0$; $dv_0 = 0$; $L = 2,456$; $f(t) = \sin(7t)/2$; а) фазова траєкторія; б) кадр анімаційної схеми коливання маятника

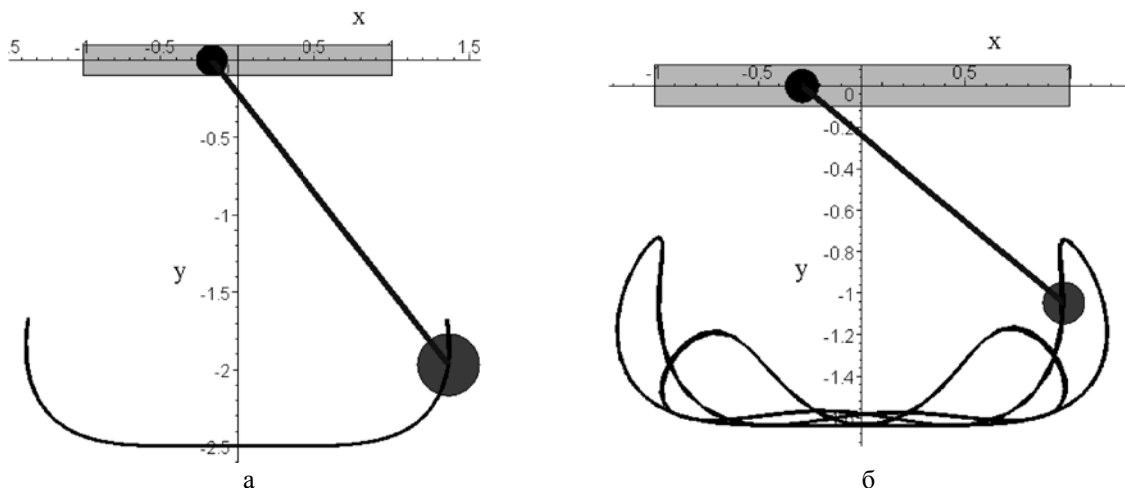


Рис. 3 – Приклад моделювання коливання маятника з параметрами: $v_0 = 0$; $dv_0 = 0$; $f(t) = \sin(5t)/2$; при а) $L = 2,496333$; б) $L = 1,64$

Далі розглянемо випадок коливання математичного маятника, точка підвісу якого рухається вздовж вертикальної осі Oy . Теорію такої

коливальної системи у 1951 р. запропонував академік П.Л.Капиця [1]. Для опису динаміки руху маятника використаємо [3] диференціальне рівняння

$$L \left(\frac{d^2}{dt^2} v(t) \right) + (g + Aw^2 \cos(wt)) \sin(v(t)) = 0. \quad (2)$$

У формулі (2) прийняті такі позначення: $v(t)$ – функція зміни величини кута відхилення маятника; L – довжина маятника; $\cos(wt)$ – закон зміни положення точки підвісу маятника вздовж осі Oy ; A – амплітуда коливань; w – частота коливань; $g = 9,8$.

Розв’язувати рівняння (2) будемо чисельним методом Рунге-Кутти з початковими умовами: $v(0) = v_0$; $v'(0) = dv_0$. Для визначення значень параметрів A і w , які б забезпечили нехаотичну траєкторію руху вантажу маятника, застосуємо метод проєкційного фокусування.

Для цього знайдемо розв’язок рівняння (2) для $L = 0.1$; $w = 150$ і з початковими умовами $v_0 = \pi/20$; $dv_0 = 0$. Методом проєкційного фокусування одержимо критичні значення амплітуди коливань A , що забезпечують нехаотичні коливання вантажу.

На рис. 4. зображено приклади геометричного моделювання траєкторій вантажу маятника Капиці для знайдених значень амплітуди коливань (наведено кадри анімаційної схеми процесу коливань). На рис. 4, г для порівняння наведено приклад хаотичних коливань вантажу. На рис. 5 зображено фазові траєкторії, відповідні випадкам коливань із рис. 4.

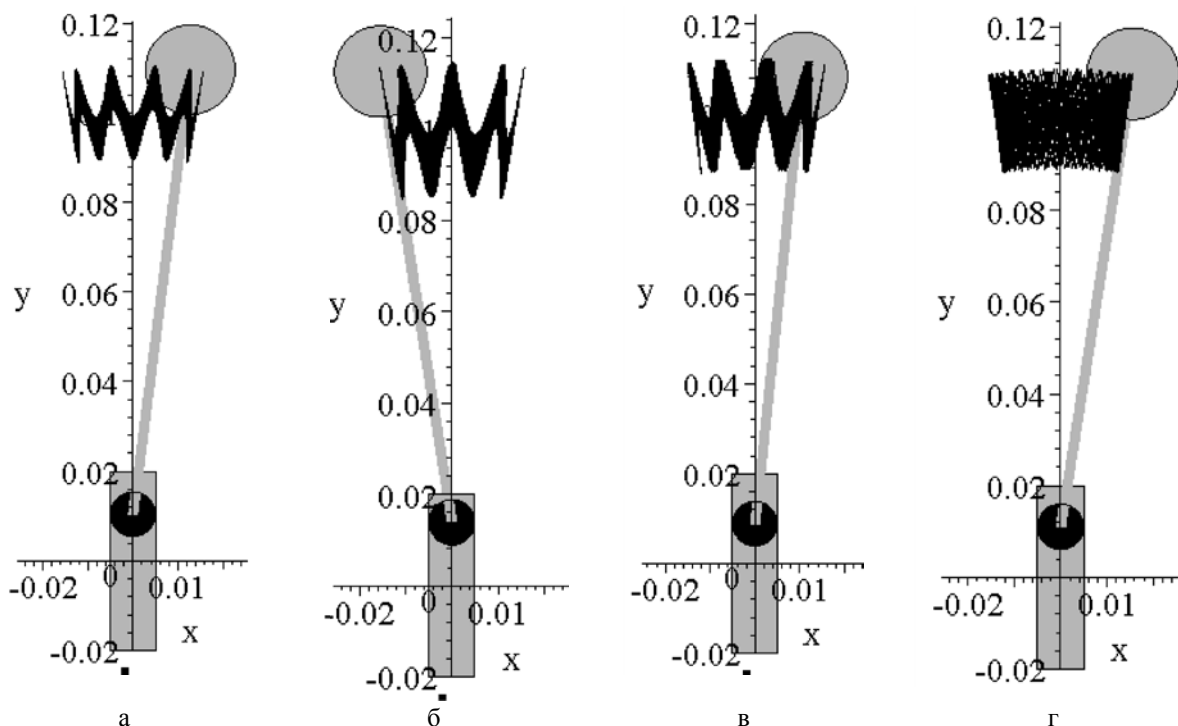


Рис. 4 – Геометричне моделювання траєкторій вантажу маятника Капиці для: а) $A = 0,0105$; б) $A = 0,01469$; в) $A = 0,01245$; г) $A = 0,011$.

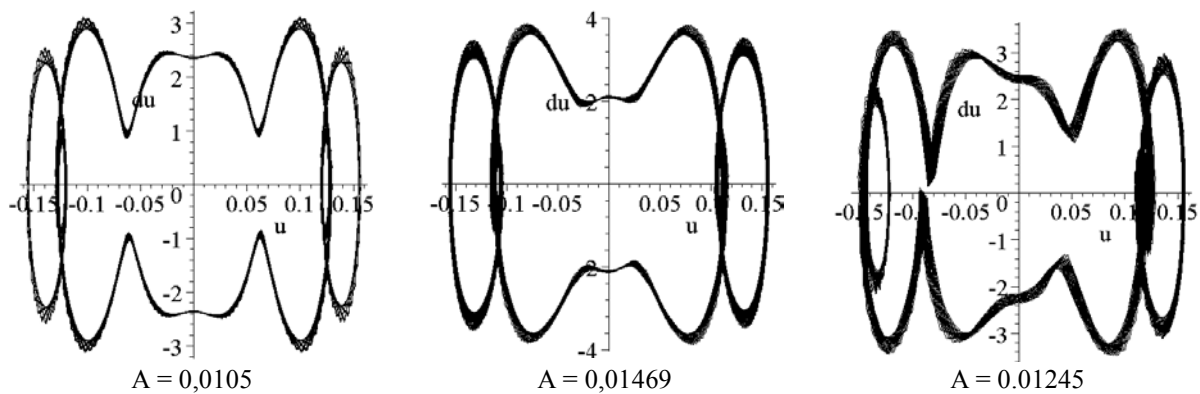


Рис. 5. Фазові траєкторії
для: а) $A = 0,0105$; б) $A = 0,01469$; в) $A = 0.01245$.

Висновок. Для одержання нехаотичних траєкторій коливань вантажу маятника з рухомим підвісом вибір значень параметрів можна здійснити на базі графічного методу проєкційного фокусування. Ці траєкторії дозволяють аналізувати характер одержаних розв'язків.

Бібліографічний список

1. Капица П.Л. Динамическая устойчивость маятника при колеблющейся точке подвеса // ЖЭТФ. – 1951. – Т.21. – 588с.
2. Широнос В.Г. Резонанс в физике, химии и биологии. – Ижевск: Удмуртский университет, 2000. – №1. – 92с.
3. Бутиков Е. И. Стабилизация перевернутого маятника (к 60-летию маятника Капицы) // Компьютерные инструменты в образовании, 2010, № 5. – С. 39-51.
4. Бутиков Е.И. Маятник с осциллирующим подвесом (к 60-летию маятника Капицы), Электронный ресурс. Режим доступа <http://butikov.faculty.ifmo.ru/Russian/ParamPendulum.pdf>
5. Семків О.М. Метод визначання особливих траєкторій коливань вантажу 2-d – пружинного маятника. - Харьков: ХНАДУ, Вестник ХНАДУ, № 71, 2015 – С.36-44.
6. Семків О.М., Куценко Л.М. Визначення критичних значень параметрів диференціальних рівнянь коливань за допомогою кривин фазових траєкторій. Мелітополь – МДПУ ім. Б. Хмельницького – Сучасні проблеми моделювання. Збірник наукових праць – 2015. – С.82-89.
7. Semkiv O.M. Computer graphics of the oscillation trajectories of 2d spring pendulum weight Stuttgart, Germany – ORT Publishing - European Applied Sciences: challenges and solutions 2015. С.63-70.
8. Семкив О.М.; Особенности геометрической формы колебаний груза 2d- пружинного маятника. - Международная конференция по научному развитию в Евразии. – Австрия, г. Вена -VII 2015. - С.217-214.

ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВОДУ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСУ

Куцик А.П., Семенчук Р.В., студ.;

Лукавенко В.П., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, (Україна, м. Київ)

Анотація - розглянуто питання створення лабораторної установки для дослідження характеристик асинхронного приводу відцентрового насосу з регулюванням подачі води за допомогою дроселювання та зміною частоти живлення двигуна.

Ключові слова – асинхронний двигун, відцентровий насос, дроселювання, частотний перетворювач.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день лабораторії вищих навчальних закладів, мусять мати в у своєму складі достатні наочності для якісного засвоєння отриманих теоретичних знань в процесі навчання. Це має безпосереднє відношення до напрямку підготовки «Інженерія логістичних систем» де, зокрема, вивчаються характеристики машин приводів і виконавчих пристроїв. На виробництві у складі технологічних комплексів широкого поширення отримали відцентрові насоси з приводом від асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором. Регулювання подачі рідини забезпечують дроселюванням в напірній магістралі чи використанням частотних перетворювачів, що є на даний час більш прогресивним методом.

У кожному конкретному випадку питання вибору методу регулювання та зменшення пускових навантажень на електричну мережу є неоднозначним, оскільки суттєвими є капітальні витрати на придбання та установку частотних перетворювачів чи пускових пристроїв.

Аналіз останніх досліджень. Промисловістю провідних електротехнічних закордонних компаній освоєно випуск широкої гами частотних перетворювачів (Siemens, Danfoss, ABB та ін.). У нашій країні відсутня інформація про промисловий випуск частотних перетворювачів

Постановка завдання. Поставлена задача силами студентів-дослідників кафедри прикладної механіки машинобудівного інституту НТУУ"КПІ" створити лабораторний стенд приводу відцентрового насосу, на якому можлива реалізація наведених методів регулювання подачі води.

Основна частина.

Розроблено та виготовлено лабораторний стенд приводу відцентрового насосу від асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором. Стенд включає заповнену водою ємність 1, відцентровий насос 2, привідний двигун 3, витратомір 4, манометри 5, 7, дросель 6, вентиль 8,

автоматичний вимикач 9, комплект вимірювальних приладів 10, перетворювач частоти 11 (рис.1).

Стенд надає можливість дослідження приводу насоса для двох режимів регулювання подачі води:

1. Регулювання подачі шляхом дроселювання, для чого використовується дросель 6.

2. Регулювання подачі з живленням двигуна від частотного перетворювача 11.

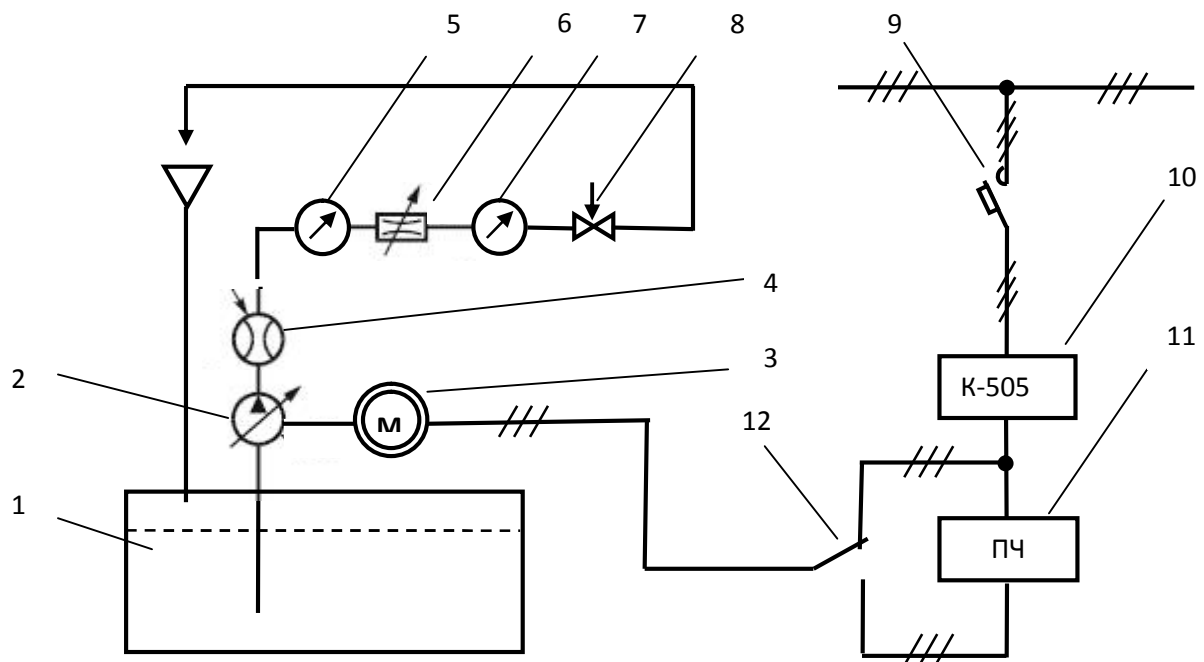


Рис 1. Стенд дослідження асинхронного приводу відцентрового насоса.

Висновки:

1. Створено лабораторний стенд приводу відцентрового насосу з можливістю регулювання подачі робочої рідини за допомогою дроселювання, або ж за допомогою частотного перетворювача.

2. Стенд обладнано комплектом вимірювальних приладів К-505 та витратоміром, що надає можливість проведення комплексних експериментальних досліджень приводу насоса.

Бібліографічний список

1. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика: Підручник /В. О. Федорець, М. Н. Педченко, В. Б. Струтинський та ін. За ред. В. О. Федорця. — К:Вища школа,— 1995.- 463 с.

2. Справочник по преобразовательной технике под ред. И. М. Чиженко; [Чиженко И. М., Андриенко П. Д., Баран А. А. и др.]. — Киев : Техніка, 1978. — 447 с.

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ ЛІНІЇ ПЕРЕРІЗА КОНІЧНОЇ ПОВЕРХНІ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ПЛОЩИНОЮ ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ

Лещенко Д.В., студент,

Гетьман О.Г., к.т.н.,

Мартиненко Г.С., асистент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядаються варіанти перерізу еліптичного конуса в залежності від завдання січної площини на початковому етапі розв'язання задачі.*

***Ключові слова** – переріз, конічна поверхня другого порядку, криві конічних перерізів.*

Постановка проблеми. Не виникає проблем з визначення виду лінії перерізу конуса проектувальною площиною. Ситуація значно ускладнюється, коли задана січна площина є площиною загального положення.

Аналіз останніх результатів. Відомо, що перерізами конічної поверхні другого порядку можуть бути еліпс, парабола та гіпербола (криві конічних перерізів), чи їх вироджені варіанти: коло чи прямі лінії [1].

Коли січна площина є проектувальною, можна встановити вид лінії перетину конічної поверхні без допоміжних побудов. Якщо січна площина є площиною загального положення, то це питання можна з'ясувати, застосувавши перетворення площин проєкцій. Але це рутинні та досить громіздкі побудови.

Постановка завдання. Значний інтерес викликає визначення виду кривої конічного перерізу без зайвих побудов, коли ще до розв'язання задачі на встановлення виду лінії перерізу конічної поверхні другого порядку площиною можна дати заключення про вид цієї кривої [2].

Основна частина. Розглянемо можливі варіанти визначення лінії перерізу конічної поверхні другого порядку площиною загального положення.

Наведемо приклади таких побудов. Встановимо, по якій лінії площина $\Sigma(a \cap b)$ перетинає конічну поверхню (рис.1). Побудуємо площину $\Theta(c \cap d)$, що паралельна площині $\Sigma(a \cap b)$ та проходить через вершину конічної поверхні. Визначимо пряму перетину цієї площини із горизонтальною площиною Π_1 , у якій розташована основа конуса – горизонтальний слід площини AB . Для цього знайдемо точку A – горизонтальний слід прямої c , та точку B – фронтальний слід прямої d .

З'єднаєм точки A та B та отримаємо горизонтальний слід площини Θ . У цьому випадку пряма AB не перетинається із основою конуса. Таким чином, площина $\Sigma(a \cap b)$, що паралельна площині $\Theta(c \cap d)$ перетинає поверхню по еліпсу [2].

На рис.2 слід січної площини AB є прямою, що дотична до основи конуса, отже площина $\Theta(c \cap d)$ торкається поверхні конуса по твірній, а паралельна їй площина $\Sigma(a \cap b)$ перетинає конус по параболі [2].

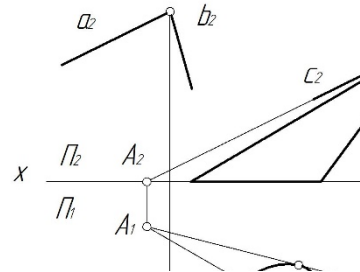
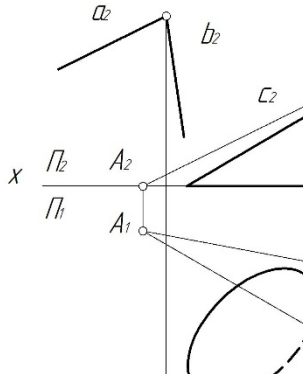


Рис.1. Переріз конуса по еліпсу.

Рис.2. Переріз конуса по параболі.

На рис.3 слід січної площини AB перетинає основу конуса у двох точках. Площина $\Theta(c \cap d)$ перетинається з конусом по двом прямим, а паралельна їй площина $\Sigma(a \cap b)$ - по гіперболі [2].

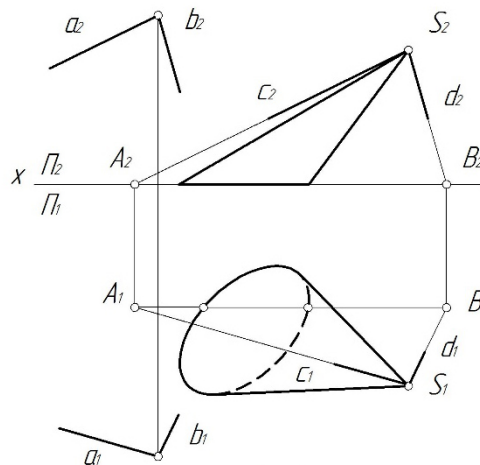


Рис.3. Переріз конуса по гіперболі.

Розглянемо перетин конічної поверхні другого порядку площиною загального положення $\Sigma(a \cap b)$ (рис.4). Після аналізу розташування основи конуса та горизонтального сліду AB січної площини очікуємо, що лінія перетину буде гіперболою (слід AB перетинає основу конуса у двох точках, а площина $\Theta(c \cap d)$, що паралельна $\Sigma(a \cap b)$ перетинає конус по двом прямим).

Для побудови лінії перетину скористаємося методом заміни площин проєкцій [3].

При розв'язанні цієї задачі уникнемо складних побудов, перетворивши січну площину $\Sigma(a \cap b)$ загального положення на проектувальну. Замінімо фронтальну площину проєкцій Π_2 на нову площину Π_4 , яку розташуємо перпендикулярно горизонталі h площини $\Sigma(a \cap b)$. На Π_4 побудуємо також проєкції конуса.

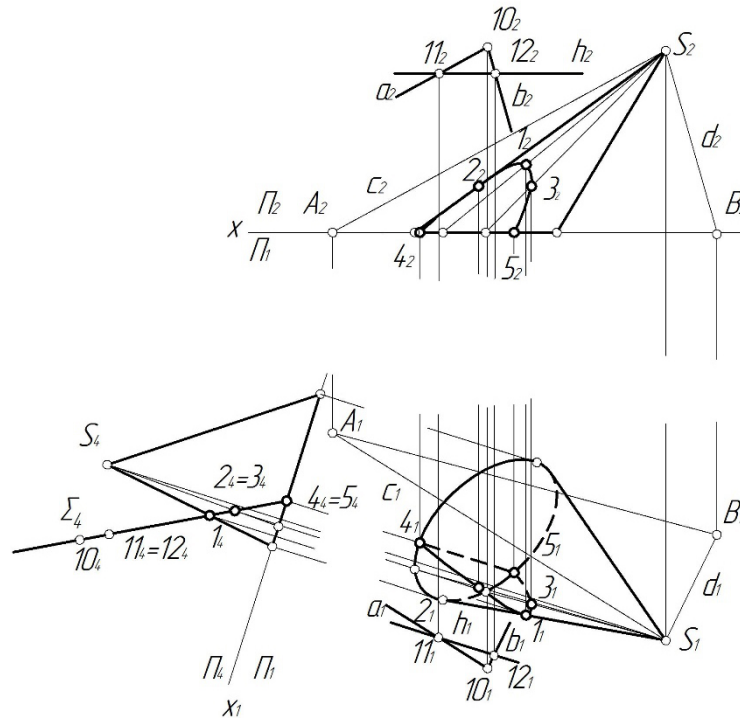


Рис.3. Побудова перерізу конуса по гіперболі.

При такому перетворенні на новій площині проєкцій Π_4 бачимо лінію перетину конуса слід-проєкцією перетвореної площини $\Sigma(\Sigma_4)$. Позначаємо характерні точки: найвищу $1(1_4)$ та дві найнижчі $7(7_4)$ та $8(8_4)$. Точка 2 – межа видимості кривої перетину на фронтальній площині проєкцій Π_2 , а точка $1(1_4)$ – це точка, що є межею видимості на Π_1 . Визначених таким чином точок достатньо, щоб, з'єднавши їх, отримати очікувану криву – гіперболу.

Висновки. При розв'язанні задач на перетин конуса загального виду площиною важливо наперед знати характер лінії перетину. Такий аналіз виключає можливість помилок та похибок при побудові.

Бібліографічний список

1. Ванін В.В., Перевертун В.В, Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка.- К.: Видавнича група ВНУ, 2009 – 400с.
2. Сухина И.А. О некоторых приемах построения проекций сечений конуса и примечания посредников –линейчатых поверхностей.- Киев: Труды КПИ. Вып 31., 1981. –с.86-91.
3. Чалый А.Т. Курс начертательной геометрии. М: Машгиз, 1962. – 276с.

ЗАСТОСУВАННЯ САПР КОМПАС ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНКУ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ

Ліпніцький Л.В., студент,
Білицька Н.В., к.т.н.,
Мартиненко Г.С., асистент.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)*

Анотація – наведена методика автоматизованого розрахунку та моделювання зубчастих передач за допомогою САПР КОМПАС.

Ключові слова – зубчаста передача, КОМПАС, тривимірне моделювання.

Постановка проблеми. Сучасні системи автоматичного проектування (САПР) надають все більше можливостей для моделювання складних систем та механізмів. Між тим, пошук рішень для широко розповсюджених типових задач стає максимально автоматизованим, що дозволяє суттєво прискорити процедуру розробки моделей та їх розрахунки.

Аналіз останніх результатів. Методика проведення розрахунку та побудови тривимірної моделі зубчастих передач досить розповсюджена і не стикається з принциповими труднощами, але все це займає чимало часу.

Постановка завдання. Використання вбудованих в КОМПАС програм дозволяє виконувати конструкторські та перевірочні розрахунки, напівавтоматично створювати моделі та вносити корективи до них з мінімальними змінами вихідних умов за короткий час.

Основна частина. Система КОМПАС має досить велику бібліотеку стандартних виробів, конструктивних та технологічних елементів, типових рішень та розрахунків, яка охоплює різні галузі промисловості. Найбільш розвинута бібліотека типових конструкцій та комплексів для проведення розрахунків з машинобудування.

Так, наприклад, з використанням бібліотеки «Вали та механічні передачі 3D» можливо розрахувати та побудувати моделі та кресленики наступні види передач:

- шестерні циліндричні з зовнішнім та внутрішнім зачепленням;
- шестерні конічні з прямим та круговим зубом;
- шківів клиноремінної та зубчастої передач;
- черв'ячні передачі.

Окрім того, значною перевагою використання даної системи є можливість побудови моделі не лише згідно вітчизняної нормативної бази (ГОСТ, ДСТУ), але й за стандартами інших країн (AGMA 201.02, ASA

B6b, DIN 3972-52, ISO 53:1998, JIS B 1701-1973) [1].

За допомогою вказаної бібліотеки були змодельовані вал-шестерня в зачепленні з зубчастим колесом, насадженим на вал (рис. 1). Більш детально зупинимося на параметрах та розрахунку зубчастої частини валу-шестерні, деякі вхідні дані для цього наведені на рис. 2.

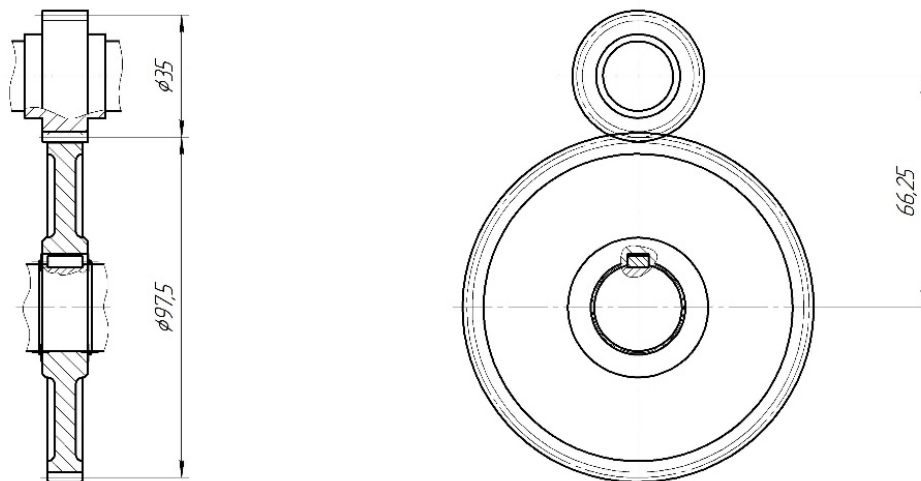


Рис. 1. Кресленик зубчастого зачеплення

Побудова ступенів валу та шестерні, конструктивних елементів (шпонкові пази, канавки для виходу шліфувального круга) виконувалась із застосуванням стандартних елементів бібліотеки, що значним чином скорочує витрату часу на розробку ескізів кожного елемента. В комплексі програм «Gears» можливо провести наступні види розрахунків: геометричний, на міцність, на витривалість та проектний.

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
1. Число зубьев	z_1, z_2	28	78
2. Модуль, мм	m_n	1.25	
3. Угол наклона зубьев на делительном цилиндре	β	0° 0' 0"	
4. Направление линии зуба ведущего колеса	—	прямое	
5. Угол профиля зуба исходного контура	α	20° 0' 0"	
6. Коэффициент высоты головки зуба исходного контура	h_a^*	1	
7. Коэффициент радиального зазора исходного контура	c^*	0.25	
8. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба исходного контура	ρ_f^*	0.38	
9. Ширина зубчатого венца, мм	b_1, b_2	14	13
10. Коэффициент смещения исходного контура	$x_{1,2}$	0.741	1.133
11. Диаметр измерительного ролика, мм	D_1, D_2	2.173	2.173
12. Инструмент для обработки	—	рейка	рейка
13. Параметры инструмента	—		

Рис. 2. Вхідні дані для проведення геометричного розрахунку зубчатого зачеплення

Для проведення перевірки можливості побудови бажаної моделі зацеплення будемо використовувати «Gears». Спочатку необхідно провести геометричний розрахунок та визначити геометричні параметри ведучого та веденого коліс (основними є кількість зубців, модуль, кут нахилу зубців на ділільному циліндрі, напрям лінії зубів ведучого колеса, ширина зубчатого вінця).

Після проведення розрахунку за вказаними даними, програма видає результат у діалоговому вікні (рис. 3), деталізацію по конкретним параметрам можна отримати окремо в табличному вигляді, деякі з результатів проведеного розрахунку наведені в табл. 1.

Ход расчёта			
Контролируемые и измерительные параметры			
Возможность измерения постоянной хорды	Есть	Есть	
Возможность измерения длины общей нормали	Есть	Есть	
Возможность измерения размера по роликам	Есть	Есть	
Критерии качества зацепления			
Подрезание зубьев	Нет	Нет	
Интерференция зубьев	Нет	Нет	
Заострение зубьев	Нет	Нет	
Коэффициент перекрытия в пределах нормы	Да		

Контролируемые, измерительные параметры и параметры качества зацепления в норме.

Рис. 3. Результати геометричного розрахунку зубчатого зацеплення

Таблица 1.

Витяг з результатів геометричного розрахунку

Определяемые параметры			
Передаточное число	u	2,786	
Межосевое расстояние, мм	a_w	$68,362^{+0,02}_{-0,1}$	
Делительный диаметр, мм	d	35	97,5
Диаметр вершин зубьев, мм	d_a	38,892	102,372
Диаметр впадин зубьев, мм	d_f	33,728	97,207
Начальный диаметр, мм	d_w	36,116	100,609
Основной диаметр, мм	d_b	32,889	91,62
Угол зацепления	α_{tw}	24°24'14"	
Контролируемые и измерительные параметры			
Постоянная хорда, мм	$\bar{s}_c$	2,329	2,644
Высота до постоянной хорды, мм	$\bar{h}_c$	1,522	1,955
Радиус кривизны разноимённых профилей зуба в точках, определяющих постоянную хорду, мм	ρ_s	7,225	18,08
Радиус кривизны активного профиля зуба в нижней точке, мм	ρ_p	5,41	17,866
Условие $\rho_s > \rho_p$ (возможность измерения постоянной хорды)	—	выполнено	выполнено
Число зубьев в длине общей нормали	$z_{W\gamma}$	5	11
Длина общей нормали, мм	W	$17,73^{+0,055}_{-0,125}$	$41,081^{+0,07}_{-0,14}$

При виконанні проектного розрахунку можна отримати список оптимальних варіантів передачі методом дискретного пошуку, при необхідності накласти геометричні обмеження на результати.

Для кожного з отриманих варіантів можна провести розрахунок на витривалість та міцність, сформувати відповідні файли результатів, зручні для перегляду.

Обрані параметри одразу можна використати при моделюванні. Саму модель можна отримати, вказавши необхідні геометричні характеристики колеса чи шестерні. Після розробки окремих деталей та накладення зв'язків між ними, була отримана модель, що представлена на рис. 4.

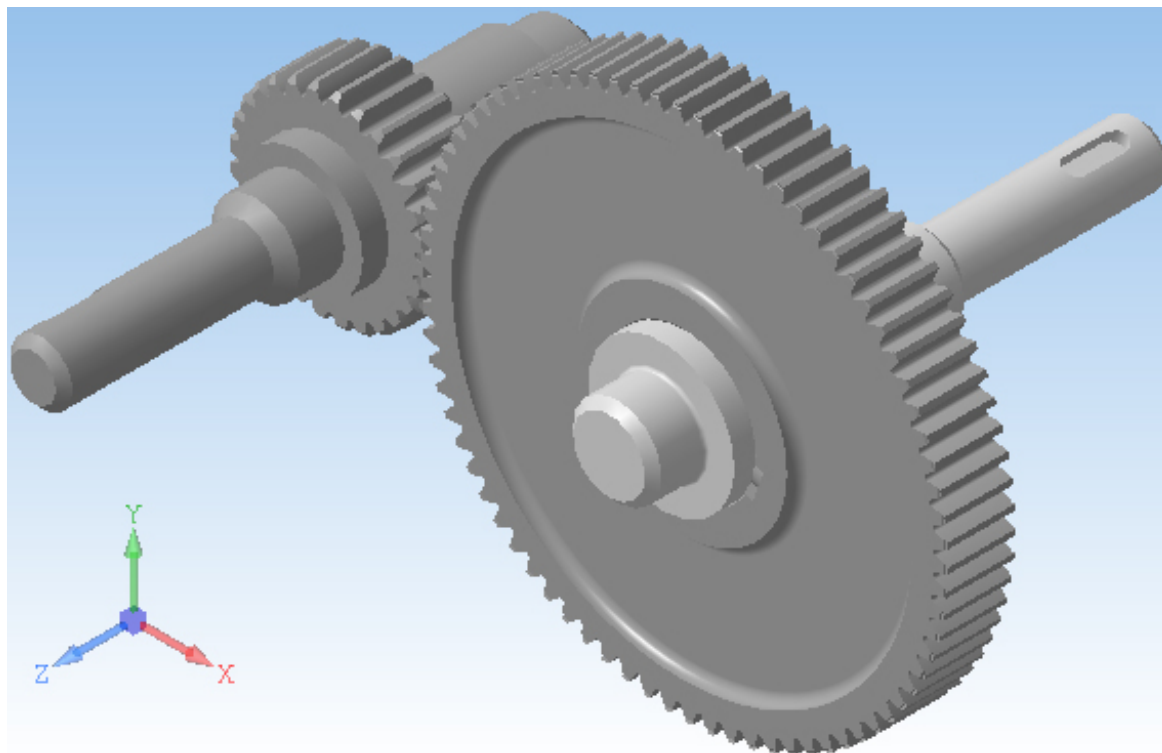


Рис. 4. Модель зубчатого зачеплення

Висновки. Згідно з вищенаведеним, використання спеціалізованих вузькоспрямованих програмних комплексів допомагає знаходити розв'язки типових інженерних задач без зайвих витрат часу та ресурсів. При цьому є можливість вибору найкращого варіанту розрахунку, який задовольняє наперед заданим умовам.

Бібліографічний список

1. Офіційний сайт АСКОН [Електронний ресурс]
<http://machinery.ascon.ru>
2. Глухарев Б.Г., Зубарев Н.И. Зубчатые соединения. Справочник, 2-е издание. Машиностроение, 1983.

РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ МОДЕЛІ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБРОБКИ ҐРУНТУ

Лосев Є. О., студент

Можаровський В. М., к. т. н., доцент

Кузнєцов Ю. М., д. т. н., професор

Юрчук В. П., д. т. н., професор

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, (Україна, м. Київ)

Анотація – актуальним дослідженням в даний час є розробка двигуна сільськогосподарської машини, що має робочі органи-ґрунтозачепи циклоїдальної форми, шарнірно прикріплені до спиць коліс машини, який характерний тим, що поверхнею робочих органів-ґрунтозачепів є гвинтова поверхня.

Ключові слова – двигун сільськогосподарської машини, модернізація робочих органів-ґрунтозачепів, циклоїдальна форма, іпиці коліс, гвинтова поверхня.

Постановка проблеми. Збільшення обсягів виробництва та зниження собівартості продукції є актуальною проблемою сільського господарства. Основною причиною технологічно-експлуатаційного зниження ефективності виробництва є недосконалість техніки для обробки ґрунту, невідповідність якості вимогам, які висуваються Держстандартом України. Важливе місце серед вказаних проблем займає досягнення спрощення конструкцій, зниження їх металоємності та енергоємності.

Аналіз останніх досліджень. Відомий пристрій для обробки ґрунту, що містить раму, енергетичний пристрій і рушій у вигляді багатоланкового механізму, на ланках якого встановлені робочі органи і механізм приводу робочих органів, [1].

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі є пристрій для обробки ґрунту, що містить робочі органи-ґрунтозачепи і складається з обода, до спиць якого шарнірно прикріплені робочі органи-ґрунтозачепи, що мають форму кінця циклоїди, утвореної коченням кола радіуса, рівного радіусу кола обода, [2].

Недоліками вказаних пристроїв є велика енергоємність, складність конструкції і низькі надійність та працездатність.

Формулювання цілей. Головним завданням даної конструктивної моделі є збільшення надійності та продуктивності конструкції, зменшення енергоємності двигунів сільськогосподарських машин та інших ґрунтообробних пристроїв.

Основна частина. Пристрій для обробки ґрунту містить обід 1 і маточину 2, шпичі 3, штифт 4, робочі органи-ґрунтозачеми 5, шарніри 6. Шпичі 3 зміщені відносно одна іншої для того, щоб в будь-якому положенні колеса хоча б один робочий орган-ґрунтозачеп знаходився в ґрунті, забезпечуючи зчеплення пристрою з ґрунтом.

Можливість такого зчеплення значно зростає при виконанні органів-ґрунтозачепів 5 у два і більше рядів 7, що і пропонується в корисній моделі.

Робочі органи-ґрунтозачеми мають холості упори А і робочі упори В.

Пристрій для обробки ґрунту працює наступним чином.

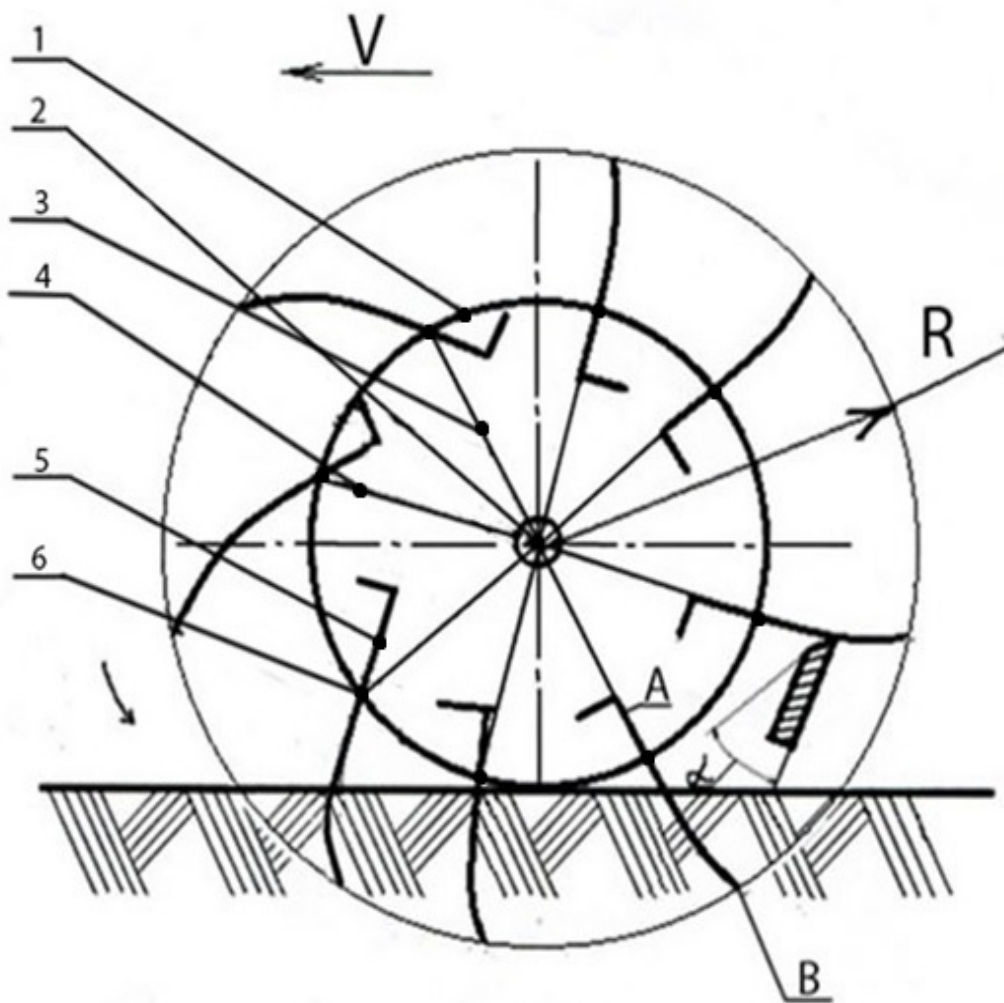
При наданні крутного моменту через маточину 2 за допомогою штифта 4 колесо пристрою починає обертатися і котиться по поверхні ґрунту. Під час переходу верхньої точки обода 1 черговим шарніром 6 робочий орган-ґрунтозачеп 5 під дією ваги робочої частини машини повертається довкола шарніру 6 до зіткнення холостого упору А з внутрішньою частиною обода 1. Довжина регулюється так, що при горизонтальному положенні шпичі 3 робочий орган-ґрунтозачеп 5 торкається робочим кінцем поверхні ґрунту і збігається з траєкторією циклоїди, утвореної органами-ґрунтозачепами 5.

При подальшому русі колеса робоча частина органу-ґрунтозачепа 5 занурюється в ґрунт під дією сили ваги всього пристрою. Процес занурення робочого органу-ґрунтозачепа 5 в ґрунт здійснюється від горизонтального положення відповідної шпичі 3 (лише торкання) до вертикального положення (повне занурення).

При зануренні робочий орган-ґрунтозачеп 5 обертається в шарнірі 6, залишаючись як продовження циклоїди. Це дозволяє йому занурюватись в ґрунт з мінімальним опором середовища.

У вертикальному положенні шпичі, робочий упор В, торкаючись шпичі 4, припиняє обертання робочого органу-ґрунтозачепа 5 довкола шарніра 6. Подальший рух шпичі і робочі органи-ґрунтозачеми здійснюють як одна ланка, беручи участь в складному обертальному і поступальному, тобто гвинтовому русі. Цей рух, як і заглиблення ґрунтозачепа, відбувається за чверть повороту колеса. При цьому в першій третині переважає обертальний рух, а в останній третині – поступальний, тобто, в цілому – гвинтовий. При обертальному русі робочі органи-ґрунтозачеми 5 здійснюють копаючу дію на ґрунт, спускаючи його чи подрібнюючи.

Дія на ґрунт органів-ґрунтозачепів відбувається значно частіше та активніше при розміщенні їх на ободі як мінімум в два ряди (на фіг. 2 – в три ряди 8). Крім того, розміщення органів-ґрунтозачепів по гвинтовій лінії 7, параметри якої визначаються величиною їх наступальної та обертальної швидкостей, гарантує постійний контакт пристрою з ґрунтом.



Фиг. 1

Рис. 1 Схема пристрою для обробки ґрунту – вигляд збоку.

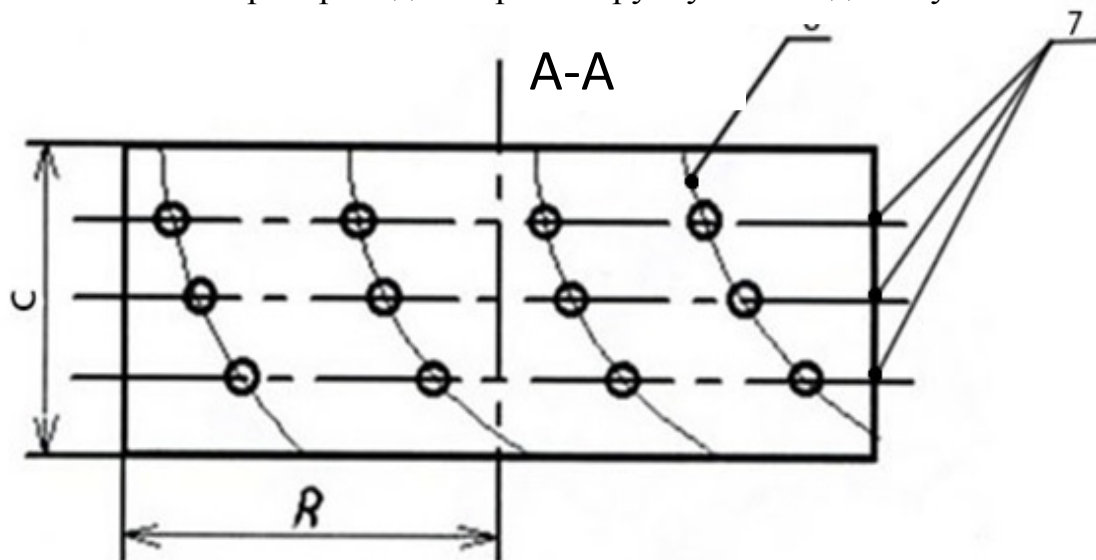


Рис. 2 Схема розміщення робочих органів-ґрунтозачепів.

Таким чином, забезпечення працездатності пристрою з ободом радіусу R та шириною C значно покращується, оскільки збільшується можливість дії органів-грунтозачепів на ґрунт, тобто копання ґрунту та спущування.

Висновок

1. Таким чином розроблений механізм забезпечує, зниження металоємності, енергоємності і забезпечення працездатності конструкції.

2. Пристрій сконструйовано так, що хоча б один робочий орган-грунтозачеп забезпечував зчеплення з ґрунтом.

3. Гвинтова форма робочих поверхонь збільшує надійність та продуктивність двигунів сільськогосподарських машин даного типу.

Бібліографічний список

1. Патент RU № 2064741 «Устройство для обработки почвы» МПК А01В11/00, опублік. 10.08.1996 р.

2. Патент RU № 2261565 «Двигатель сельскохозяйственных машин» МПК А01В11/00, опублік. 20.10.2005 р.

3. *Погорель Л.В.* Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорель, М.В. Татьянко – К. : Феникс, 2004. – 232 с.

4. *Анурьев В.И.* Справочник конструктора-машиностроителя. М.: Машиностроение, 1982. - Т. 1. - 736 с.

КОНСТРУЮВАННЯ ЗУБА ЗЕМЛЕРИЙНОЇ МАШИНИ

Лисій В.С., студент,
Святина М.А., аспірант,
Гожій С.П., д.т.н.,
Юрчук В.П., д.т.н.,

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м.Київ).

***Анотація** – в даній статті описана методика отримання робочої поверхні землерийної машини. Завдяки чому покращується руйнування та кришіння ґрунту, а також суттєво зменшуються енергозатрати на даний процес.*

***Ключові слова.** Зуб землерийної машини, робоча поверхня, гвинтова форма, ґрунтовий моноліт, робочі грані.*

Постановка проблеми. Головною проблемою при конструюванні і розробці зуба землерийної машини є те, що в процесі роботи поперечний переріз робочої поверхні зуба має площинну форму, яка пасивна при входженні в ґрунтовий моноліт, що знижує ефективність руйнування, маючи, при своїй дії на ґрунт, незначну кількість напрямків руйнування та створює великий опір його роботі,[1].

Формування цілей. Віднайти та розробити оптимальні геометричні розміри та співвідношення робочої поверхні зуба землерийної машини, що дозволять збільшити ефективність процесу руйнування та кришіння ґрунту.

Основна частина. На сьогоднішній день у світі, а особливо в Україні, виникла потрібна у швидкому та якісному обробленні ґрунту, а саме у його кришінні та руйнуванні, що потребує невеликих затрат енергоресурсів.

В даній статті описана будова та принцип роботи робочої поверхні зуба землерийної машини. Вказана задача досягається тим, що передня частина робочої поверхні має гвинтову, крім, твірна робочої поверхні зуба має вигляд кривої другого порядку, симетричну відносно центральної осі зуба.

Зуб землерийної машини містить закріплену на держаку 1 робочу поверхню у вигляді ввігнуто-опуклої кривої 2. Передня частина робочої поверхні зуба має гвинтову форму. Крім того, твірна робочої поверхні зуба має вигляд кривої другого порядку, симетричну відносно центральної осі зуба.

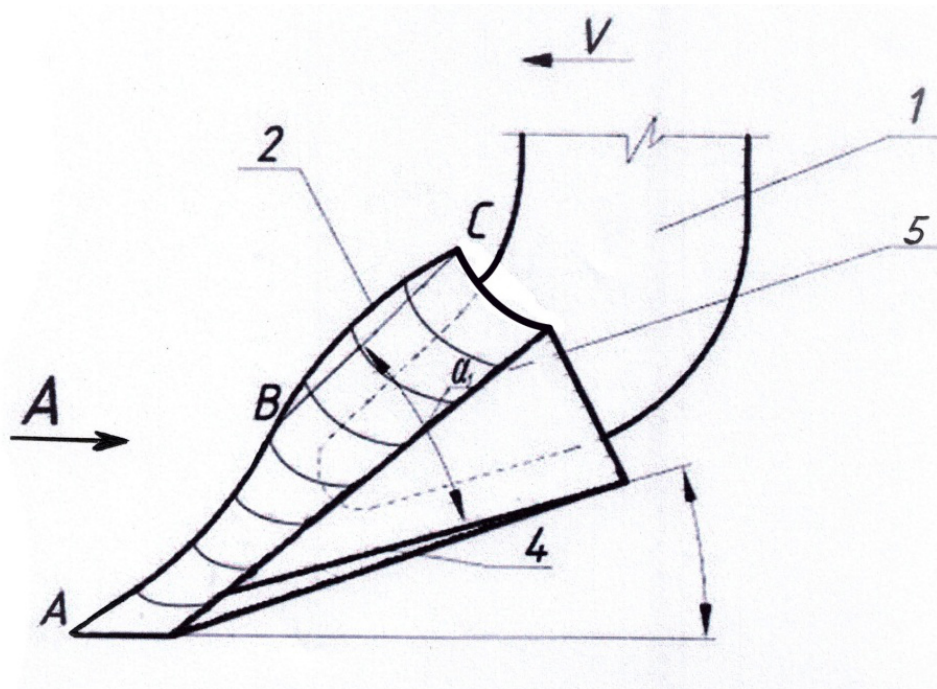


Рис.1 Вигляд зуба землерийної машини збоку

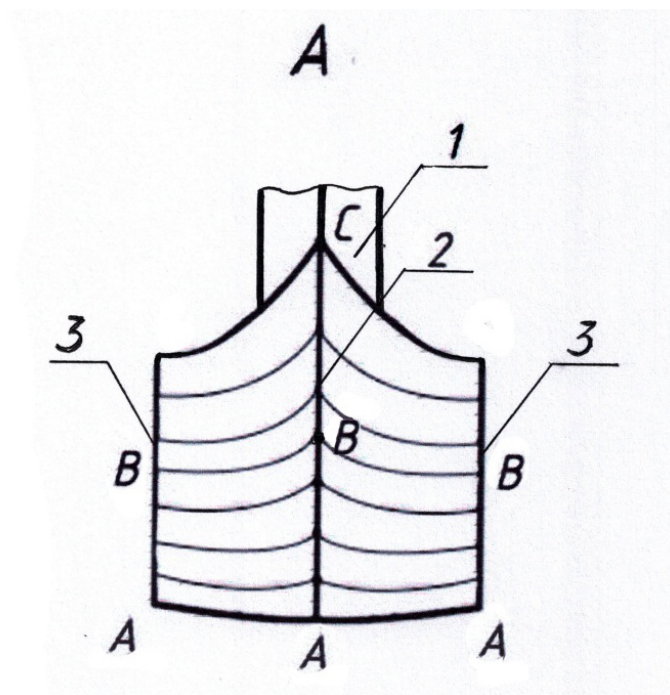


Рис.2 Вигляд зуба землерийної машини спереду

При входженні в ґрунт зуб землерийної машини на ввігнутій ділянці АВ створює процес стискання шару ґрунту, а після точки перегину В, на ділянці ВС, створює процес розтягування, тобто знакозмінну дію на ґрунт. Така дія, як відомо, сприяє значному руйнуванню та кришінню ґрунту,[2].

Крім того виконання поперечного перерізу робочої частини зуба у вигляді симетричної кривої гвинтового типу, створює складний просторовий процес знакозмінної дії, розвалюючи ґрунтовий моноліт і в поперечному перерізі. А виконання робочої поверхні зуба землерийної машини також у вигляді кривої другого порядку яка симетрична відносно центральної осі зуба, створює поступову симетрично активну дію на ті частинки ґрунту, які утворюються зліва і справа на бокових частинах робочої поверхні,[3].

Також виконання робочих поверхонь зуба у вигляді кривих другого порядку сприяє полегшенню процесу входження зуба у ґрунтовий моноліт. Така дія призводить до покращення агротехнічних показників зуба землерийної машини,[4].

Висновки:

1. Шляхом зміни геометричної форми відповідних робочих граней вдалося суттєво збільшити процес руйнування та кришіння ґрунту.

2. Ввігнуто-опукла частина дозволяє створити знакозмінну дію на ґрунтовий моноліт.

Бібліографічний список

1. Анурев В. И. «Справочник конструктора-машиностроителя» Москва «Машиностроение» 2001 год.

2. Погорельый Л .В., Татьяна Н. В., Брей В. В. и др. Свеклоуборочные машины (конструирование и расчет). Киев: Техника, 1989.-163с.

3. Загородный А. Ф., Кравчук В. И., Юрчук В. П. Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин-Киев: Аграрна наука, 2004.-240с.

4. Павлов А. В., Юрчук В. П., Надкернична Т. М., Яблонский П. М. Використання математичних моделей при конструюванні коренезбиральних машин // Праці Таврійської державної агротехнічної академії.- Мелітополь.- 2000.-Вип.4. Прикладна геометрія та інженерна графіка.- Том11,- С.39-43.

ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТУ MATHCAD ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МАГНІТНИХ ПОЛІВ

Луданов Д.К., ст. викладач,

Кузенко М.Т., студент

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”, (Україна, Київ)

Анотація – стаття присвячена розв’язанню задач з електродинаміки і візуалізації силових ліній магнітного поля двох соленоїдів в математичному пакеті MathCad. Метою роботи є сприяння розвиненню у читачів цікавості до графічного представлення розв’язання фізичних задач.

Ключові слова – MathCad, магнітне поле, соленоїд, векторне поле.

Постановка проблеми. Важливою частиною представлення рішень багатьох фізичних задач з електродинаміки є графічне зображення отриманих результатів. Доволі часто такими результатами є дані, отримані з формул магнітного та електричних полів, які найкраще представляти у вигляді векторних полів. Тому при програмуванні таких задач в системі MathCad потрібно правильно візуалізувати результати за допомогою графіків [1].

Формування мети статті (постановка завдання). Візуалізація отриманих результатів є невід’ємною частиною при вирішенні не тільки математичних, а й багатьох фізичних, економічних, фінансових задач та задач статистики. Наше завдання – показати, що досягнути наочності чисельних результатів можливо безпосередньо в проекті з розрахунковою частиною, створеному в системі MathCad [2].

Основна частина. Розглянемо задачу побудови силових ліній магнітного поля двох осьових соленоїдів.

Для розв’язання задачі і знаходження магнітного поля, скористаємось

законом Біо-Савара-Лапласа:
$$\vec{B}(x, y, z) = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \sum_{s=1}^N \frac{I[d\vec{l}, (\vec{r} - \vec{R})]}{|\vec{r} - \vec{R}|^3},$$
 де I – сила

струму, μ_0 – магнітна стала. Рис.1 показує розташування векторів і кутів для одного витка зі струмом. В соленоїді таких витків N .

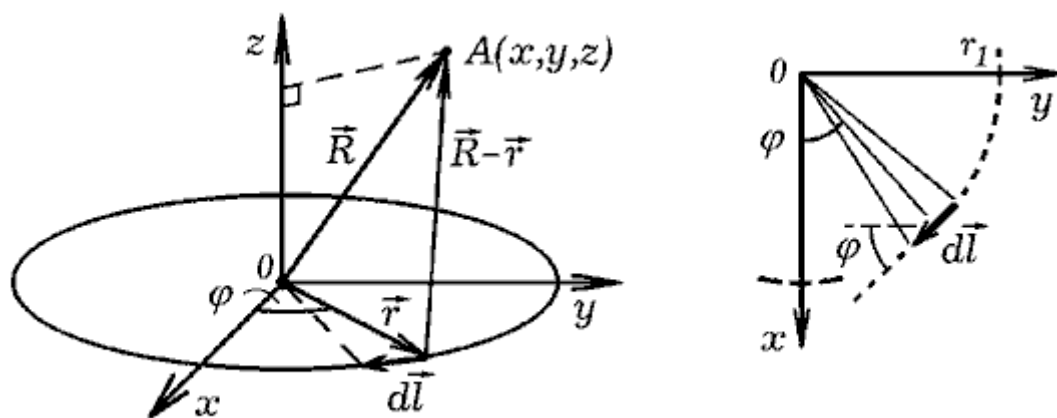
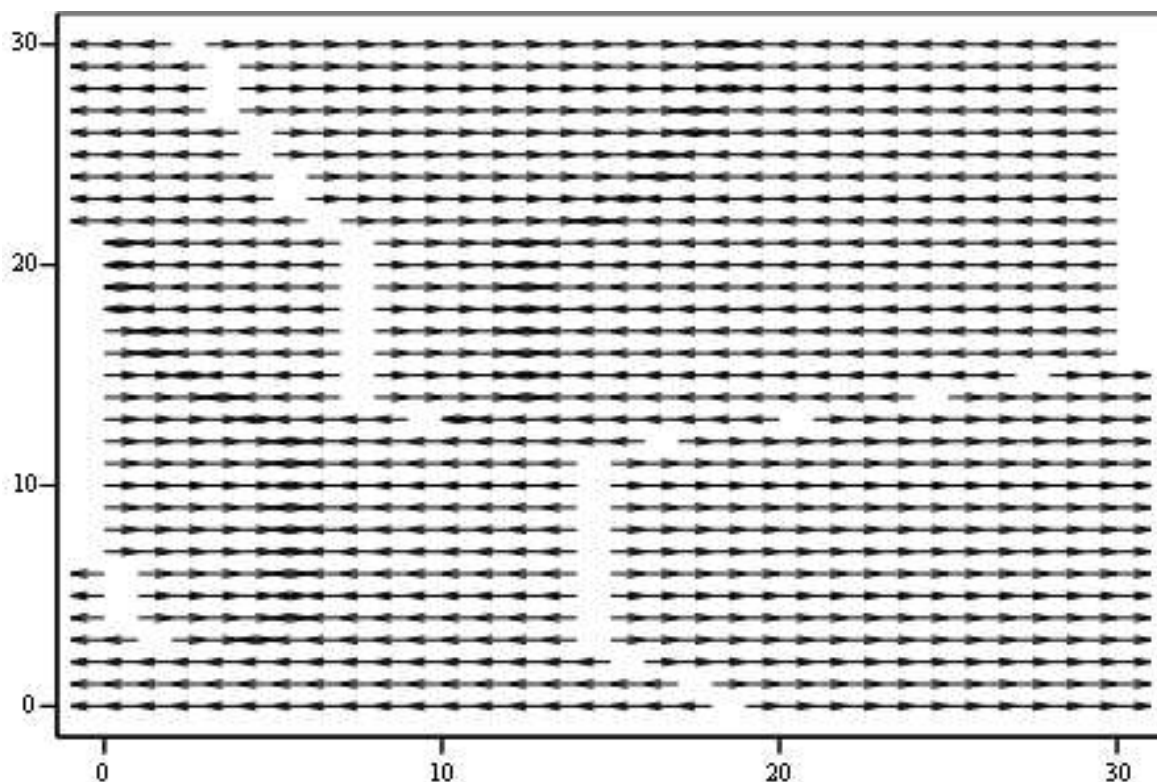


Рис.1. Фізичні величини та їх проєкції для одного витку зі струмом

Витки розташовані паралельно площині XOY , на екрані виходять силові лінії магнітного поля в площині YOZ (див. Рис.2).



С

Рис.2. Силові лінії магнітного поля

Щоб побудувати векторне поле в MathCAD, його спочатку необхідно задати у вигляді вектор-функції двох координат. Потім задаються вектори значень цих координат. За допомогою цих векторів компоненти векторного поля генеруються у вигляді матриць.

$$N1 := 30 \quad i := 0..N1 \quad j := 0..N1 \quad k := 0..N1 \quad l := 1 \quad N := 100$$

$$x_i := -5 + 0.5 \cdot i \quad y_j := -5 + 0.5 \cdot j \quad z_k := -5 + 0.5 \cdot k$$

$$df := 2 \cdot \frac{\pi}{N} \quad s := 0..N - 1 \quad f_s := df \cdot s \quad r1 := 2 \quad r2 := 1$$

$$dl_s := \begin{pmatrix} \sin(f_s) \\ -\cos(f_s) \\ 0 \end{pmatrix} df \quad r_s := \begin{pmatrix} \cos(f_s) \\ \sin(f_s) \\ 0 \end{pmatrix} \quad R(x,y,z) := \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

$$B(x,y,z) := \sum_{m=0}^3 \sum_{s=0}^{N-1} \frac{I \cdot r1 \cdot dl_s \times (R(x,y,z+m) - r1 \cdot r_s)}{\left(|R(x,y,z+m) - r1 \cdot r_s| \right)^3} + \sum_{m=-3}^{-5} \sum_{s=0}^{N-1} \frac{-2I \cdot r2 \cdot dl_s \times (R(x,y,z+m) - r2 \cdot r_s)}{\left(|R(x,y,z+m) - r2 \cdot r_s| \right)^3}$$

$$Be_{i,j} := B(0, y_i, z_j) \quad Be1_{i,j} := (Be_{i,j})_1 + i(Be_{i,j})_2 \quad C_{i,j} := \frac{Be1_{i,j}}{|Be1_{i,j}|}$$

Висновки. Інформатика стає невід'ємною частиною фізичних розрахунків і візуалізації отриманих результатів. Використовуючи спеціальні можливості системи MathCAD для створення зображень, крім вирішення математичних задач і отримання результатів в чисельному вигляді, можливо досягнути високого ступеня наочності представлення інформації в зображенні магнітних полів за допомогою побудови графіків векторних полів, коли студенти мають можливість будувати зображення досліджуваних полів фізичних систем.

Бібліографічний список

1. Лаврентик А.И., Тузенко О.А. MATHCAD конспект лекцій. – Маріуполь, 2010
2. Майер Р.В., Решение физических задач с помощью пакета MathCAD. – Глазов, 2006. – <http://mayer.hop.ru/math/math1.htm#11>

ОБЧИСЛЮВАЛЬНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ КУТОВОЇ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ

Найдиш В.А., д.т.н,
Лебедєв В.О., к.т.н.,
Волошина Г.С., студентка
Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Б.Хмельницького

Анотація – у статті розглянуто обчислювальна реалізація геометричного моделювання форми дискретно представленої плоскої кривої на основі одного з методів варіативного дискретного геометричного моделювання при використанні кутів згущення, а також апіорної інформації вихідної ДПК.

Ключові слова – кути згущення, інтерполяція, кутова параметризація, моделювання, дискретно представлена крива (ДПК), супровідна ламана лінія (СЛЛ).

Постановка проблеми. Запропонована робота є подовженням напрямку досліджень в рамках варіативного дискретного геометричного моделювання, а саме в рамках використання співвідношень між кутовими параметрами в процесі згущення.

Продовження досліджень дозволяє підвищити точність моделювання завдяки тому, що отримана геометрична модель кривої є неосцилюючою, скорочуються строки проектування, що дуже важливо при вирішенні прикладних задач, обумовлених виробництвом.

Аналіз останніх досліджень. При моделюванні був проведений аналіз предметної області, розглянуто методи дискретної інтерполяції (згущення) дискретно представлених кривих з використанням кутових параметрів, розроблено технічне завдання для програмного забезпечення, розроблено програмне забезпечення.

При процесі моделювання дискретно представлених кривих на основі методів з використанням кутових параметрів використовували спрощення.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка програмного забезпечення дискретної інтерполяції (згущення) дискретно представлених кривих на основі методів з використанням кутових параметрів за умови відсутності осциляції.

Основна частина.

Подальший розвиток і вдосконалення технологічних процесів ставлять перед наукою нові завдання по створенню геометричних моделей, адекватних явищам і процесам, з метою їх відповідного аналізу, розрахунку, оптимізації і прогнозування подальшого розвитку.

Початковими даними виступають геометричні елементи і умови, найчастіше представлені в числовій формі (координати або значення параметрів), масиви яких можуть бути досить великими. При інтерполяції (згущенні) дискретно представленої кривої (ДПК) на площині здійснюється покроковий контроль погрішності рішення, що виникає при цьому, забезпечуючи тим самим задану точність і відсутність осциляції шляхом своєчасної локальної корекції.

У цих умовах методи глобального безперервного моделювання, коли відшукується єдине рівняння, що описує дискретно представлений геометричний образ, виявляються неефективними, оскільки вимагають великої кількості обчислень, не можуть забезпечити необхідну точність і запобігти осциляціям. Методи локальних і кусочно-гладких наближень скорочують кількість обчислень, мають можливості підвищення точності, проте необхідність рішення гладкого стикування окремих ланок і неможливість гарантувати відсутність осциляції звужують сферу їх застосування.

Геометричне моделювання кривих ліній значною мірою залежить від системи координат, в якій здійснюється аналітичні і обчислювальні операції.

Як показує дослідження Щербини В.М [5] і Мацулевича О.Є.[3] , найбільш ефективним показником опуклості ДПК є постійність знаку кутів суміжності сусідніх ланок супроводжуючою ламаною лінією (СЛЛ). Дослідження процесів моделювання кривих на основі кутових параметрів їх ДПК є особливо актуальними, оскільки кути суміжності відбивають внутрішню геометрію кривої незалежно від системи координат її віднесення. Найбільший розвиток метода згущення з кутовими параметрами отримано в роботах Лебедева В.О.[2]

Враховуючи зниження вимог гладкості стикування ланок згущеної ДПК при дискретній інтерполяції, ми вважаємо, що оптимальним в цьому випадку являється локальне згущення ланки ДПК на основі співвідношень між кутовими параметрами супроводжуючих ламаних ліній до і після згущення в локальній системі координат, пов'язаній з конкретною ланкою початкової СЛЛ, з подальшим переходом в глобальну декартову систему координат віднесення початкової ДПК. На рис. 1. представлена опукла вгору ДПК у вигляді точкового ряду в декартовій системі координат.

В процесі згущення двох сусідніх ділянок $(i, i + 1)$ и $(i + 1, i + 2)$ змінюється величина кута суміжності ланок СЛЛ у вузлі $(i + 1)$. Якщо цей процес не контролювати, то може виявитися, що кут змінить свій знак і в вузлі $(i + 1)$ виникне осциляція.

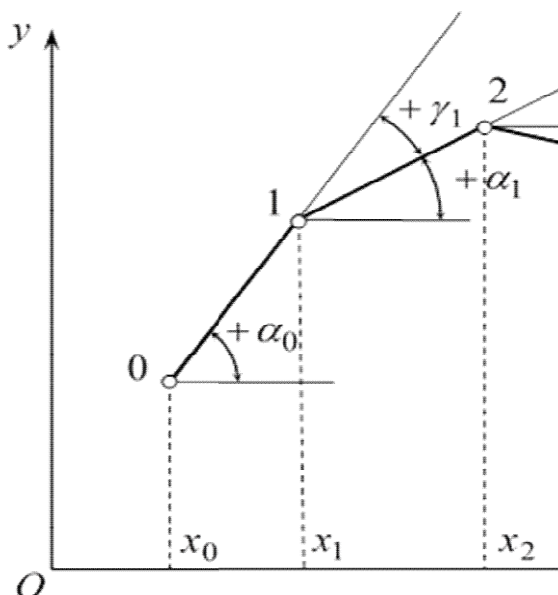


Рис.1. Кутові параметри СЛЛ ДПК.

Таким чином згущення на основі кутових параметрів повинне враховувати співвідношення. На рис. 2. показана загальна схема побудови точки згущення $i + 0,5$.

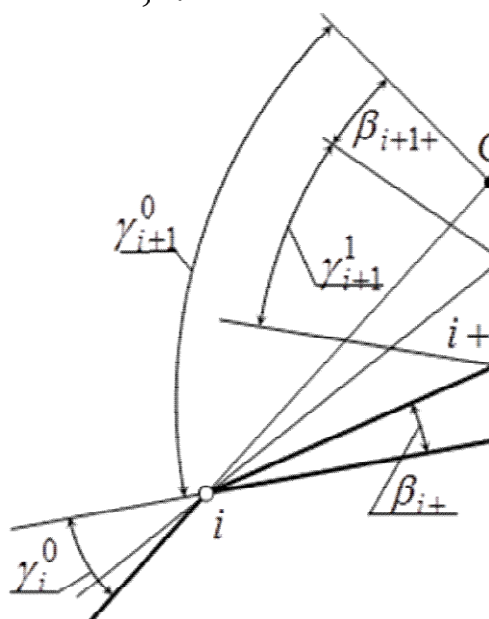


Рис. 2. Побудова точки $i + 0,5$ за допомогою кутів згущення β_{i+} та β_{i+1-}

У роботах Найдиша В.М. підкреслювалося, що для досягнення ефективних результатів моделювання необхідно враховувати апріорну інформацію про ДПК [4]. Завдання у вузлі i значення кута γ_i^0 між ланками $(i-1, i)$ і $(i, i+1)$ не повною мірою відбиває характер модельованої кривої. Щоб відбити вплив інших вузлів ДПК на даний вузол, доцільно розглянути кути суміжності хорд початкової СЛЛ, що сходяться в цьому вузлі.

Перехідні ділянки ДПК при дискретному моделюванні грають

особливу роль, оскільки на цих ділянках точка перегину завжди є, але, як правило, вона не задана; алгоритми згущення опуклих ділянок тут не працюють. Проблема полягає в розробці таких алгоритмів згущення цих ділянок, які спиралися б на алгоритми згущення опуклих ділянок і були доповненням цих алгоритмів з урахуванням геометрії ділянок [1,2].

Програмне забезпечення «Модельювання» призначене для фахівців і користувачів, що використовують модельювання з кутовими параметрами. Його метою є полегшення процесу модельювання. Цей програмний продукт може бути впроваджений в учбовий процес.

Програма складається з 6 вікон:

- головне вікно програми;
- вікно графічного представлення процесу модельювання;
- згущення опуклої ДПК;
- згущення ДПК з урахуванням апіорної інформації;
- згущення ДПК з перехідними ділянками;
- згущення ДПК з прямолінійними ділянками.

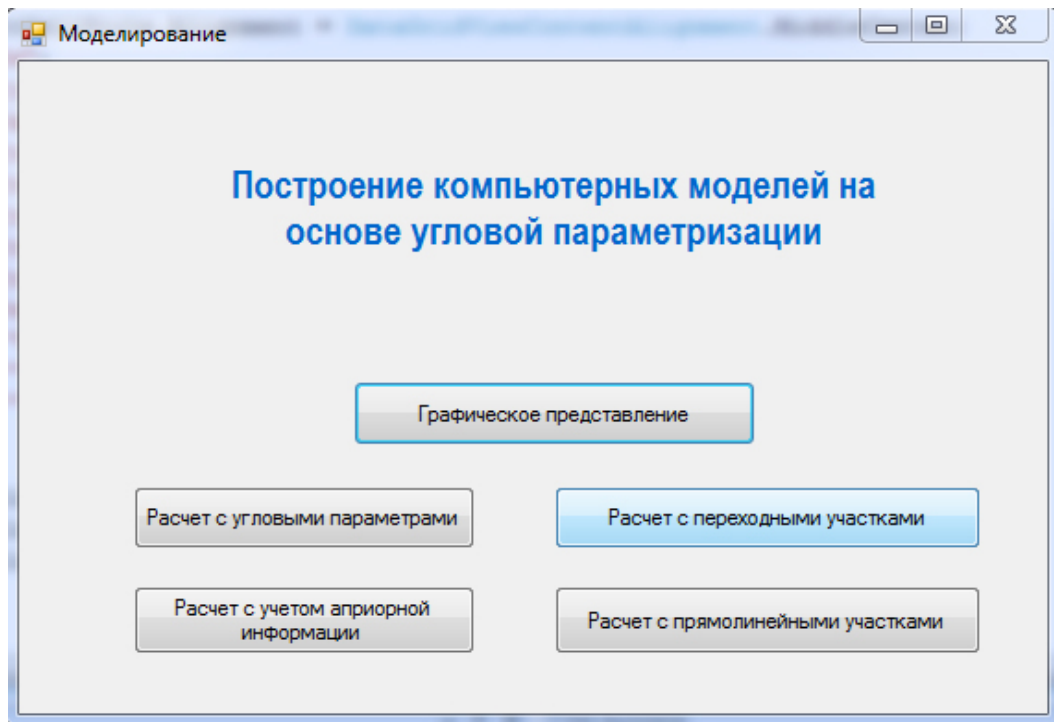


Рис. 3. Головне вікно програми

Після натиснення однієї з кнопок: "Расчет с угловыми параметрами", "Расчет с учетом априорной информации", "Расчет с переходными участками", "Расчет с прямолинейными участками" з'являється вікно для розрахунку точок згущення. Вікно має однотипний інтерфейс. У верхній частині знаходиться 4 кнопки: (для завантаження даних, проведення обчислень, збереження результату, графічного представлення). Нижня частина містить таблицю для виведення початкових і отриманих даних (рис.4).

Моделирование ДПК с угловыми параметрами											
Загрузить данные		Выполнить расчет		Сохранить результат		График					
	i	x	y	длина звена [i+1]	углы наклона звеньев	углы смежности до сгущения	углы смежности после сгущения	угол сгущения B-	угол сгущения B+	локальные точки сгущения x	локальные точки сгущения y
▶	0	0	0	38,20994634908...	47,12109639666...	24,09560438813...	12,04780219406...	6,023901097033...	6,023901097033...	19,10497317454...	2,016071...
	0.5						12,04780219406...	6,023901097033...	6,023901097033...		
	1	26	28	43,46262762420...	23,025492008528	24,09560438813...	12,04780219406...	6,023901097033...	6,023901097033...		
	1.5						17,73175997877...			21,73131381210...	2,293218...
	2	66	45	37,16180835212...	-23,8059435184...	46,83143552698...	23,41571776349...	11,70785888174...	11,70785888174...		
	2.5						15,70776577519...			18,580904176062	3,850578...
	3	100	30	39,05124837953...	-39,8055710922...	15,99962757380...	7,999813786903...	3,999906893451...	3,999906893451...		
	3.5						15,69010652977...			19,52562418976...	1,365332...
	4	130	5	50,08991914547...	-86,5663696375...	46,76079854528...	23,38039927264...	11,69019963632...	11,69019963632...		
	4.5						19,33602765137...			25,04495957273...	5,182094...
	5	133	-45	43,82921400162...	-117,149681697...	30,58331206023...	15,29165603011...	7,645828015058...	7,645828015058...		
	5.5						9,440961889488...			21,91460700081...	2,941878...
	6	113	-84	49,64876634922...	-124,330217195...	7,180535497720...	3,590267748860...	1,795133874430...	1,795133874430...		
	6.5						3,590267748860...			24,82438317461...	0,778027...
	7	85	-125			7,180535497720...	3,590267748860...	1,795133874430...	1,795133874430...		

Рис. 4 Вікно розрахунку точок згущення

Висновки. Роботу було створено, використовуючи сучасну мову програмування високого рівню C#, необхідне програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати процес геометричного моделювання будь якого явища або процесу, вихідними даними якого є дискретно представлений точковий ряд.

Бібліографічний список

1. Лебедев В.О. Алгоритми дискретної інтерполяції на основі кутів згущення. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. / Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Вип. 4, – Т. 22.– Мелітополь: ТДАТА, 2003, – С. 93 – 98.
2. Лебедев В.О. Нові способи формування кутів суміжності при згущенні ДПК. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. К.: КНУБА, 2004. – Вип. 73. С. 255 – 260.
3. Найдих А.В., Мацулевич О.Є. Моделювання спіралеподібних ДПК у полярній системі координат на основі кутів нахилу ланок СЛЛ // Прикладна геометрія та інженерна графіка / Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Вип. 4. – Т. 16, Мелітополь: ТДАТА, 2002. – С. 31–35.
4. Найдих В.М. Можливості та перспективи розвитку дискретного геометричного моделювання // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КДТУБА, 1994. – Вип. 56. – С. 11–13.
5. Щербина В.М. Дискретное моделирование на основе углов смежности. // Прикладная геометрия и инженерная графика / Труды Таврической государственной агротехнической академии. – Мелітополь, 1999. – Вип. 4. – Т. 7. – С. 82–85.

MAPLE-МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКИХ ІЗОМЕТРИЧНИХ СІТОК ТРИГОНОМЕТРИЧНИМИ ФУНКЦІЯМИ КОМПЛЕКСНОЇ ЗМІННОЇ

Несвідоміна О.В., аспірант *

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розроблено комп'ютерну програму в середовищі символічної алгебри Maple автоматизованого формоутворення та дослідження плоских ізометричних сіток тригонометричними функціями комплексної змінної.*

***Ключові слова** – плоска ізометрична сітка, коефіцієнти першої квадратичної форми, комплексна змінна, тригонометричні функції.*

Постановка проблеми. Основна властивість ізометричних (або ще ізотермічних) сіток є те, що їх елементарні комірки мають форму квадратів одного або ж різних розмірів. Їх формоутворення та дослідження зумовлює проведення досить складних диференціальних обчислень, які ефективно можна виконати за допомогою сучасних комп'ютерних технологій.

Аналіз останніх досліджень. Використання ізометричних сіток було показано при відображенні плоских написів на криволінійні форми [2] із збереженням їх конформності (кутів між лініями).

Формулювання цілей (постановка завдання). Розробити комп'ютерну модель в середовищі символічної алгебри Maple [1] для автоматизованого формування та аналізу плоских ізометричних сіток методом розділення на дійсну та уявну частину тригонометричних функцій комплексної змінної.

Основна частина. Нехай маємо параметричне рівняння поверхні:

$$\mathbf{R}(u, v) = \mathbf{R}[x(u, v), y(u, v), z(u, v)]. \quad (1)$$

Тоді лінійний елемент, який визначає довжину лінії на поверхні, є:

$$ds^2 = E du^2 + 2F du dv + G dv^2, \quad (2)$$

де: E, F, G – коефіцієнти 1-ї квадратичної форми поверхні (1):

$$E = \left(\frac{\partial}{\partial u} x(u, v) \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial u} y(u, v) \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial u} z(u, v) \right)^2, \quad (3)$$

$$F = \frac{\partial}{\partial u} x(u, v) \frac{\partial}{\partial v} x(u, v) + \frac{\partial}{\partial u} y(u, v) \frac{\partial}{\partial v} y(u, v) + \frac{\partial}{\partial u} z(u, v) \frac{\partial}{\partial v} z(u, v), \quad (4)$$

$$G = \left(\frac{\partial}{\partial v} x(u, v) \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial v} y(u, v) \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial v} z(u, v) \right)^2, \quad (5)$$

$u \in [u_0 \dots u_n], v \in [v_0 \dots v_n]$ – внутрішні координати поверхні $\mathbf{R}(u, v)$.

* Науковий керівник – д.т.н., проф. Пилипака С.Ф.

Для ізометричних поверхонь і плоских сіток також, коефіцієнти E і G 1-ї квадратичної форми рівні між собою, а коефіцієнт F дорівнює нулю. Тому лінійний елемент (2) можна записати у наступному вигляді:

$$ds^2 = Q (du^2 + dv^2), \quad (6)$$

де $Q = E = G$ – коефіцієнти 1-ї квадратичної форми.

Існує декілька підходів відшукування плоских ізометричних сіток, які задовольняють цим умовам. Основний із них є використання комплексної змінної $z = u + I v$, де $I = \sqrt{-1}$ [3].

Нехай маємо деяку функцію $g = f(z)$:

$$g = f(u + I v), \quad (7)$$

де f – тригонометрична функція або їх комбінації.

Якщо для цієї функції f вдається розділити дійсну і уявну її частини, то запис $R[Re(f(z)), Im(f(z)), 0]$ визначає параметричне рівняння плоскої ізометричної сітки. В таблиці 1 наведено тригонометричні функції f комплексної змінної z , параметричні рівняння $R(u, v)$ плоскої ізометричної сітки, значення коефіцієнта Q та зображення сіток $R(u, v)$. При їх побудові необхідно встановлювати наступні величини: u_o, u_n, v_o, v_n – початкове та кінцеве значення відповідно параметрів u та v ; n_u, n_v – кількість квадратних комірок вздовж u, v – координатних ліній сітки. При цьому необхідно дотримуватися умови, щоб величина приросту обох параметрів u і v була однаковою $ud = vd$. Якщо прийняти конкретні значення u_o, u_n, n_u , тоді величина приросту параметра u буде:

$$ud = \frac{u_n - u_o}{n_u}, \quad (8)$$

звідки значення параметра v визначається із виразу:

$$v = v_o + vd \cdot j, \quad (9)$$

де: $vd = ud$ – величина приросту аргументів u і v ;

$j = 0..n_v$ – порядковий номер квадратної комірки вздовж v -координатної лінії ізометричної сітки.

Для деяких сіток необхідно спочатку задавати параметри v_o, v_n і n_v .

Таблиця 1. Рівняння та зображення плоских ізометричних сіток одержаних за допомогою тригонометричних сіток комплексної змінної

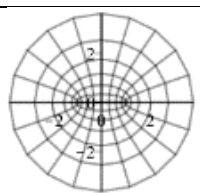
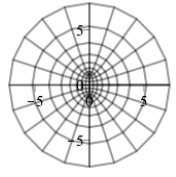
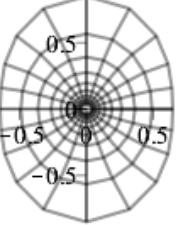
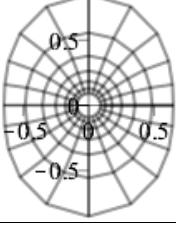
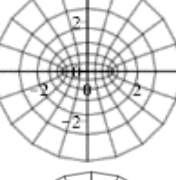
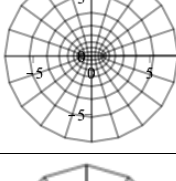
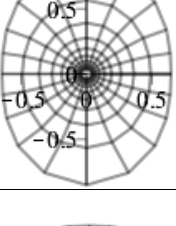
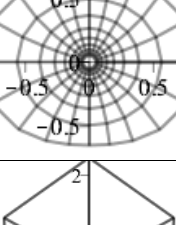
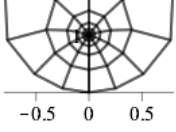
f	Рівняння	Зображення
1	2	3
$\sin$	$g = \sin(u + I v)$ $R[\sin(u) \cosh(v), \cos(u) \sinh(v), 0]$ $Q = \sin(u)^2 + \cosh(v)^2$ $u_o = 0, u_n = 2\pi, n_u = 21, v_o = 0, v_n = 2$	

Таблица 1 (продовження)

1	2	3
<i>sinh</i>	$g = \sinh(u + I v)$ $R[\sinh(u) \cos(v), \cosh(u) \sin(v), 0]$ $Q = \cosh(u)^2 + \cos(v)^2$ $u_o = 0, u_n = -, n_u = 9, v_o = 0, v_n = 2$	
<i>sec</i>	$g = \sec(u + I v)$ $R\left[\frac{\cos(u) \cosh(v)}{\sin(u)^2 + \cos(v)^2}, \frac{\sin(u) \sinh(v)}{\cos(u)^2 + \sinh(v)^2}, 0\right]$ $Q = \frac{\cosh(u)^2 + \cos(v)^2}{(\sin(u)^2 + \cosh(v)^2)^2}$ $u_o = 0, u_n = 2\pi, n_u = 21, v_o = 1, v_n = 4$	
<i>sech</i>	$g = \operatorname{sech}(u + I v)$ $R\left[\frac{\cosh(u) \cos(v)}{\cosh(u)^2 + \sin(v)^2}, -\frac{\sinh(u) \sin(v)}{\sinh(u)^2 + \cos(v)^2}, 0\right]$ $Q = -\frac{\cos(u)^2 - \cosh(v)^2}{(\cosh(u)^2 + \sin(v)^2)^2}$ $u_o = 1, u_n = -, n_u = 7, v_o = 0, v_n = 2\pi, n_v = 21$	
<i>cos</i>	$g = \cos(u + I v)$ $R[\cos(u) \cosh(v), -\sin(u) \sinh(v), 0]$ $Q = -\cos(u)^2 + \cosh(v)^2$ $u_o = 0, u_n = 2\pi, n_u = 21, v_o = 0, v_n = 2$	
<i>cosh</i>	$g = \cosh(u + I v)$ $R[\cosh(u) \cos(v), \sinh(u) \sin(v), 0]$ $Q = \cosh(u)^2 - \cos(v)^2$ $u_o = 0, u_n = -, n_u = 9, v_o = 0, v_n = 2\pi, n_v = 21$	
<i>csc</i>	$g = \csc(u + I v)$ $R\left[\frac{\sin(u) \cosh(v)}{\sin(u)^2 + \sinh(v)^2}, -\frac{\cos(u) \sinh(v)}{\sin(u)^2 + \sinh(v)^2}, 0\right]$ $Q = \frac{\sin(u)^2 + \cosh(v)^2}{(\cos(u)^2 - \cosh(v)^2)^2}$ $u_o = 0, u_n = 2\pi, n_u = 21, v_o = 1, v_n = 4$	
<i>csch</i>	$g = \operatorname{csch}(u + I v)$ $R\left[\frac{\sinh(u) \cos(v)}{\sinh(u)^2 + \sin(v)^2}, -\frac{\cosh(u) \sin(v)}{\sinh(u)^2 + \sin(v)^2}, 0\right]$ $Q = \frac{\cosh(u)^2 + \sin(v)^2}{(\cosh(u)^2 - \cos(v)^2)^2}$ $u_o = 1, u_n = -, n_u = 21, v_o = 0.6, v_n = 4, n_v = 4$	
<i>tan</i>	$g = \tan(u + I v)$ $R\left[\frac{\sinh(u) \cos(v)}{\sinh(u)^2 + \sin(v)^2}, -\frac{\cosh(u) \sin(v)}{\sinh(u)^2 + \sin(v)^2}, 0\right]$ $Q = \frac{\cosh(u)^2 + \sin(v)^2}{(\cosh(u)^2 - \cos(v)^2)^2}$ $u_o = 0, u_n = 2\pi, n_u = 21, v_o = 0.6, v_n = 4$	

Таблиця 1 (продовження)

1	2	3
$\tanh$	$g = \tanh(u + I v)$ $R \left[\frac{\sinh(2u)}{\cosh(2u) + \cos(2v)}, \frac{\sin(2v)}{\cosh(2u) + \cos(2v)}, 0 \right]$ $Q = \frac{4}{(\cosh(2u) + \cos(2v))^2}$ $u_o = 0, u_n = 2\pi, n_u = 21, v_o = -1, v_n = 1$	
$\sin$ (tan)	$g = \sin(\tan(u + I v))$ $R \left[\sin \left(\frac{\sin(2u)}{\cos(2u) + \cosh(2v)} \right) \cosh \left(\frac{\sinh(2v)}{\cos(2u) + \cosh(2v)} \right), \right.$ $\left. \cos \left(\frac{\sin(2u)}{\cos(2u) + \cosh(2v)} \right) \sinh \left(\frac{\sinh(2v)}{\cos(2u) + \cosh(2v)} \right), 0 \right]$ $u_o = -\pi/4, u_n = \pi/4, n_u = 17, v_o = -1.5, v_n = 1.5$	
$\sinh$ (tan)	$g = \sinh(\tan(u + I v))$ $R \left[\sinh \left(\frac{\sin(2u)}{\cos(2u) + \cosh(2v)} \right) \cos \left(\frac{\sinh(2v)}{\cos(2u) + \cosh(2v)} \right), \right.$ $\left. \cosh \left(\frac{\sin(2u)}{\cos(2u) + \cosh(2v)} \right) \sin \left(\frac{\sinh(2v)}{\cos(2u) + \cosh(2v)} \right), 0 \right]$ $u_o = -\pi/4, u_n = \pi/4, n_u = 17, v_o = -1.5, v_n = 1.5$	
asin	$g = \arcsin(u + I v)$	

Висновки. Розроблене програмне забезпечення в середовищі символічної алгебри Maple дозволяє автоматизувати складні аналітичні перетворення для формування та аналізу плоских ізометричних сіток. Так, для останньої із таблиці сітки, автоматично отримане рівняння є настільки громіздким, що наводити його немає рації. Також, проведені експерименти показали, що деякі сітки візуально можна не відрізнити, але їх аналітичні рівняння є різними. Вибір заданої частини плоскої ізометричної сітки можна здійснити тільки через управління незалежними параметрами.

Бібліографічний список

1. Аладьев В.З. Программирование и разработка приложений в Maple / В.З. Аладьев, В.К. Бойко, Е.А. Ровба - Гродно-Таллин, 2007.- 458 с.
2. Кремець Т.С. Відображення написів на плоскі ізотермічні сітки / Т.С. Кремець, В.М. Несвідомін // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 4, т. 48. – Мелітополь:ТДАТУ, 2010. – С. 15 – 21.
3. Стоилов С. Теория функций комплексного переменного. Том 1. / С. Стоилов. - М.: Изд-во ИЛ, 1961.- 364 с.

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ
КРЕСЛЕНИКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЗАДАЧ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ
ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ «КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»
(AUTOCAD-ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ)**

Надкернична Т.М., ст. викл.,

Півень Н.В., ст. викл.,

Тимкович Г.І., к.т.н., доцент

Дятлик Р., студент

Національний технічний університет України «КПІ», (Україна, м.Київ)

***Анотація** – В статті викладені методичні пропозиції що до реалізації автоматизації процесу розробки креслеників при постановці та розв'язанні задач параметризації в курсі «Комп'ютерна графіка» (графічна система AutoCAD). Розглядаються принципи, які націлені на вдосконалення процесу навчання.*

***Ключові слова** – автоматизація, обмеження та залежності, динамічні блоки, параметризовані зображення, AutoLISP, модуль ADE-3.*

Постановка проблеми. Сьогодення вимагає вважати найбільш вагомими сучасними дидактичними принципами вищої школи наступні: розвиваюче навчання; науковість, доступність матеріалу, якій вивчається; мотивація та творча активність студентів; системність навчання; перехід від навчання до самонавчання; **зв'язок учбового процесу з професійною діяльністю; обов'язкове врахування міждисциплінарних зв'язків;** присутність інноваційних видів навчальної діяльності. У сучасному доповненні до наведених принципів можна віднести: навчання повинно здійснюватися на високому рівні складності; в навчанні необхідно використовувати швидкий темп при вивченні матеріалу; переважне значення в навчанні має оволодіння теоретичними знаннями. Треба з'ясувати зв'язок цих принципів з новими розділами програми при вивченні інженерної частини «Комп'ютерної графіки» - «обмеження та залежності», «динамічні блоки», «програмування на AutoLISP в середовищі AutoCAD».

Аналіз останніх досліджень. Сформульовано важливіші дидактичні принципи, які доцільно покласти в основу вивчення інженерних комп'ютерних дисциплін на перших курсах вищої школи. Це такі, як науковість, проблемність, доступність матеріалу, який вивчається, творча активність студентів, наочність і розвиток творчого мислення, поступовий перехід до самоосвіти, забезпечення зв'язку учбового процесу з майбутньою професійною діяльністю студента, врахування

міждисциплінарних зв'язків, присутність в навчанні інноваційних видів учбової діяльності.

В останній час для вищої школи характерним є розгляд дидактичних принципів в систематизованому вигляді:

- раціональне застосування сучасних методів та засобів навчання на різних етапах підготовки спеціаліста;
- зміст вузівської освіти повинен відповідати сучасним, прогнозованим тенденціям розвитку науки і техніки, а також виробництва і технологій;
- оптимальне поєднання загальних, групових, індивідуальних форм організації учбового процесу;
- відповідність результатів підготовки спеціалістів вимогам, які ставлять до конкретної сфери їх професійної діяльності.

Формулювання цілей статті. Задача інтенсифікувати навчальний процес особливо при вивченні нових технічних дисциплін стоїть досить гостро. Ця задача набуває особливої актуальності у зв'язку з різким скороченням часу на вивчення загальноосвітніх дисциплін на перших курсах вишів.

Основна частина. На етапі попередньої обробки кресленника конструктор визначає необхідність конструктивних обмежень і призначає залежності для тих чи інших геометричних об'єктів. Починаючи з версії 2010 AutoCAD підтримує накладання обмежень та залежностей. Це положення говорить про те, що система стала параметричною.

Важливим інструментом автоматизації процесу розробки конструкторської документації є також використання статичних і динамічних блоків та зовнішніх DWG-посилань. Динамічний блок має достатню гнучкість та інтелект. Окремі об'єкти та групи об'єктів, які знаходяться всередині входження динамічного блоку, можуть легко змінюватися в процесі конструювання. Можна змінювати геометричні параметри елементів за допомогою користувацьких ручок та користувацьких властивостей. Таким чином, здійснюється настроювання блока «на місці», замість пошуку іншого блоку або перевизначення існуючого.

На практиці доведено, що виконанню лабораторної роботи із застосуванням динамічних блоків (на прикладі виконання кресленника деталі типу «Вал») повинна передувати лабораторна робота по темі «Обмеження та залежності» (на прикладі кресленника «Прокладка» складної геометрії). Це твердження пояснюється тим, що при редагуванні динамічних блоків серед чотирьох палітр одна відповідає за геометричні і розмірні залежності та обмеження. Якщо перед створенням динамічного

блоку не було виконано накладання необхідних обмежень та залежностей, цей недолік можна усунути при редагуванні динамічного блоку. Цей факт доводить, що ці дві теми зв'язані між собою логічною послідовністю вивчення і практикою використання.

Основний засіб, який спонукає більш детально та ефективніше опанувати AutoCAD і вводити елементи автоматизації процесу створення конструкторської документації є програмування нових команд. Серед всіх інструментів програмування для користувачів AutoCAD найбільш досяжним є AutoLISP. Мало користувачів пишуть програми на AutoLISP.

Саме поняття програмування дещо лякає. Натомість професійні користувачі вважають: якщо ви можете працювати в AutoCAD, тоді ви можете і програмувати в AutoLISP. AutoLISP потужний інструмент, за допомогою якого за лічені хвилини можна написати нові команди користувача для AutoCAD. AutoLISP вперше з'явився в AutoCAD R2.18. Його поява зробила AutoCAD найпоширеною CAD-програмою. Наявність мови програмування дала кмітливим користувачам можливість суттєво покращити AutoCAD за рахунок додавання нових функцій. Часто ці функції в наступних релізах стають командами, а AutoCAD більш зручним у порівнянні з конкуруючими додатками. Не дивлячись на появу інших мов програмування AutoLISP залишається головним засобом для створення користувацьких функцій AutoCAD. Окрім використання в AutoCAD, LISP також широко використовується у програмуванні навіть штучного інтелекту.

Незважаючи на те, що з AutoCAD часто використовують інші мови програмування (найбільш відомі з них Visual Basic for Applications (VBA) і C++), AutoLISP особливо корисний для користувачів AutoCAD, тому що він базується **на власних командах AutoCAD**. Visual LISP (VLISP або VLIDE) з'явився в AutoCAD 2000 в якості основного інструменту програмування в AutoLISP. В ньому присутнє розвинуте середовище програмування з можливостями пошуку помилок та компілятором та ін. *Можна отримати доступ до документації про AutoLISP, Visual LISP у форматі Drawing Exchange File (DXF), якщо в меню AutoCAD виберете **Help | Additional Resources | Developer Help** (Довідка | Додаткові ресурси | Документація для розробника).*

Слід зазначити, що в другому семестрі студенти знайомі принаймні з двома мовами програмування з курсу інформатики. Досвід застосування методики, яка пропонується, засвідчує, що лекційний матеріал по програмуванню з використанням мови AutoLISP повинен викладатися таким чином, щоб вивчення нової команди супроводжувалося наданням її програмної реалізації. Доведено, що після трьох лекцій студенти в змозі самостійно скласти нескладні програми вже з використанням псевдокоду

WHILE-IF. Лекції з AutoCAD краще засвоюються із застосуванням схемно-алгоритмічної методики викладення. Така методика полягає в наступному. При вивченні нових команд доцільно використовувати приклади виключно з лабораторних робіт (ті, що опрацьовують по робочій програмі), які підкріплюються наведенням необхідного командного алгоритму побудов. Рівень деталізації алгоритмів обумовлюється глибиною вивчення конкретних команд. Для побудови креслеників з використанням AutoLISP версія AutoCAD повинна мати модуль ADE-3.

До переваг застосування AutoLISP можна віднести наступне. Кожен викладач стикався з перевіркою креслеників за допомогою команд DIST (ДИСТ) і ID (КООРД), збільшенням місць вірогідних помилок і т.п. Це не є ефективним. Для автоматизації процесу перевірки креслеників потрібно створити нові команди за допомогою функції DEFUN і виконувати команди AutoCAD з програми AutoLISP.

Найбільш суттєвою причиною застосування AutoLISP є створення параметризованих зображень. Для цього потрібно задавати геометричні об'єкти «всередині програми» тобто без участі користувача. Наприклад, є задача побудови кола вписаного в квадрат, які мають конкретні початкові параметри. Потрібно відтворити обмежену кількість таких об'єктів, для яких задається певний закон зміни периметру квадрата та траєкторія розміщення сім'ї цих геометричних образів. Кількість ітерацій може бути доволі значною. Звичайними командними засобами на такі побудови витрачається значна кількість часу і є малоефективним.

Слід зазначити, що для розв'язання задач в такій постановці попередньо потрібно опанувати такі поняття програмування, як підпрограми, ветвіління, цикли, логічні функції та WHILE і IF. У будь-яких мовах є засоби для створення підпрограм, циклів, ветвілень, які працюють в залежності від результатів перевірки умов. Створення подібних об'єктів великої кількості зі змінними параметрами можливе саме при застосуванні програмування на AutoLISP. Такі побудови є першим етапом на шляху 3-D моделювання поверхонь складної геометрії.

Висновки. Сучасний навчальний процес повинен бути націлений на застосування засобів автоматизації до процесу створення конструкторської документації (один з дидактичних принципів). До таких засобів слід віднести вивчення тем з курсу «Комп'ютерна графіка» як «Обмеження та залежності» і «Статичні і динамічні блоки. Атрибути». Обидві теми є складовими параметричних креслеників з використанням автоматизованих засобів для їх створення.

Програмування на AutoLISP має стати невід'ємною складовою курсу «Комп'ютерна графіка». В розширеному об'ємі відповідну програму раціонально застосовувати у другому семестрі. Після вивчення курсу

«Інформатикі» студенти можуть сприйняти основи програмування на AutoLISP на протязі трьох лекцій. Методом викладання лекційного матеріалу доцільніше обрати схемно-алгоритмічний. Побудова параметризованих зображень відкриває шлях до створення складних геометричних образів, що знайде використання при 3-D моделюванні в AutoCAD. Незаперечливим є той факт, що використання AutoLISP може значно прискорити час на точну перевірку великої кількості студентських креслеників.

**AUTOMATION DEVELOPMENT of KRESLENIKÌV USING the
PROBLEMS OF STRAIGHT LINES IN THE STUDY COURSE
"Computer graphics"
(AutoCAD -initial level)**

T. Nadkernichnaya, N. Piven,
G. Tymkovich, R. Dyatlyk

Summary

In the article lays out the methodological suggestions that implementation of the automation of the process of developing kreslenikìv in the formulation and solution of the problems of the parameterization in the course "computer graphics (graphics system AutoCAD.) Discusses principles that aim to improve the learning process.

ВИКЛАДАННЯ «ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ» В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Надкернична Т.М., ст. викладач

Тимкович Г.І., к.т.н., доцент

Ярошенко М.О., студент

Мігуш М.О., студент

Національний технічний університет України «КПІ» (Київ, Україна)

***Анотація** – стаття присвячена використанню комп'ютерних технологій в інженерно-графічній підготовці студентів внз, що дозволить істотно поліпшити якість підготовки фахівців*

***Ключові слова:** навчальний процес, AutoCAD, проектування, динамічні блоки, САПР.*

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню використання комп'ютерних технологій присвячено ряд робіт, в яких розглядаються можливості використання динамічних блоків (3), процесів параметричного моделювання. Проте з виходом кожної нової версії користувачі отримують нові засоби для підвищення продуктивності проектування.

Постановка проблеми.

Сьогодні усе більш затребуваними стають компетентні фахівці, здатні швидко адаптуватися в нових динамічних соціально-економічних умовах. Успіх практично у будь-якій діяльності зараз багато в чому визначається тим, наскільки вона орієнтована на використання засобів автоматизації. Зараз мало уміти креслити і зображувати свої ідеї на папері у вигляді креслень або ескізів, тому потрібні фахівці які окрім цього володіють програмним забезпеченням і тому навчання студентів має бути орієнтоване на потреби ринку праці.

Мета та завдання статті.

Ця робота ставить за мету досліджувати в період вивчення інженерної графіки придбання нових графічних навичок, властивих комп'ютерній графіці. У цей період комп'ютер використовується як новий інструмент для вирішення учбових завдань і служить цілям підвищення якості освіти.

Основна частина.

Сьогодні в століття стрімкого розвитку інформаційних технологій основною проблемою освіти є підготовка фахівців, здатних вирішувати завдання виробництва сучасної складної техніки з використанням інформаційних технологій. Тому найважливішим завданням є якісне інформаційно-технологічне забезпечення графічної підготовки студентів технічних спеціальностей.

У зв'язку з цим, перед нами з'являється первинне завдання - удосконалити процес навчання студентів інженерної графіки в умовах глобальної інформатизації і комп'ютеризації професійної діяльності. Довести ефективність застосування комп'ютерних технологій для навчання студентів. Для цього необхідно використати інформаційні технології і засоби комп'ютерної графіки при організації учбового процесу.

Використання комп'ютерних технологій є обов'язковою умовою сучасного процесу навчання. Найбільш поширеною для використання у викладанні асів комп'ютерної графіки є програма "AutoCAD". Досвід викладання програми "AutoCAD" показав, що вона швидко і легко освоюється студентами, значно прискорює процес розробки креслярської документації і помітно підвищує її якість.

В практиці навчального процесу студентами вивчаються конструкторські документи, які бажано виконувати в електронній формі. Розглянемо можливості використання інформаційних технологій на прикладі практичного заняття по темі «Схеми електричні принципів».

На практичному занятті студент отримує:

- знання виконання схем.
- досвіт побудови базових блоків.
- вміння надати йому необхідні динамічні властивості. На рис.1:

а - всі створені елементи;

б - мікросхема виконана рознесенням способом;

в – мікросхема виконана суміщенням способом.

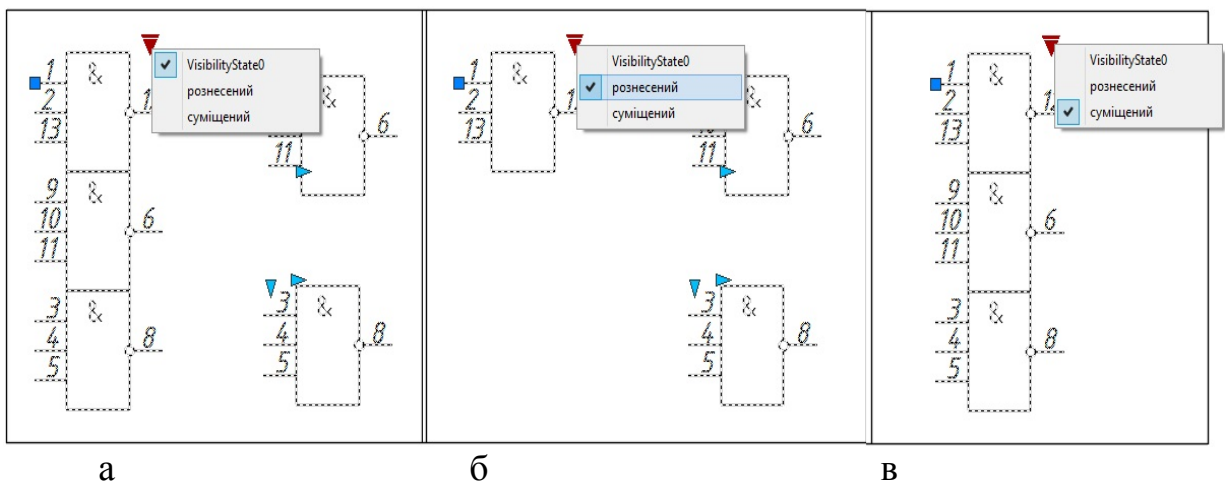


Рис.1

- досвіт створення атрибутів (встановлених та прихованих).

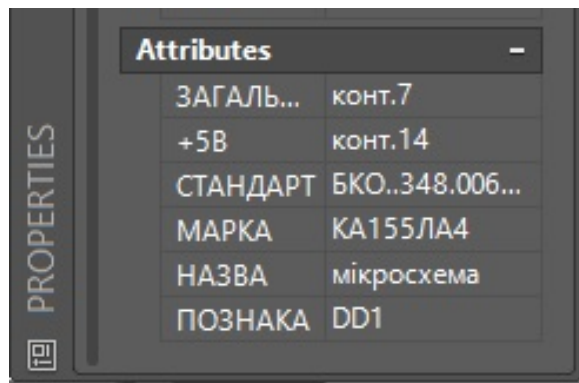


Рис.2

- вміння використовувати атрибути шляхом копіювання з палітри Properties для створення переліку елементів (рис2).
- створення бібліотеки умовних познач електричних елементів.

Висновки.

Використання сучасних комп'ютерних технологій в процесі викладання інженерно-графічних дисциплін дозволяє підвищити ефективність учбового процесу, рівень інформованості і підготовки студентів, а також систематизувати знання. Дає поштовх до розвитку навичок самонавчання, оволодіння високими технологіями і сучасним інструментарієм, певну грамотність при роботі з джерелами інформації, що також є необхідною умовою для подальшого професійного зростання випускника ВНЗ.

Бібліографічний список.

1. ГОСТ2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.
2. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. – К.: Видавничатгрупа ВНУ, 2009.- 400с.: іл. ISBN 966-552-168-3
3. Омелян А.В., Перевертун В.В. Застосування динамічних блоків AutoCAD для створення бібліотек стандартних елементів// Тези доповідей 1-ї конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та інноваційна діяльність.»

ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ З КУРСУ “НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ”

Овсієнко Л.Г., ст. викладач,

Яцук С. О., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут ”(Україна, м.Київ)

***Анотація** – розглядається питання застосування завдань програмованого контролю з теми «Переріз тіла площиною» для підвищення рівня засвоєння матеріалу студентами.*

***Ключові слова** – переріз тіла площиною, заміна площин проекцій, тестові завдання.*

Постановка проблеми. Проведення планового програмованого контролю є важливим інструментом для стимулювання студентів до більш відповідального відношення до вивчення матеріалу. Своєчасний моніторинг рівня засвоєння матеріалу дозволить викладачу корегувати основні акценти при опрацюванні відповідної теми на практичному занятті.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі завдання для проведення програмованого контролю з теми «Переріз тіла площиною» базуються на перевірці вміння студента визначати характер лінії, отриманої при перерізі геометричного тіла площиною. На жаль, такий підхід до проведення контролю не передбачає перевірки вміння студента проводити геометричні побудови, що негативно впливає на успішність засвоєння наступних тем «Одинарне та подвійне проникнення».

Крім того в завданнях не охоплено питання побудови натуральних величин фігур перерізів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Запропонувати нові завдання з програмованого контролю з теми «Переріз тіла площиною».

Основна частина. Навчальна робоча програма курсу «Нарисна геометрія» (36 год.) та «Інженерна графіка» (18 год.) передбачає проведення на практичному занятті з теми «Переріз тіла площиною» контрольної роботи. Ця стимулює студентів більш відповідально ставитись до оволодіння матеріалом під час виконання домашніх завдань та якісного опрацювання лекційного матеріалу.

В існуючих білетах кожному студенту пропонуються завдання, що базуються на перевірці вміння студента ідентифікувати фігури, отримані шляхом перерізу геометричних тіл площиною.

В даній роботі пропонується новий підхід до комплектування завдань білетів програмованого контролю з теми «Переріз тіла площиною».

Приклад такого білету наведено на рис.1.

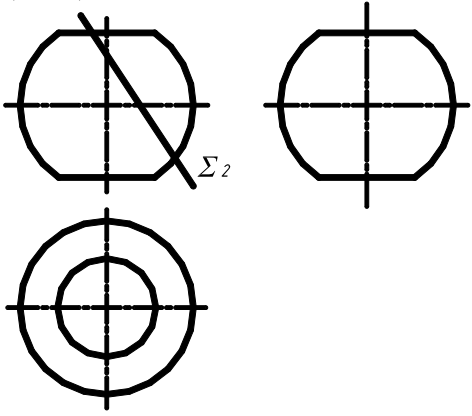
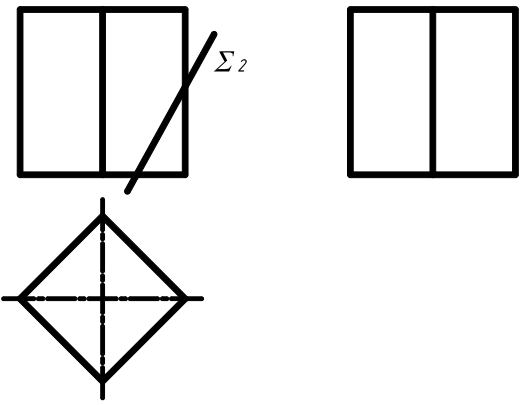
НГ-10	Переріз тіла площиною	Вар 1
1. Побудувати проекції лінії перерізу тіла заданою площиною. Записати форми лінії перерізу в просторі і форми проекції лінії перерізу. Позначити характерні точки і визначити видимість (2 б.)  2. Побудувати проекції лінії перерізу тіла заданою площиною і визначити видимість (1 б.). Знайти натуральну величину фігури перерізу (2 б.). 		

Рис 1.

Завдання контрольної роботи складається з двох частин, які дозволяють студенту продемонструвати вміння будувати перерізи площиною як гранних тіл так і поверхонь обертання. В другій частині запропонована можливість отримати заохочувальні бали шляхом побудови натуральної величини фігури перерізу.

В кожному завданні вказано максимальну кількість балів, які студент може отримати за умови успішного розв'язку поставленої задачі. Це робить прозорою і зрозумілою сумарну оцінку, отриману за виконання контрольної роботи в цілому.

Для більш чіткого розуміння студентом поставлених задач і методів їх розв'язання пропонується зразок їх виконання (Рис 2).

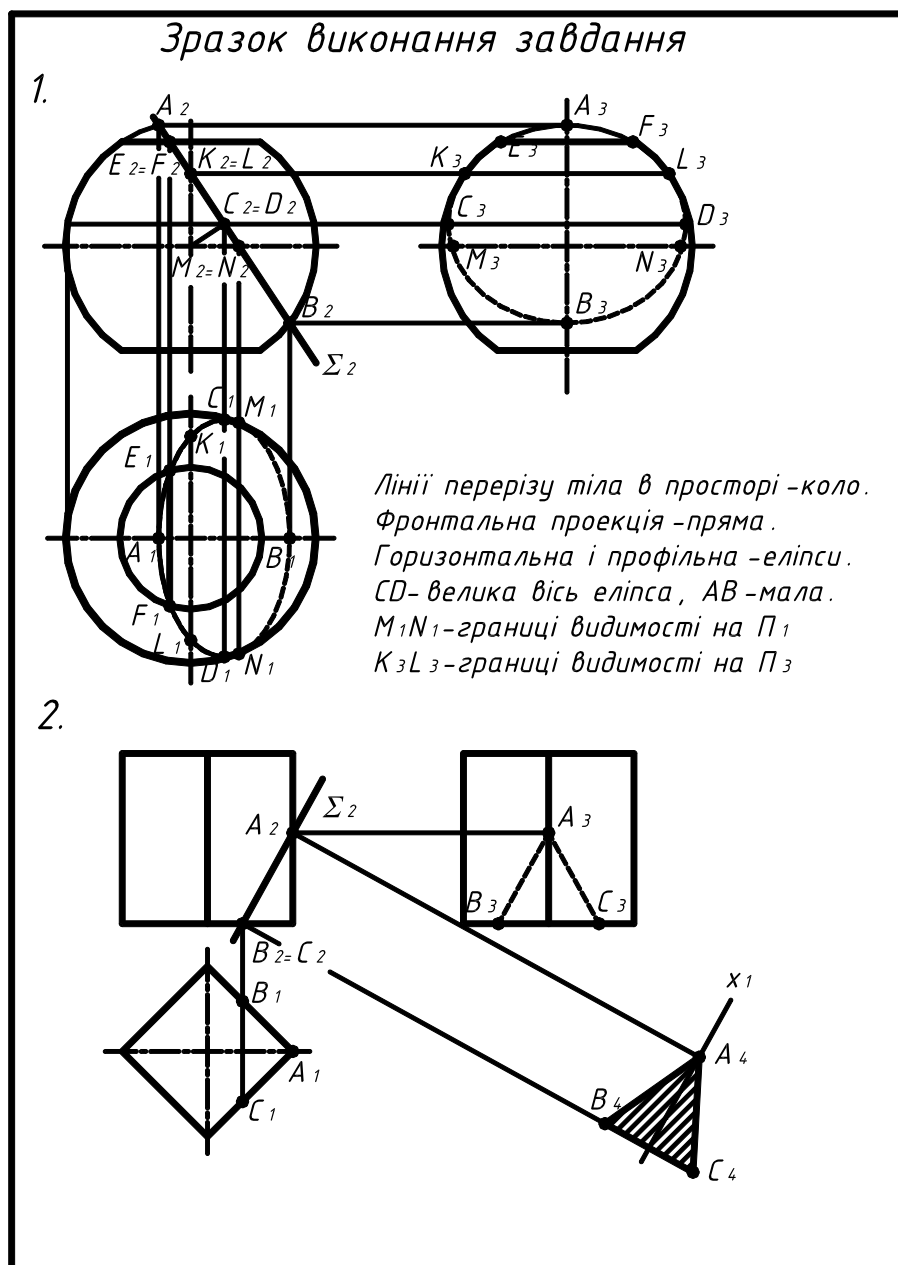


Рис 2

Запропонований зразок представлений як на відповідному стенді в аудиторії так і в електронному віранті в системі «Кампус».

Висновки. Запропонований варіант контрольної роботи комплект завдань з програмованого контролю з теми «Переріз тіла площиною» курсів «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка» повинен забезпечити викладачу можливість більш об'єктивно оцінювати рівень засвоєння студентами матеріалу. Вміння будувати перерізи має слугувати подальшому успішному засвоєнню тем наступних занять.

Бібліографічний список

1. __ Ванін В. В. [Інженерна графіка Підручник Частина 1 Основи нарисної геометрії](#) / Ванін В. В., Перевертун В. В., Надкернична Т. М., Власюк Г. Г.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕЗ ГАЗУ

Нижеголенко Олександр, студент

Дмитрук Микола, студент

Вознюк Т. А., ст. викладач

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут ”(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається пристрій для виробництва синтезгазу та можливість його використання комунальному господарстві, енергетиці, металургії, переробній та інших галузях промисловості*

***Ключові слова** – синтезгаз, процес піролізу, утилізації біомаси рослинного, тваринного або технологічного походження*

Постановка проблеми.

У нашій країні стала особливо актуальною проблема якості продуктів харчування, питної води та умов проживання. За останні роки розвитку України при недостатній ефективності законодавства та служб контролю, багато підприємств випускають продукцію, що містить шкідливі речовини для подовження терміну зберігання, а відходи не утилізують, а засмічують навколишнє середовище. На сьогоднішній день в Україні майже не випускаються пристрої для виробництва синтез газу а іноземні коштують досить великих грошей. Натомість природний широко використовуються у побуті. Під час роботи ми дослідимо процес піролізу та виробництва з його допомогою синтез газу, змодельємо прилад, який може бути використано для утилізації біомаси рослинного, тваринного або технологічного походження, а також для переробки торфу, сланців і інших вуглецевмісних продуктів. Пристрій для виробництва синтез газу може бути використаний в комунальному господарстві, енергетиці, металургії, переробній та інших галузях промисловості.

На сьогоднішній день в Україні майже не випускаються пристрої для виробництва синтез газу а іноземні коштують досить великих грошей. Саме тому ми поставили собі за мету змодельювати такий прилад який би був простий у виготовленні, та ефективним.

Постановка завдання. Моделювання приладу пристрою для виробництва синтез газу для утилізації біомаси рослинного, тваринного або технологічного походження, а також для переробки торфу, сланців і інших вуглецевмісних продуктів.

Актуальність: Покращення умов життя людей за допомогою виробництва синтез газу в побутових умовах.

Хід роботи: в ході роботи був змодельований пристрій для виробництва синтез газу з наявністю спіральної трубки в кільцевому

просторі між зовнішньою і внутрішньою обичайками для збільшення часу проходження повітря зовні і в наслідок чого підвищення його температури. Корпус установки для виробництва синтез газу був розділений на конусоподібні секції нахиленні під кутом вільного зсипання. Була розміщена центральна обичайка. Запірна кришка отримала можливість переміщення у центральній обичайці, що забезпечує функції герметизації і завантаження матеріалу по секціям . Встановлено трійник на трубу для відводу синтез газу. Було подано заявку на корисну модель.

Аналіз останніх досліджень. Відомий патент України на винахід № 46764, "Установка для газифікації 15 твердої органічної сировини", МПК C10J3/00, C9B3/00, опублікований 11.01 2010 р. Установка для газифікації твердої органічної сировини, що містить термохімічний реактор, пристрій для завантаження органічної сировини, систему відведення паливного газу і пристрій для вивантаження золи, яка відрізняється тим, що пристрій для завантаження органічної сировини містить конвеєр, вміщений в герметичний корпус, який з одного боку сполучений з термохімічним реактором, а з іншого боку сполучений з накопичувачем сировини, що забезпечений рідинним затвором, в нижній частині термохімічного реактора вмонтовано люк для підпалу сировини, установка забезпечена пристроєм для очищення внутрішньої поверхні термохімічного реактора, що містить скребки, які встановлені з можливістю обертання навколо осі термохімічного реактора, пристрій для вивантаження золи містить накопичувач золи і шнек для видалення золи з реактора, при цьому накопичувач золи забезпечений рідинним затвором, крім того, установка містить гвинтову колосникову решітку, яка встановлена над накопичувачем золи з можливістю обертання, та пристрій для нагнітання повітря, повітровід якого сполучено з внутрішньою порожниною колосникової решітки; система відведення паливного газу містить вентилятор, встановлений між пристроєм для конденсації пари вуглеводнів і циклоном - краплеуловлювачем; колосникова решітка встановлена з можливістю обертання при частковому зануренні у воду рідинного затвора.

Недоліком даного винаходу є громіздке обладнання, значні капіталовкладення для його виробництва і використання, а також для роботи термохімічного реактора передбачено застосування хімічних рідин, що забруднюють довкілля.

Основна частина.

В ході проведеного дослідження було виявлено, що шляхом інтенсифікації теплопідводу досягається можливість збільшити температуру в піролізній камері до 1100 ° С. Цього вдалося досягти за рахунок того, що ділянка шнека для подачі сировини, розміщена в піролізній камері, розташований в жолобі і забезпечена елементами для ворошіння сировини, наприклад, пропускаючи пару, камера згоряння розташована за піролізної камерою по ходу подачі сировини.

Сировина подається у камеру для завантаження сировини і проходячи вздовж центральної обичайки потрапляє у вибрану камеру.

Реакційна камера обладнана :

1. Секціями які розділяються сітками у вигляді конусів з різними величинами отворів,
2. Отворами в обичайці для подачі заздалегідь підігрітого повітря
3. Отворами в рукаві для подачі шихти в секції, а також для кращого проходження газів.
4. Центральною обичайкою

Прилад обладнаний спіраллю в обичайці установки для збільшення часу проходження повітря і як наслідок підігріву його теплом, що виділяється під час проходження реакції. Корпус містить: завантажувальний люк, датчики для контролю кількості вугілля в реакційній камері, датчики для до завантаження вугілля в реакційну камеру газогенератора, димар, газовідвід, канал для підігрівання, трубка вводу пари в реакційну камеру газогенератора,

В конструкції установки також наявні пристрої : фільтр, холодильник, форвакуумний насос, парогенератор.

Висновки. За рахунок того, що ділянка шнека для подачі сировини, розміщена в піролізній камері, розташованій в жолобі, і забезпечена елементами для ворошіння сировини, досягається інтенсифікація теплопідводу досягається можливість збільшити температуру в піролізній камері до 1100 ° С.

Бібліографічний список

- 1) Енциклопедичний словник юного хіміка/Склад Е 68 В.А.Станцо. – 2-ге вид., випр. – М.:Педагогіка, 1990. – 320 с.:іл., 113 – 116с.
- 2) Хімічна енциклопедія, Москва, Велика російська енциклопедія, 1992, с.533-538
- 3) Компоненти і технології /Є.Силкін – випуск 6, 2008, 137 – 143с.
- 4) *Мотузний В.О.* Біологія: Навч. Посіб. /За ред. О.В.Костильова. – К.;Вища шк., 2007. – 751с.:іл., 582с.
- 5) Патент України на винахід № 46764, "Установка для газифікації 15 твердої органічної сировини", МПК С10J3/00, С9В3/00, опублікований 11.01 2010 р.
- 6) Патент на винахід Російської Федерації "Пристрій для отримання синтез-газу твердої вуглевмісної сировини", RU № 2414503, МПК С10J3/00 (2006.01), С10В49/00 опублікований 20.03.2011 р

ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ З КУРСУ “НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ”

Овсієнко Л.Г., ст. викладач,

Перевозник К. Р, студентка

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут” (Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається питання підвищення рівня підготовки студентів при вивченні курсу «Нарисна геометрія».

Ключові слова – олімпіада, нарисна геометрія, задачі підвищеної складності, метод заміни площин проекцій.

Постановка проблеми. Участь студентів в олімпіадах з нарисної геометрії слугує декільком цілям. Основна з них – підвищити рівень зацікавленості в вивченні предмету, більш глибокого оволодіння матеріалом. Олімпіада – це засіб спонукати студента до творчого підходу до розв’язання поставлених задач, вміння раціонально підійти до досягання кінцевого результату. З іншого боку – це можливість стимулювати найбільш талановитих студентів для подальшої творчої та наукової діяльності.

Аналіз останніх досліджень. В опублікованих матеріалах питанням підготовки студентів до участі в олімпіадах з нарисної геометрії, вмінню налаштувати на творчий і неординарний підхід до вирішення складних задач приділяється достатньо багато уваги. Але в силу тенденції до скорочення кількості кредитних модулів з базових дисциплін вважається необхідним найбільш зацікавленим і талановитим студентам надати можливість для поглибленого вивчення дисципліни при відвідуванні гуртків, що направлені для підготовки до участі в олімпіаді з нарисної геометрії.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Запропонувати методологію розв’язання задач підвищеної складності з нарисної геометрії.

Основна частина.

Умова: дано дві мимобіжні прямі a і h . Побудувати пряму l , всі точки якої були б рівновіддалені від двох заданих (Рис 1).

Розв’язок.

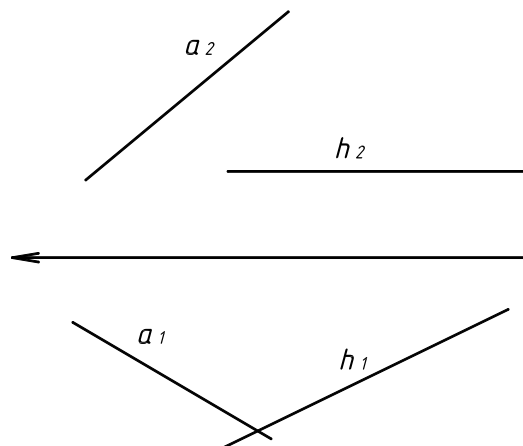


Рис 1.

Для вирішення задачі потрібно врахувати дві умови: шукана пряма має знаходитись у площині, рівновіддаленій від прямих a і h , та паралельній їм. Друга умова – напрямний вектор прямої l повинен мати однакові кути нахилу до напрямних векторів прямих a і h .

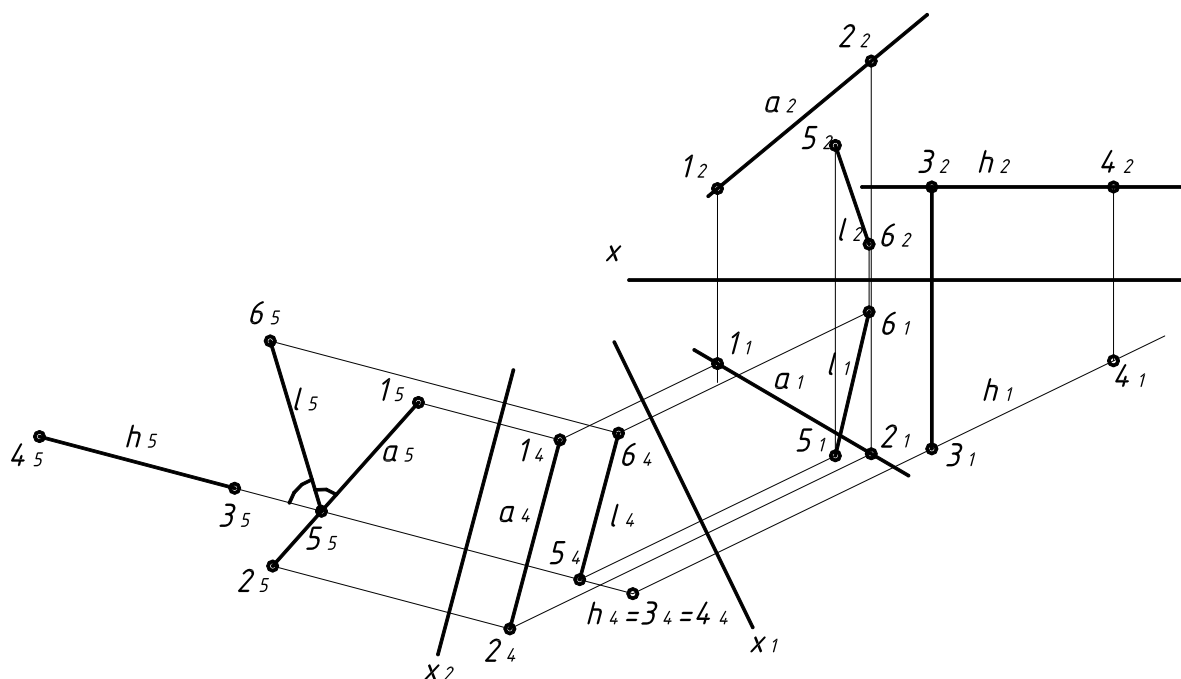


Рис 2.

Студентам було запропоновано розробити свої варіанти вирішення задачі. Потім кожен отримав можливість запропонувати і захистити свій. В результаті колективного обговорення був обраний наступний спосіб розв'язання (рис 2).

Висновки. Запропонований спосіб обговорення та узгодження розв'язку задачі підвищеної складності при підготовці студентів до участі в олімпіаді з нарисної геометрії дозволить не тільки краще засвоїти матеріал, налаштуватись на творчий підхід до процесу навчання, але і навчитись навикам колективної співпраці та вмінню знаходити спільне, раціональне та обгрунтоване рішення.

Бібліографічний список

1. Ванін В. В. [Інженерна графіка Підручник Частина 1 Основи нарисної геометрії](#) / Ванін В. В., Перевертун В. В., Надкернична Т. М., Власюк Г. Г.
2. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. – Москва "Наука", 1988. – 272с

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЮ З ТЕМИ «З'ЄДНАННЯ НАРІЗЕВІ»

Парахіна Н.А. , ст.викладач

Космина С.Ю., студентка

*Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки
НТУУ «Київський політехнічний інститут»*

Анотація – в статті розглянуто особливості проведення програмованого контролю та оцінювання знань студентів з теми «З'єднання нарізеві»

Ключові слова – з'єднання нарізеві, кріпильні деталі, оцінювання знань, програмований контроль

Постановка проблеми. Економічний розвиток суспільства характеризується прискоренням науково-технічного прогресу, підвищенням продуктивності праці, зростанням конкуренції між виробниками. Рішення задач забезпечення конкурентоспроможності товарів і послуг вимагає від вищої школи відповідного рівня підготовки фахівців технічних спеціальностей.

Формулювання цілей (постановка завдання). Розробити комп'ютерну модель в середовищі символічної алгебри MapTheme «З'єднання нарізеві» є однією з найважливіших тем курсу «Інженерної графіки». Якісні знання студентів з цієї теми дозволяють розраховувати, що в своїй подальшій інженерній роботі вони зможуть проектувати і експлуатувати пристрої, що відповідають найвищим вимогам надійності та тривалої роботи.

Основна частина. Цілі і завдання теми «З'єднання різбові» полягають в тому, що треба вивчити з'єднання болтове, шпилькове, гвинтове, типи та конструкції стандартних кріпильних деталей, їх спрощені зображення та структуру позначення у специфікації до складального креслення.

Після вивчення цієї теми та виконання креслень «З'єднання нарізеві» пропонується проведення програмованого контролю, якій дозволяє оцінити глибину знань і самостійність виконання студентом робіт по темі.

Програмований контроль складається з п'яти питань (див. приклад завдання програмованого контролю по темі «З'єднання нарізеві»).

У першому питанні (рис.1) надається спрощене зображення одного з нарізевих з'єднань, позицій деталей, що входять в дане нарізеве з'єднання, із зазначенням параметрів (H_1 , H_2 , l , d , ...), необхідних для розрахунку елементів нарізєвого з'єднання в наступних питаннях програмованого контролю.

Пропонується визначити назву зображеного нарізевого з'єднання. Відповідь оцінюється в 0,5 бала.

У другому питанні необхідно дати найменування двох деталей, що входять в нарізеве з'єднання на рис.1. Відповідь оцінюється в 0,5 бала.

Третє питання вимагає виконання розрахунку одного з параметрів деталі, що входить в нарізеве з'єднання на рис.1. Відповідь оцінюється в 0,5 бала.

Четверте питання присвячене позначенням стандартних кріпильних деталей. Потрібно звернути увагу на те, що якщо перші три питання програмованого контролю були пов'язані з рис.1., то четверте питання відноситься до інших з'єднань нарізових. Відповідь оцінюється в 1,5 бала.

П'яте питання вимагає виконання ескізу спрощеного зображення з'єднання нарізевого, що відрізняється від тих, які були в попередніх чотирьох питаннях. При цьому дані окремі зображення реальних кріпильних деталей, з фасками, збігами, проточками та іншими елементами. Відповідь на п'яте питання оцінюється в 2,5 бала.

Вся контрольна робота потребує для виконання 15-18 хвилин і оцінюється максимально в 5 балів.

Висновки:

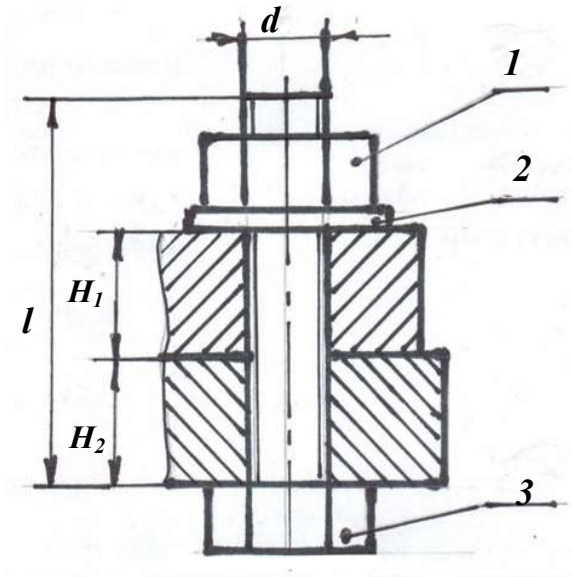
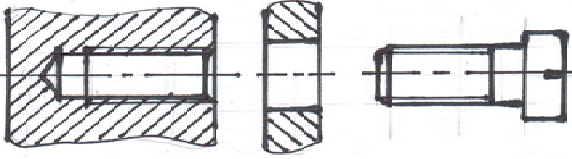
Особливістю і перевагами даного програмованого контролю полягає в наростаючій складності питань, крім того спочатку даються тестові питання по темі, а потім, в п'ятому питанні, дається завдання практичного застосування знань при виконанні реального нарізного з'єднання в його спрощеному зображенні.

При виконанні даного програмованого контролю виявляються конкретні недоліки знань студентів по темі «З'єднання нарізеві», що змушує їх додатково вивчити дану тему.

При цьому виникає зворотний зв'язок студента з викладачем, що дозволяє коригувати методику виклад матеріалу на практичних заняттях.

Запропонований програмований контроль дає можливість проконтролювати глибину знань студентів після вивчення теми «З'єднання нарізеві» та підготувати їх к виконанню складального кресленика по курсу «Інженерна графіка».

Завдання програмованого контролю по темі «З'єднання нарізеві»

	Тема «З'єднання нарізеві»	
№	Питання	Оцінка, балів
1	Яку назву має з'єднання на рис.1.  Рис.1.	0,5
2	Яку назву мають деталі поз. №1,3 на рис.1.	0,5
3	Розрахуйте довжину 1 болта, якщо $H_1 = 15$; $H_2 = 20$; $d = 18$	0,5
4	Позначити гвинт ГОСТ ..., у якого $d=16$, крок великий 2, клас..., міцність 3.6, вид покриття 05, товщина покриття 9 мкм	1,5
5		2,5

ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ "БІОНІЧНИЙ МАНІПУЛЯТОР"

Рашевський М.Ю., наук. кер. Кузнєцов Ю.М. д.т.н., проф.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, e-mail: ztok@mail.ru

Анотація – морфологічна модель — важливий елемент створення будь-якої технічної системи, який дозволяє системно досліджувати всі можливі варіанти вирішення поставлених задач.

Ключові слова – Біонічний маніпулятор, технічна система, морфологічна модель, морфологічна ознака, морфологічна матриця, функціональна підсистема

Постановка проблеми. На жаль, існують невирішені проблеми сучасного суспільства, які повинні бути мінімізовані або виключені. Адаптація людей з ушкодженими кінцівками, робота в умовах підвищеної небезпеки, поліпшення умов автоматизованого управління — все це є передумовою створення нової технічної системи "Біонічний маніпулятор".

Формулювання цілей. Для рішення вище вказаних проблем виникає необхідність створення такої антропоморфної мехатронної руки людини, що дозволяє відтворити всі біомеханічні особливості людського тіла і функціональні можливості кінцівки людського організму. Саме подібність до людської руки за кінематичними характеристиками і формою є основною задачею ТС "Біонічний маніпулятор".

Основна частина. Для розробки ТС потрібно визначитись з можливими варіантами вибору раціональних та оптимальних рішень на основі вибраних критеріїв. Для цього використаємо такий евристичний метод, як морфологічний, який дозволяє знайти всі можливі рішення поставленої задачі і систематизувати отримані комбінації.

Розробка морфологічної моделі досліджуваної ТС відбувається в три етапи, які вказані в табл. 1.

№ Етапу	Назва етапу	Зміст етапу
1	Формулювання задачі (проблеми)	Уточнення задачі, яка відображає основні вимоги до об'єкта
2	Декомпозиція об'єкту дослідження	Розділення об'єкту на підсистеми і їх морфологічні ознаки (рис. 1) від яких в основному залежить забезпечення заданих параметрів
3	Складання морфологічної моделі	Для кожного з морфологічних ознак знаходження варіантів (альтернатив) реалізації з побудовою морфологічної таблиці

Табл. 1 Етапи побудови морфологічної моделі
ТС "Біонічний маніпулятор"

На першому етапі розробки моделі поставлена задача створення такої ТС, яка може виконувати всі біомеханічні рухи руки людини. Точно сформульована задача дозволяє на етапі 2 виділити коло характеристик об'єкта (структурних елементів, зв'язків, ознак), від яких залежить виконання заданих вимог.

Базуючись на проведеному функціонально-елементному аналізі системи, в морфологічній моделі можна виділити такі функціональні підсистеми і їх характеристики (морфологічні ознаки): тільки електричне джерело енергії А (А1 - виконання; А2 - місце розташування); привод (двигун) В (В1 - принцип дії; В2 - місце розташування); перетворювач С (С1 - вид передавального середовища; С2 - спосіб і механізм перетворення руху; С3 - вид руху на виході); робочий (виконавчий) орган D (D1 - принцип дії; D2 - виконання по формі і матеріалу); інтелектуальна інформаційно-управляюча система Е (Е1 - спосіб отримання інформації про об'єкт маніпулювання; Е2 - датчики перетворення інформації ті управляючий сигнал (імпульс); Е3 - спосіб управління); об'єкт маніпулювання F (F1 - виконання). Підсистеми і їх морфологічні ознаки зображені на рис. 1.

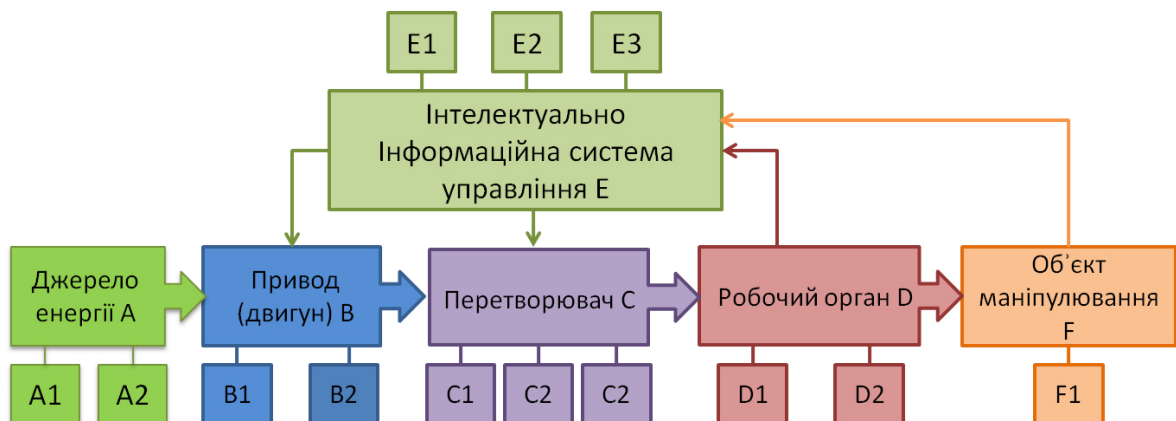


Рис. 1 Блок-схема підсистем ТС «Біонічний маніпулятор» та їх морфологічних ознак

Для обрання варіантів використовуємо фантазію та вказуємо всі можливі альтернативи реалізації для кожної з підсистем. На основі цього будуємо морфологічну модель у вигляді таблиці (не показано з міркувань комерційної таємниці). Після побудованої морфологічної таблиці, на основі виконаного патентного пошуку, доповнюємо її варіантами, які були використані в аналогічних технічних системах.

Морфологічну модель можна подати у вигляді матриці згорнутої (1) і розгорнутої (2):

$$M_{BM} = M_A \cap M_B \cap M_C \cap M_D \cap M_E \cap M_F \quad (1)$$

$$M_{BM} = \left[\begin{array}{cc|cc} A11 & A21 & B11 & B21 \\ A12 & A22 & B12 & B22 \\ A13 & A23 & B13 & B23 \\ & A24 & B14 & B24 \end{array} \right] \cap \left[\begin{array}{cc|cc} C11 & C21 & C31 & \\ C12 & C22 & C32 & \\ C13 & C23 & C33 & \\ C14 & C24 & C34 & \\ C15 & C25 & C35 & \\ C16 & C26 & C36 & \\ C17 & C27 & C37 & \\ & C28 & & \\ & C29 & & \\ & C210 & & \\ & C211 & & \end{array} \right] \cap \left[\begin{array}{cc|cc} D11 & D21 & & \\ D12 & D22 & & \\ D13 & D23 & & \end{array} \right] \cap \left[\begin{array}{cc|cc} E11 & E21 & E31 & \\ E12 & E22 & E32 & \\ E13 & E23 & E33 & \\ E14 & E21 & & \\ & E25 & & \\ & E26 & & \\ & E27 & & \\ & E28 & & \end{array} \right] \cap \left[\begin{array}{c} F \\ F \\ F \\ F \\ F \end{array} \right] \quad (2)$$

Знаходимо всі варіанти розв'язку поставленої задачі:

$$N = \prod_{i=1}^n k_i = 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 5 = 502951680 \quad (3)$$

Така кількість варіантів показує простір можливих змін ТС. Але, на жаль, серед реально можливих рішень є велика кількість несумісних. Після виключення несумісних, приступають до вибору оптимальних варіантів, використовуючи теорію прийняття рішень.

Висновки: побудована морфологічна модель дає можливість багатоваріантного рішення побудови мехатронної руки людини, утворити область змін об'єкта і систематично його аналізувати.

Бібліографічний список

1. Кузнєцов Ю.Н., Новоселов Ю.К., Луцив Н.В. Теория технических систем. – Севастополь: узд-во Сев НТУ, 2010. –252 с.
2. ДСТУ 3575-97. Патентні дослідження. Основні положення і порядок проведення.
3. Кузнєцов Ю.М. Теорія розв'язання творчих задач. –К.: ТОВ «ЗМОК»-ПП «ГНОЗІС», 2003. – 294 с.
4. Кузнєцов Ю.Н., Хамупела Ж.А. Герра, Хамупела Т.О. Морфологический синтез станков и их механизмов (под ред.. Кузнецова Ю.Н.) – К.: ООО «ГНОЗИС», 2012. – 416 с.
5. Кузнєцов Ю.М. Патентознавство та авторське право: Підручник. 2-ге видання, перероблене і доповнене. – К.: Кондф, 2009. –446 с.
6. Кузнєцов Ю.М., Шибєцький В.Ю. Робототехнічні системи і комплекси фармацевтичного та біотехнологічного виробництва: Навчальний посібник. Під заг. Рез. Ю.М. Кузнєцова. – К.: ТОВ «ГНОЗІС», 2012. – 335 с.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДА СПРЯЖЕННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНОГО ДИСКА

Святина М. А., аспірант^{*},

Махорін Я.Г., аспірант^{*},

Юрчук В. П., д. т. н.,

Лебедева О. О., ст. викл.

НТУУ «Київський політехнічний інститут»

***Анотація** – у статті розглядаються методи конструювання та виготовлення робочих органів сільськогосподарських машин, а саме, дисків сферичних борін, які мають випукло-ввігнутий профіль самого диска та займають на твірній диска не більше половини її довжини.*

***Ключові слова** – робочі органи дискового типу, штампування дисків, сферичні пояси стискання та розтягування, внутрішньо-грунтові зв'язки.*

Постановка проблеми. У сільськогосподарському машинобудуванні України проводяться значні роботи, направлені на вирішення задач по збільшенню продуктивності, функціональності сільськогосподарських машин, які, крім цього, повинні бути надійними та довговічними, простими в конструкції і роботі та відповідати сучасним агротехнічним вимогам. Серед цих робіт важливе значення мають теоретичні дослідження агротехнологічних процесів, які виконуються робочими органами ґрунтообробних знарядь, оскільки від ступеня відповідності поверхні робочих органів їх призначенню залежить якість роботи таких знарядь та їх працездатність. Встановлення найбільш раціональних форм та параметрів поверхонь робочих органів, знаходження оптимальних технологічних параметрів їх роботи – найважливіше завдання, яке стоїть перед науковими працівниками.

Аналіз останніх досліджень. Одним з істотних недоліків сучасних методів конструювання робочих органів ґрунтообробних машин є певне традиційне мислення. Дослідження показали, що найбільш раціональною формою *ґрунтодеформуючої* поверхні для ґрунтообробних машин, яка може на значній глибині якісно розпушувати ґрунт з мінімальними енергозатратами, є криволінійна форма знакозмінної кривини [1]. Розглянуто концепцію ґрунтодеформуючої форми робочої поверхні, що дає змогу знизити енергозатрати на виконання технологічного процесу за рахунок змінного кута деформації та використання перемінної форми кривої поздовжнього перерізу робочої поверхні пошуку оптимального рішення кривини робочого органу [2].

^{*}Науковий керівник - д.т.н., проф. Юрчук В.П

Формулювання цілей статті. Відомі дискові ґрунтообробні пристрої, які складаються зі знарядь, кожне з яких має активні та пасивні диски. Це стримує впровадження інтенсивних та енергозберігаючих технологій обробки ґрунту, оскільки, як свідчать дослідження [1—3], тільки криволінійні форми робочих поверхонь спроможні якісно розпушувати ґрунт на значній глибині з малими енерговитратами. Ґрунт на робочій поверхні криволінійної форми рухається із змінною швидкістю, при цьому її окремі шари ґрунтової маси взаємодіють між собою, отже і переміщуються по-різному. Це і спричинює ефективну дію механізму деформації ґрунтового середовища і складністю обліку широкого діапазону її фізико-механічних властивостей та параметрів структури, глибини, ширини, швидкості переміщення та інтенсивне руйнування внутрішніх зв'язків у ньому. Особливо ефективно діє механізм деформації при змінному знаку кривини робочої поверхні, яку можна класифікувати як ґрунтодеформуючу агротехнологічну поверхню.

Основна частина. На сучасному етапі важливою задачею прикладної геометрії є розробка таких методів конструювання поверхонь, які задовольняли б максимальній кількості основних наперед заданих умов функціонування та були найбільш ефективні з економічної точки зору. Функціональну геометрію поверхні можна одержати, зв'язавши геометричний принцип формоутворення робочої поверхні з технологічним принципом її взаємодії з ґрунтом.

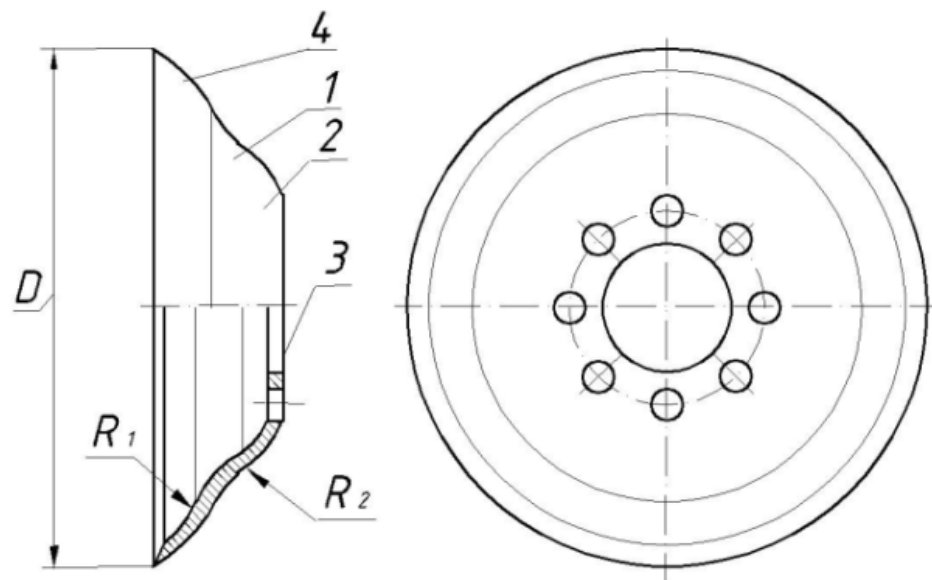


Рис.1. Загальний вигляд диска

Перед описуванням нами новим дисковим знаряддям була поставлена задача збільшення факторів стискання та розтягування виділеного порожнинами дисків ґрунтового шару шляхом виконання русла стискання та розтягування у вигляді двох сферичних поясів, які забезпечують значне руйнування внутрішньо-ґрунтових зв'язків. Ці фактори, в основному, і визначають параметри ефективності всього знаряддя. Вказана задача

досягається тим, що у ґрунтообробного диска, що геометрично складається із сферичних поясів, дані пояси в сукупності у радіальному напрямку утворюють випукло-ввігнутий профіль самого диска та займають на твірній диска не більше половини її довжини (рис.1). Ґрунтообробний диск (1) конструктивно складається з двох сферичних поясів: внутрішнього поясу (2), розміщеного біля матичини (3) та зовнішнього поясу (4) з діаметром D , розміщеного зі сторони обода, з'єднаних між собою криволінійною поверхнею у формі опуклої поверхні обертання.

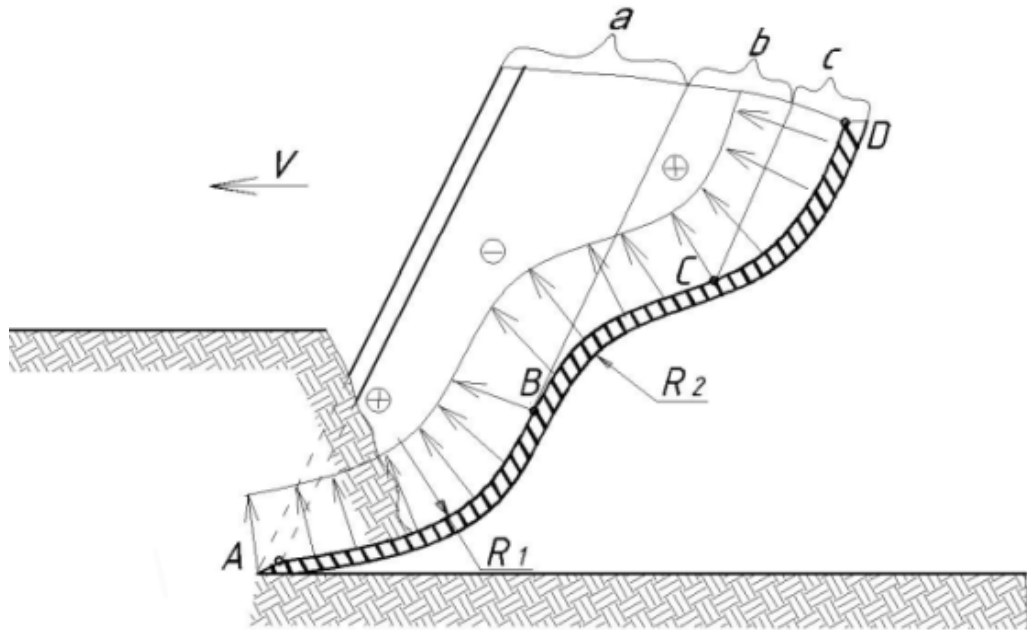


Рис. 2. Вигляд входу диска в ґрунт

Ґрунтообробний диск випукло-ввігнутої форми працює за наступною схемою. У робочому положенні диски заглиблюються уздовж осі рядка, діючи на шар ґрунту своїм периферійним сферичним поясом (4). При цьому виділений ободом диска ґрунтовий шар в руслі між дисками стискається. До того ж цей шар ґрунту постійно звужується, оскільки діаметр зменшується від периферії до центру диска, збільшуючи руйнування внутрішніх зв'язків в ґрунті. Дія стискання ще більше зростає до осі обертання, оскільки при переміщенні диска русло диска звужується від периферійного поясу (4), з радіусом R_1 до внутрішнього поясу з радіусом пояса R_2 . Така додаткова дія покращує процес ліквідації внутрішніх взаємозв'язків ґрунту, що в свою чергу, сприяє кришінню ґрунту і наступної активної його сепарації (рис.2).

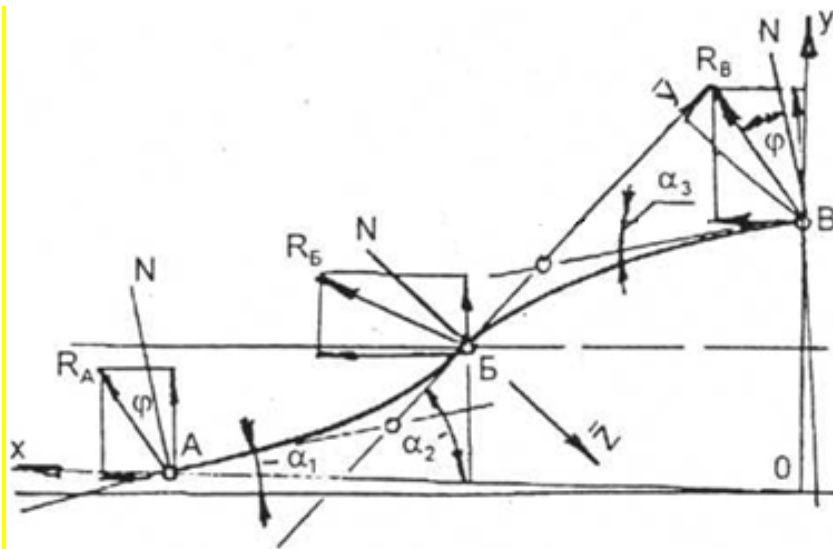


Рис.3. Розподіл сил

Графічне зображення (рис.3) можна використати для моделювання форми координатної кривої, яка відображає певні технологічні якості через змінний параметр P і може бути використана у геометричному моделюванні форми ґрунтодеформуючої поверхні як крива параметроносії залежно від властивості ґрунту та швидкості руху робочого органу. Наприклад, якщо значення параметру приймати залежно від об'ємної ваги (щільності) ґрунту, то він зростатиме із зростанням цієї ваги, а швидкість руху на значення параметру впливає навпаки. Описану технологічну криву було використано для знаходження геометричних рішень основних функціональних елементів при проектуванні різних робочих органів для інтенсивних та енергозберігаючих технологій обробки ґрунту.

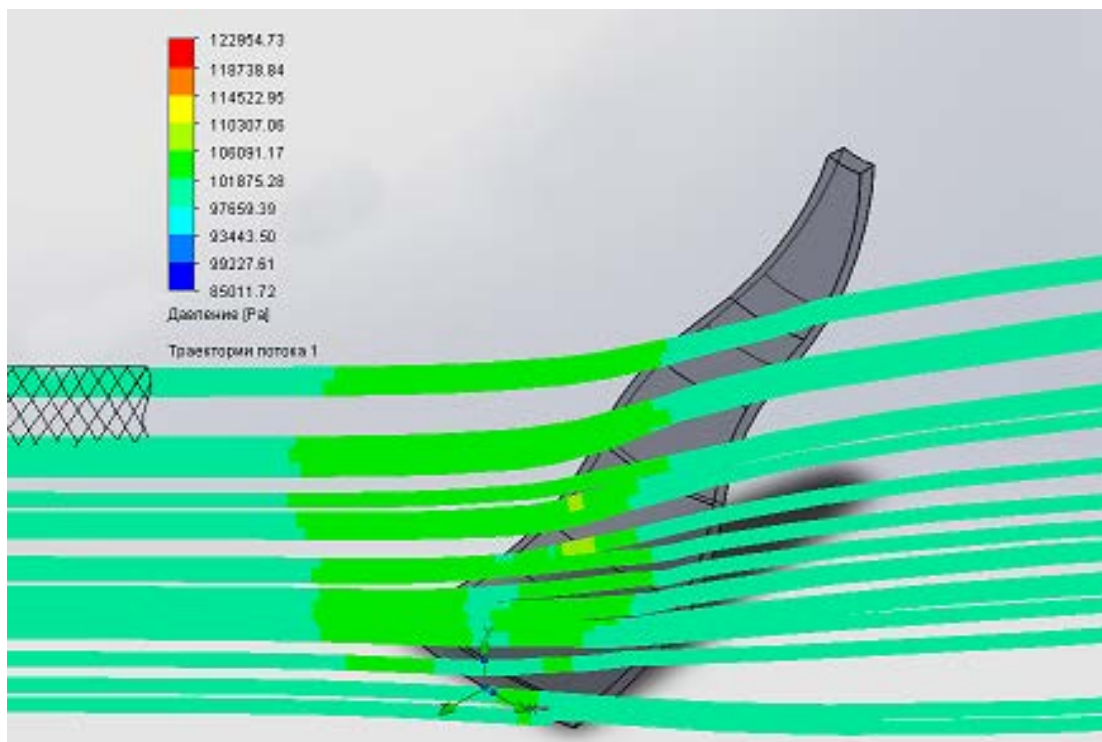


Рис.4. Процес розпушення ґрунту

З геометричної точки зору спряження сферичних поверхонь пов'язані з вибором їх посередників, а також характером їх дотику. Спряженими поверхнями називають поверхні, які знаходяться у відносному русі, взаємно і безперервно торкаються і в кожній точці контакту мають спільну дотичну площину. Дотик спряжених поверхонь може бути лінійним і точковим. При лінійному дотику, поверхні є взаємнообвідними, оскільки кожна з цих двох спряжених поверхонь, утворює пару. Процес утворення, розпушення, її обертання та укладання ґрунту при роботі диска геометрично змодельований траєкторією переміщення частинок ґрунту під дією поверхні вивчений недостатньо (рис.4.).

Висновки.

Використання запропонованого комбінованого диску у спеціальних пристроях для ґрунтообробки дозволить значно підвищити технічну та технологічну надійність дискових знарядь за рахунок покращення процесу стискання-розтягування, тобто як результат кращої знакоперемінної дії на виділений шар ґрунту. Це, в цілому, сприяє підвищенню технічної надійності як робочої поверхні диска, так і всієї ґрунтообробної машини.

Бібліографічний список

1. Босой Е.С., Верняев О.В., Смирнов И. И., Султан-Шах Е. Г., Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. М: Машиностроение, 1977-568 с.
2. Горячкин В. П. Земледельческая механика. Собр. соч. в 3-х т. М. Колос, 1965.- Т.1-282с.
3. А. Ф. Завгородний, В.І. Кравчук, В.П. Юрчук. Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин.- Киев.: Аграрна наука, 2004.-240 с.
4. А. С.Павлоцкий, І. Ф. Савченко Використання ґрунто-деформуючої поверхні у проектуванні робочих органів.: Вісник аграрної науки, 2000, 51-53с.

ВИЗНАЧЕННЯ ДОСЯЖНИХ РОЗМІРІВ ПРИ ФОРМУВАННІ ПЕТ-ВИРОБУ

Сідоров Д.Е., к.т.н.

Колосов О.Є, д.т.н.

Погорілий О.В., магістрант

Гур'єва А.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація – розглядаються питання щодо визначення досяжних геометричних розмірів ПЕТ-виробів в процесі видувного формування.

Ключові слова – поліетилентерефталат, ступень витягування, формування, досяжні розміри, ділянка.

Постановка проблеми. При виробництві пляшок з поліетилентерефталату (ПЕТ) використовують метод роздуву з попереднім розігрівом ПЕТ-преформи, після виходу з камери нагріву, розігріті ПЕТ-преформи поступають на видувну машину, де виконуються дві послідовні операції формування: механічне витягування пуансоном та кінцеве формоутворення за рахунок пневмоформування у закритій порожнині прес-форми.

Аналіз останніх досліджень. Технологічна операція нагрівання з використанням інфрачервоних нагрівачів описана у роботі [1]. Використання методу роздуву для отримання полімерної гофри і основи моделювання процесу роздуву викладено у роботах [2, 3].

Проте, прикладний інтерес представляє визначення співвідношення досяжних розмірів ПЕТ-виробу, які можуть бути отримані у процесі формування при фіксованому значенні ступеню витягування.

Формулювання цілей (постановка завдання).

Метою роботи є визначення співвідношення досяжних геометричних розмірів ПЕТ-виробу при фіксованому значенні ступеню витягування у процесі формування.

Основна частина.

ПЕТ-вироби – це тонкостінні оболонкові об'єкти. Беручи за основу закон збереження речовини, використовуючи підхід, викладений у роботі [3], отримаємо залежність, яка пов'язує початкові і кінцеві геометричні параметри ПЕТ-виробу на $(i+1)$ етапі формоутворення, на j -тої ділянці ПЕТ-виробу. Дискретна запис цього рівняння має вигляд:

$$2\pi R_{i+1,j}^2 + l_{i+1,j} R_{i+1,j} + (1 - \lambda_{i+1,j}) (2\pi R_{i,j}^2 + l_{i,j} R_{i,j}) = 0, \quad (1)$$

де $R_{i,j}$ – радіус серединної поверхні ПЕТ-виробу на i -тому етапі формоутворення та на j -тої ділянці ПЕТ-виробу; $l_{i,j}$ – довжина j -тої ділянки ПЕТ-виробу, на i -тому етапі формоутворення по серединній поверхні; $\lambda_{i+1,j}$ – ступень витягування, яка реалізується на $(i+1)$ етапі формоутворення та на j -тої ділянці ПЕТ-виробу.

Ступень витягування на кожному етапі формоутворення, за визначенням:

$$\lambda_{i+1,j} = \frac{\delta_{i,j}}{\delta_{i+1,j}} - 1. \quad (2)$$

Загальна, отримана на всіх етапах формування ступень витягування для j -тої ділянки ПЕТ-виробу може бути розрахована підставленням до виразу (2) початкового (ПЕТ-преформи) і кінцевого (ПЕТ-пляшки) значень для товщини стінки виробу.

Ступень витягування при формуванні різної ПЕТ-тари може змінюватися в широких межах. Проте, для більшості ПЕТ-пляшок ступень витягування середньої ділянки знаходиться в межах від 7 до 9 одиниць і є максимальною із всіх його ділянок.

На рис. 1 наведені результати розрахунків для досяжних геометричних розмірів середньої циліндричної ділянки ПЕТ-пляшки, що можуть бути отримані з ПЕТ-преформи масою 20,71 г (використовується для формування ПЕТ-пляшок 0,5 л).

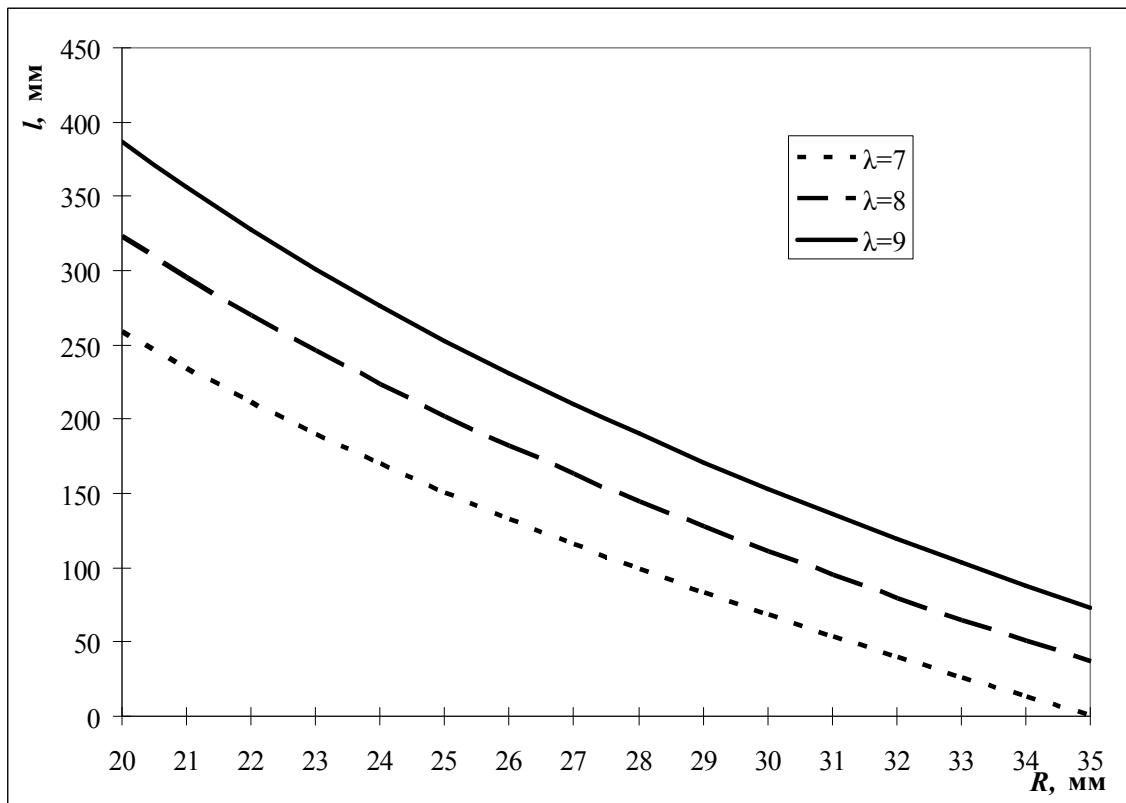


Рис. 1. Досяжні геометричні розміри для циліндричної ділянки ПЕТ-пляшки, яка отримується з ПЕТ-преформи масою 20,71 г

Слід відмітити, що різниця розрахункового значення для радіусу ПЕТ-пляшки і результатів вимірювань склала 0,495 мм, при розрахунковому радіусі 31 мм. Це складає приблизно 2%.

Висновки. Наведений підхід є достатньо універсальним і може бути застосований для будь яких ПЕТ-виробів, що отримуються методом роздуву ПЕТ-преформ. Проте, деякою проблемою залишається підхід до зонування ділянок ПЕТ-виробів складної форми для визначення необхідних розмірів.

Бібліографічний список

1. Сідоров Д. Е Аналіз температурних режимів формування ПЕТ-виробів / Д. Е. Сідоров, О. Є. Колосов, О. В. Погорілий, А. О. Гур'єва. // Збірник доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – С. 82-83
2. Сахаров А. С. Исследование процесса формования профиля гофры при производстве гофрированных трубных изделий. / Д. Э. Сидоров, В. И. Сивецкий, А. Е. Колосов, А. С. Сахаров // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2012. – № 6. – С. 39 – 43.
3. Сахаров А. С. Аспекты формования профилей гофрированных трубных изделий. Часть 1. Моделирование параметров гофр разного профиля, а также формующего их оборудования / Д. Э. Сидоров, В. И. Сивецкий, А. Е. Колосов, А. С. Сахаров // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2012. – № 1. – С. 44 – 48.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОЛІГОНАЛЬНОГО ПРОФІЛЮ ВОЛОЧІННЯМ ТРУБНОЇ ЗАГОТОВКИ МІЖ НЕПРИВОДНИМИ РОЛИКАМИ

Стеблюк В.І. д.т.н., проф.,

Орлюк М.В. к.т.н., доц.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання формоутворення внутрішнього полігонального профілю у трубній заготовці волочінням між роликками.*

***Ключові слова** – полігональний профіль, ствол, волочіння, не приводні роликки.*

Серед усієї номенклатури трубчастих виробів з внутрішнім профілем найбільш складними у виготовленні є стволи стрілецької зброї [1].

Традиційно технологія виготовлення ствола складається з наступних операцій: одержання заготовки, утворення каналу, виготовлення нарізів, виготовлення патронника, хромування каналу та патронника, зовнішня обробка, правка [2]. Операції утворення каналу ствола та наступне отримання в каналі нарізів (або полігонів) є найбільш відповідальними, оскільки від якості виготовлення провідної частини ствола (каналу та нарізів) залежить його живучість.

Найчастіше канал в заготовці ствола виготовляють за схемою: попереднє суцільне свердління, розгорткування, чистове розгорткування. Також в якості фінішних операцій застосовують хонінгування чи протягування, а останнім часом – електрохімічну обробку.

Після виготовлення гладкого каналу ствола йому надають необхідний профіль - створюють нарізи або полігональну форму.

Нарізи в стволах калібрів 4...30 мм в теперішній час в більшості випадків виконують радіальним куванням. Окрім радіального кування нарізи в стволах таких калібрів можна виготовити шпалеруванням, протягуванням, електрохімічною обробкою або дорнуванням [2].

Постановка проблеми. Жоден з вказаних способів не є універсальним і має свої недоліки. Для радіального кування необхідне складне обладнання. Шпалерування, протягування та електрохімічна обробка – це способи, пов'язані з видаленням металу. А дорнування хоча і забезпечує високу продуктивність виготовлення необхідного профілю, але викликає залишкові напруження в стволі, що робить неможливим застосування дорнування при виготовленні стволів високоточної зброї.

Тому наразі питання створення нових нетрадиційних, високопродуктивних універсальних методів, придатних як для

виготовлення гладкого напівфабрикату, так і для його подальшого профілювання без застосування механічної та електрохімічної обробки (як досить витратних та непродуктивних методів, пов'язаних до того ж з екологічним забрудненням навколишнього середовища), залишається актуальним.

Аналіз останніх досліджень. Останні дослідження в даній галузі направлені на створення схем внутрішнього профілювання, що забезпечують локалізацію осередку деформування та збільшення інтенсивності накопичення пластичних деформацій без загрози руйнування [3, 4]. Проте в більшості випадків реалізувати запропоновані схеми досить складно (необхідне або складне спеціальне оснащення, або складний інструмент).

Формулювання цілей. Волочіння трубної заготовки на оправці через не приводні ролики може стати одним з перспективних способів утворення полігонального профілю в стволах стрілецької зброї. Для встановлення особливостей формоутворення профілю волочінням було виконано дослідження процесу за допомогою моделювання у середовищі DEFORM-3D.

Основна частина. Схема процесу представлена на рис. 1.

Волочіння здійснюється шляхом протягування заготовки разом з оправкою між роликами, встановленими на необхідний зовнішній діаметр готового виробу. Для полегшення течії металу оправка має можливість провертатися навколо своєї осі.

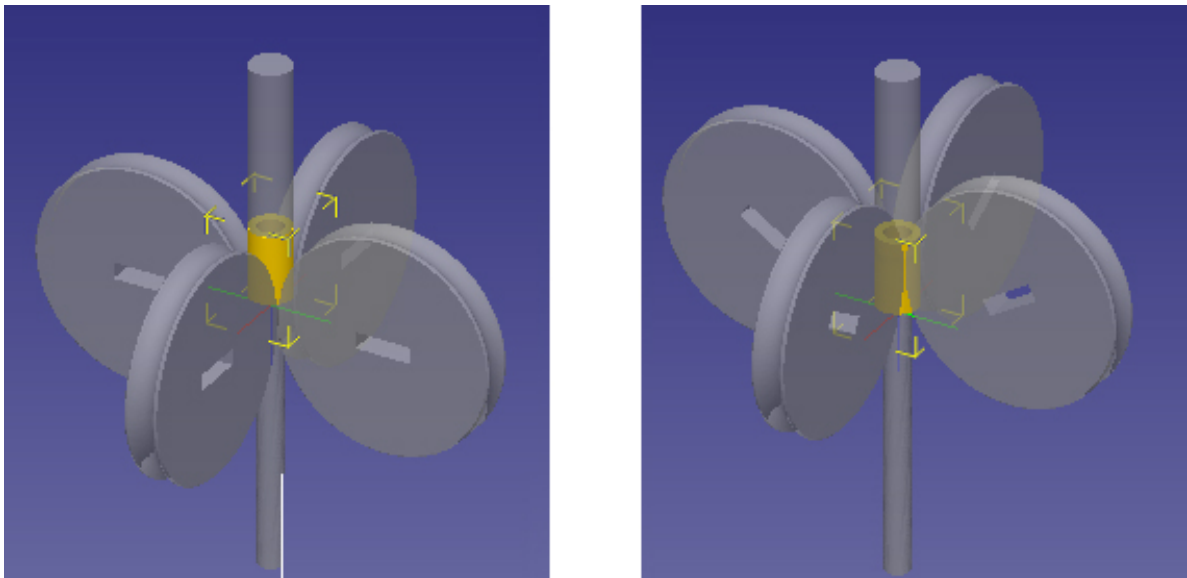


Рис. 1. Схема волочіння на оправці в не приводних роликах

Волочіння здійснювалось в два проходи з поворотом оправки з заготовкою в кінці першого проходу на 45° для усунення виступів, що утворюються на поверхні заготовки внаслідок радіальної течії металу та поліпшення заповнення профілю (рис. 2).

Якість заповнення (формування) профілю оцінювалася за величиною зазору між деформуючим інструментом (оправкою) та заготовкою (рис. 3).

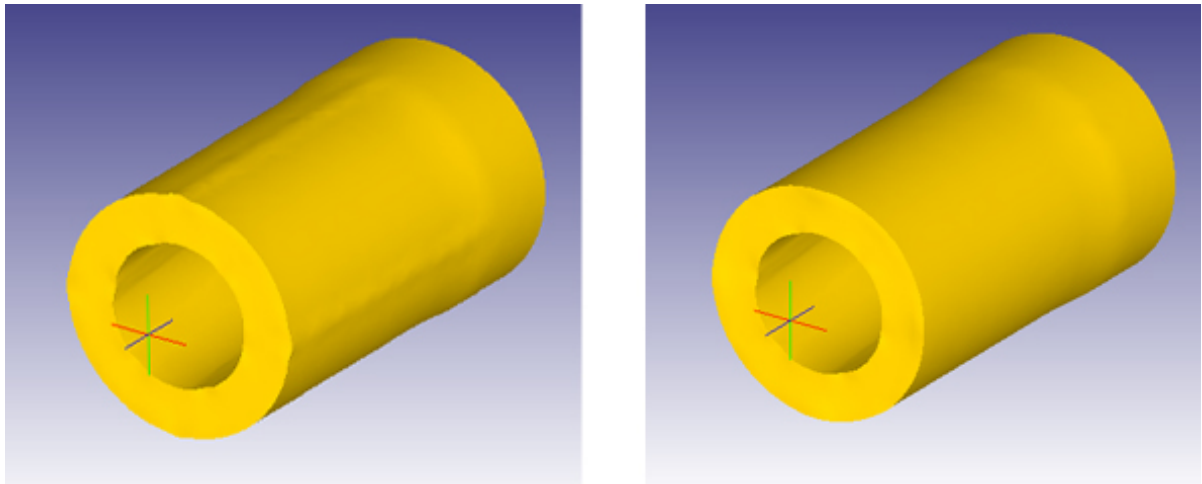


Рис. 2. Форма напівфабрикату після першого и другого проходів

Як видно з рис. 3, після другого проходу прилягання матеріалу до оправки покращилося, однак повного заповнення полігонального профілю не відбулося і між напівфабрикатом і центральною частиною полігонів залишається зазор в межах 0,02 ... 0,04 мм по всій довжині полігонів.

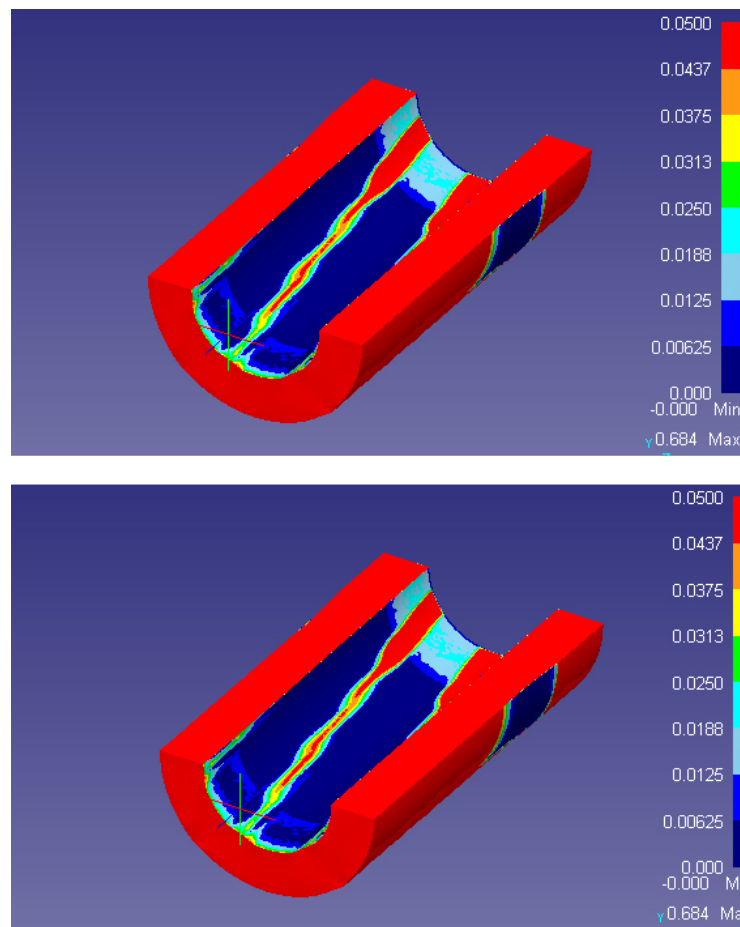


Рис. 3. Картина розподілу зазорів між напівфабрикатом та інструментом після першого и другого проходів

Висновки. Досліджуваний спосіб волочіння досить простий у реалізації і забезпечує отримання внутрішнього полігонального профілю. Однак досягнута точність (за результатами моделювання) не може вважатися достатньою. У свою чергу не заповнення профілю може бути викликано не тільки особливостями течії металу і малим ступенем деформації (зменшення площі поперечного перерізу в даному випадку становить 7%), а й похибками і неточностями процесу моделювання. Тому для встановлення справжньої причини не заповнення профілю необхідний натурний експеримент.

Бібліографічний список

1. *Бабах Ф.К.* Основы стрелкового оружия. – СПб.: ООО «Издательство «Полигон», 2003. – 253 с.
2. *Туктанов А.Г.* Технология производства стрелково – пушечного и артиллерийского оружия: учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2007. - 375 с.
3. *Стеблюк В.І.* Сучасні технології виготовлення стволів стрілецької зброї / *Стеблюк В.І., Шкарлута Д.Б., Лагно Ю.В., Розов Ю.Г.* // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2007. – № 4. – с. 18 – 22.
4. *Стеблюк В.І.* Дослідження процесу волочіння трубчастих виробів з внутрішнім профілем через матриці, що обертаються, зі спеціальним гвинтовим профілем. / *Стеблюк В.І., Орлюк М.В., Шкарлута Д.Б.* // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія машинобудування – К.: НТУУ «КПІ». - 2011. - № 61 Т1 - С. 101 – 106

СПРОЩЕНА ГЕОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ФОРМОЮ ПОВЕРХНІ ЗМІННОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Тимкович Г.І. - к.т.н., доцент

Надкернична Т.М. – ст. викл.

Півень Н.В. – ст. викл.

Національний технічний університет України “КПІ” (Україна, м.Київ)

***Анотація** - наведено підходи до створення спрощеної геометричної моделі керування формою поверхні змінної геометрії, яка утворюється у результаті локальних перетворень її контурних кривих.*

***Ключові слова** – поверхня змінної геометрії, керування формою, контурні криві, контрольні точки, каркас.*

Постановка проблеми. У попередніх дослідженнях було сформовано модель поверхні змінної геометрії з узагальненими геометричними параметрами [2]. Поклавши в основу метод І.І.Котова можна запропонувати геометричну модель для опису поверхні, яка змінює геометрію за рахунок локальних перетворень контурних кривих. Сполучність форм контурних ліній, при цьому, може бути довільною.

Аналіз останніх досліджень. Такий елемент при найбільш складному практичному відтворенні може мати чотири контурні лінії, які обмежують формоутворюючу поверхню. Кожна з них може бути кривою чи прямою. Посилаючись на умови жорсткості та міцності слід уникати збігу чотирьох прямих ліній на контурі.

В попередніх публікаціях [1,2] зроблені узагальнення щодо конструктивних особливостей поверхонь змінної геометрії.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка спрощеної геометричної моделі керування формою поверхні змінної геометрії.

Основна частина. Підходи до геометричного моделювання керування формою поверхні окремого куска можуть бути наступними.

Перший - це керування поверхнею за допомогою перерізів, що контролюються, в складі яких можуть знаходитися КТК (контрольні точки каркасу) контурних кривих.

Цей підхід можна сформулювати як задавання керуючої функції $\bar{\psi}(y)$ у виді перерізу деякої поверхні Φ_3 при $x = a$ (рис.1). Якщо змінити форму передньої стінки поверхні Φ_0 , що була циліндром (з напрямною кривою $\psi(y_1)$) і перетворити її на циліндроїд. Тим самим змінюємо форму поверхні Φ_0 так, що поверхня як і раніше проходить через заданий контур.

Якщо Φ_0 будувати в такий спосіб, тоді на передньому торці поверхня проходить через криву $\bar{\Psi}(y)$, а Φ_0 можна описати рівнянням:

$$Z(x,y) = \left(1 - \frac{x}{a}\right) \frac{f(x)}{f(0)} \psi \left[\frac{y \cdot \varphi(0)}{\varphi(x)} \right] + \frac{x}{a} \frac{f(x)}{f(0)} \bar{\psi} \left[\frac{y \cdot \varphi(0)}{\varphi(x)} \right]$$

(це послідовні перетворення поверхні Φ_3 у Φ_5 , а потім Φ_5 у Φ_0).

В такий спосіб в керування поверхнею можна ввести серію параметрів, що будуть змінювати форму $\bar{\Psi}(y_1)$. Наприклад, якщо вибрати $\bar{\Psi}(y_1)$ у виді:

$$\bar{\Psi}(y_1) = \psi[y_1 + \beta \cdot a(y_1 - b)y_1] (1 - \alpha \cdot a \cdot y_1),$$

тоді ми одержуємо Φ_0 , як двопараметричну сім'ю поверхонь, яку можна описати наступним рівнянням:

$$z(x, y) = \frac{f(x)}{f(0)} z_3 \left[x, y \frac{\varphi(0)}{\varphi(x)} \right],$$

$$\begin{aligned} \text{де} \quad z_3(x, y) = & \frac{x}{x_0} \{ \psi(y_1 + \beta \cdot a \cdot y_1(y_1 - b)) \} + \psi(y_1) + \\ & + \alpha \cdot x \cdot y_1 \psi[y_1 + \beta \cdot a \cdot y_1(y_1 - b)] \end{aligned}$$

Задаючи Φ_2 і Φ_4 різними способами (при введенні параметрів керування контурними кривими за допомогою КТК), можна керувати поверхнею Φ_0 , що проходить через той самий контур.

Цей спосіб дозволяє розв'язати задачу про керування формою поверхні змінної геометрії, яка обмежена контуром складеним з чотирьох кривих. Задача розв'язується наступним чином. Нехай заданий контур, що складається з $\Psi(y)$; $\varphi(y)$; $\gamma(y)$; $f(x)$.

Побудуємо лінійчаті поверхні способом, послідовність якого зазначено на рис.1. Визначимо координату z поверхні Φ_0 у точці x, y . Аналітично цей процес виглядає наступним чином. Розв'яжемо систему з п'яти рівнянь, що описують лінійчаті поверхні:

$$\left\{ \begin{array}{l} z_1 = (1-x) \left(1 - \frac{y}{\varphi(x)}\right) \quad (\Phi_1) \\ z_1 = (1-x) \left(1 - \frac{y_1}{b}\right) \quad (\Phi_2) \\ z_2 = \psi(y) + \frac{x}{a} [\gamma(y_1) + \psi(y_2)] \quad (\Phi_3) \\ z_2 = c \left(1 - \frac{y_2}{b}\right) \quad (\Phi_4) \\ z = f(x) \left(1 - \frac{y_2}{b}\right) \quad (\Phi_5) \end{array} \right.$$

Будемо мати:

$$Z(x,y) = \frac{f(x)}{f(0)} \psi \left[y \frac{\varphi(0)}{\varphi(y)} \right] + \frac{x}{a} \left\{ \frac{f(x)}{f(0)} \gamma \left[y \frac{\varphi(0)}{\varphi(y)} \right] - \frac{f(x)}{f(0)} \psi \left[y \frac{\varphi(0)}{\varphi(y)} \right] \right\}.$$

Керування поверхнею Φ_0 , як уже відзначалося, можна досягти зміною поверхні, припустимо Φ_2 , залишаючи контур незмінним:

$$Y_1(x,z) = 1 + \frac{z_1}{1-x} - \frac{x}{a} \left\{ \gamma \left(\frac{z}{1-x} \right) - 1 + \frac{z}{1-x} \right\}.$$

Відповідно для Φ_0 маємо:

$$z = f(x) \left[\psi(\rho) + \frac{x}{a} (\bar{\gamma}(\rho) - \psi(\rho)) \right], \quad (1)$$

де
$$\rho = (1+x) \frac{y}{\varphi(x)} - x \bar{\gamma} \left[1 - \frac{y}{\varphi(x)} \right].$$

З (1) видно, що перетворення по ψ, φ, f є нелінійними.

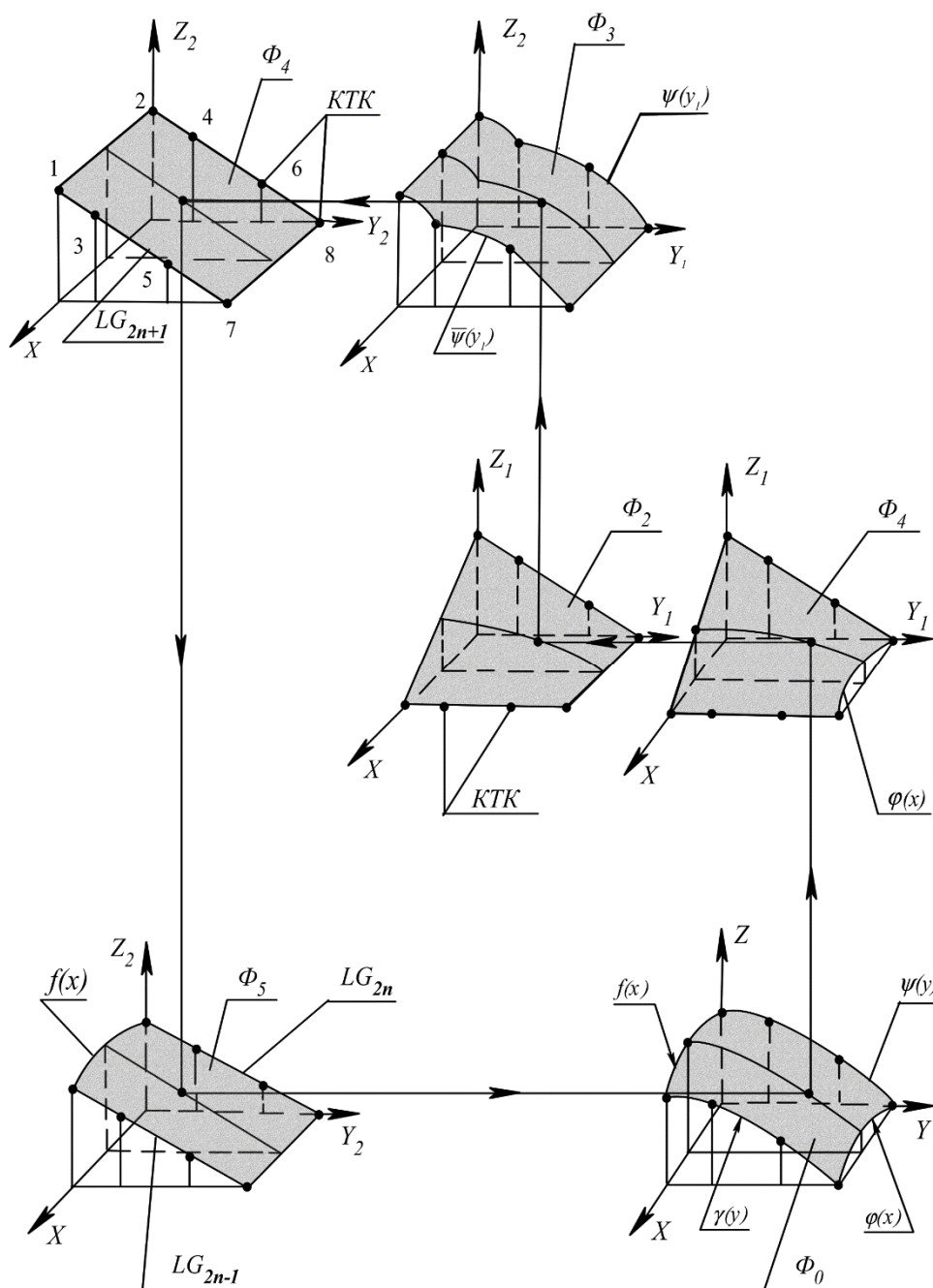


Рис.1. Схема послідовності перетворень при геометричному моделюванні керування формою поверхні змінної геометрії

У цій модифікації способу простіш, ніж у вихідному, розв'язувати задачу про локальну зміну форми поверхні: простіш вводити локальні перетворення на поверхні Φ_2 , чим на циліндричній або циліндроїдальній поверхні Φ_3 .

Розглянемо інший спосіб, який полягає в тому, щоб підіймати або опускати передній кінець контурної прямої у поверхні Φ_3 , а передню стінку поверхні Φ_3 задавати у виді:

$$z(y) = \frac{c}{c+q \cdot x} \{ \psi[y_1] + q \cdot x \cdot [1 - y_1] \},$$

тобто передня стінка поверхні Φ_3 будується так, що до прямої, що з'єднує кінці, додається ордината функції $\overline{\psi}(y_1)$. При цьому поверхня Φ_0 описується рівнянням:

$$z(x, y) = \frac{f(x)}{f(0)qx} \left\{ \psi \left[\frac{y \cdot \varphi(0)}{\varphi(x)} \right] + qx \left[1 - \frac{y}{\varphi(x)} \right] \right\},$$

де параметр q є тангенс кута нахилу прямої до осі x .

Зазначимо: будь-яка зміна форми поверхні Φ_3 , що залишає її контур незмінним, приводить до зміни поверхні Φ_0 у такий спосіб, що вона як і раніше проходить через заданий контур.

Φ_3 досить легко змінювати параметрично.

Наприклад, так:

$$z_3(x, y) = \psi \left[y_1 + \beta \cdot x \cdot y_1 (y - \varphi(0)) \right] \left[1 + \alpha \cdot x \cdot y_1 \right] \quad \alpha \in (-\infty, \infty)$$

$$\beta < \frac{1}{x_0 y_0},$$

при цьому Φ_0 є поверхнею, яка керована двома параметрами і має вигляд:

$$\begin{aligned} z(x, y) = \\ = \frac{f(x)}{f(0)} \psi \left[\frac{y \cdot \varphi(0)}{\varphi(x)} \right] + \beta \cdot x \frac{y \cdot \varphi(0)}{\varphi(x)} \left(\frac{y \cdot \varphi(0)}{\varphi(x)} \right) \left[1 + \alpha \cdot x \frac{y \cdot \varphi(0)}{\varphi(x)} \right]. \end{aligned}$$

Припустимо, потрібно провести гладку поверхню через контур f , y , ψ і введений переріз ψ_1 .

Аналітично завдання полягає в знаходженні функції $z(x, y)$ з безперервними похідними по x , y у такому виді, що:

$$1. \quad z(0; y) = \psi(y)$$

$$2. \quad z(x_0, y) = \psi_1(y)$$

$$3. \quad z(x, 0) = f(x)$$

4. переріз поверхні $z = z(x, y)$ площиною $x\theta y$ збігається з кривою $y = y(x)$. Функції $\psi(y)$, $\varphi(x)$, $f(x)$, $\psi_1(y)$ - є функції контурних кривих, через які повинна проходити поверхня змінної геометрії.

Функцію $z(x, y)$ будемо шукати у виді:

$$z(x, y) = \begin{cases} f_1(x) z_1(x, y) + f_2(x) \cdot z_2(x, y) & \text{при } x \leq x_0 \\ z_1(x, y) & \text{при } x \geq x_0 \end{cases}$$

Висновки. Запропонований спрощений спосіб геометричного моделювання керування формою куска поверхні змінної геометрії є складовою комплексної задачі формування складних (з геометричної точки зору) технічних поверхонь. Програмна реалізація цього способу дозволить через керування параметрами форми поверхні змінної геометрії вийти на оптимальне рішення у розумінні її конструктивної реалізації в конкретній галузі застосування таких поверхонь.

Бібліографічний список

1. *Тимкович Г.І.* Геометричне моделювання деформованого стану опалубної структури // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА. – 2006, вип. 76. – С. 196-199.
2. *Тимкович Г.І., Тимкович В.Ю.* Дослідження диференціально-геометричних характеристик штабу опалубного елементу, що трансформується // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА. – 2005, вип. 75. – С. 156-159.
3. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. - М.: Наука, 1994. – 832 с.

SIMPLIFIED GEOMETRICAL MODEL THE SHAPE OF THE SURFACE OF A VARIABLE GEOMETRY

G.I. Tumkovich, Nadkernuchna T.N., Piven N.V.

Summary

SIMPLIFIED GEOMETRICAL MODEL THE SHAPE OF THE SURFACE OF A VARIABLE GEOMETRY is offered by the constituent of complex task of forming of difficult (from the geometrical point of view) surfaces. Programmatic realization of this method will allow through manipulation of form of VGE parameters to go out on an optimum decision in understanding of its structural realization in concrete industry of application of such surfaces.

НОВА КОНСТРУКЦІЯ СІВАЛКИ-САДЖАЛКИ КАРТОПЛІ

Точинський В. О., студент,

Малиновський В. В., к. т. н.

Юрчук В. П., д. т. н.,

Лебедева О. О., ст. викл.

Національний Технічний Університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається питання покращення конструкції сівалки-саджалки для посадки картоплі.

Ключові слова – сівалка-саджалка, мотолебідка, посадка, сільськогосподарська техніка.

Постановка проблеми. В зв'язку з випуском великої кількості дорогої сільськогосподарської великогабаритної техніки, на сьогоднішній день гостро постає питання у застосуванні легких у транспортуванні компактних та лаконічних конструкцій, які не поступаються своєю функціональністю.

Аналіз останніх досліджень. Проаналізовані раніше сівалки-саджалки відрізняються тим, що через особливості самої конструкції пристрій затрачає зайву енергію. Зокрема це відбувається при зануренні пристрою в землю. Якщо основа сівалки саджалки буде сприймати мінімальний опір при роботі — збільшиться продуктивність та зменшиться кількість затрачених на роботу зусиль.

Формулювання цілей. Розробити конструкцію сівалки-саджалки, яка б забезпечила підвищення продуктивності роботи пристрою та ніяк не вплинула на його вартість.

Основна частина. Сільськогосподарський пристрій сівалка-саджалка містить у своїй конструкції дві ручки, які представлені у вигляді сталевих труб (рис. 1), а також конічну трубу, всередині якої міститься картопля. При стисненні ручок конусна труба розділяється на дві рівні частини (рис. 2), звільняючи цим самим картоплю. Таким чином картопля залишається у ґрунті. Конструкція сівалки-саджалки дозволяє їй ефективніше занурюватись у землю, створюючи із всіх боків пристрою однаковий опір під час роботи із боку ґрунту. Цьому сприяє також кут при основі сівалки-саджалки, що рівний 45° .

Конструкція сівалки-саджалки відрізняється винятковою простотою та компактністю. Пристрій дозволяє зорати ділянку площею в одну четверту гектара всього за 5 годин. На відміну від трактора, сівалка-саджалка ніяк не впливає на черв'яків, які є джерелом гумусу. Після трактора результат є діаметрально протилежним. Варто відмітити, що пристрій є дешевим, а тому і доступним.

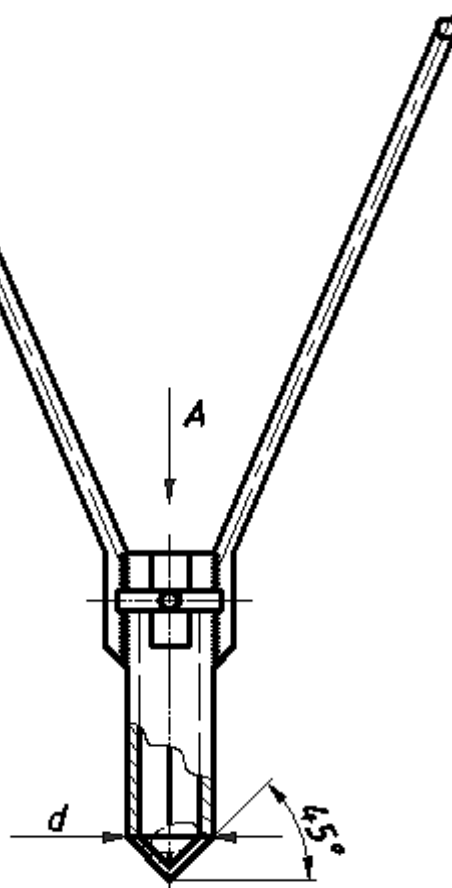


Рис. 1. Загальна схема пристрою.

Довгі рукоятки сівалки-саджалки дозволяють зменшити навантаження при роботі на спину, оскільки при посадці картоплі корпус людини тільки злегка нахиляється в сторону пристрою. При тривалій роботі це має велику перевагу.

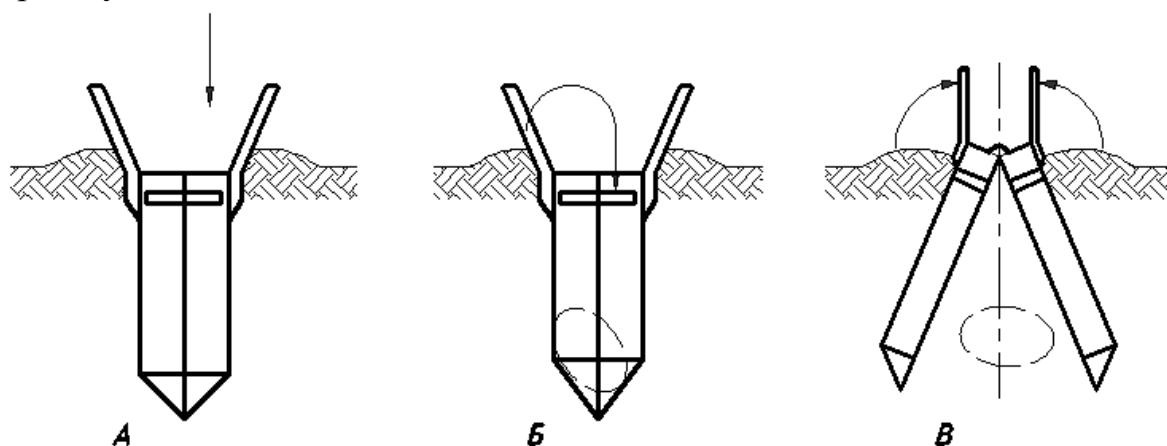


Рис. 2. Схема дії пристрою: А – заглиблення пристрою в землю; Б – в трубу поміщають картоплю; В – рукоятки пристрою зводяться та картопля залишається у ґрунті.

Сівалка-саджалка завдяки простій (рис. 3) конструкції може виконувати роботу стільки часу, скільки буде необхідно. Для оптимальної експлуатації пристрою доцільно мати біля нього джерело із бульбами картоплі, які будуть використовуватись для посіву.



Рис. 3. Об'ємна модель пристрою.

Висновки. Використання запропонованої конструкції сівалки-саджалки забезпечить збільшення ефективності роботи, а це означає, що людина, яка буде працювати з пристроєм, менше працюватиме. Конусоподібна основа сівалки-саджалки краще входить у ґрунт, а довгі рукоятки пристрою зменшать втому від роботи.

Бібліографічний список

1. Басай Е. С., Верняев О. В., Смирнов И. И. Теория, конструкция, и расчет сельскохозяйственных машин. М.: Машиностроение 1997-568с.
2. Завгородний А. Ф., Кравчук В. Н., Юрчук В. П. Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин. К.: Аграрна наука, 2004-240с.

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ

Юзьвак Д.Ю., студент гр. ІС-53, ФІОТ,

Яблонський П.М., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація – у статті розглядається питання наукової візуалізації. Зокрема, наведена інформація про важливість використання візуалізації у повсякденному житті.

Ключові слова – візуалізація, графіка, комп'ютер, наука, технологія.

Постановка проблеми. Існує проблема представлення великої кількості інформації, тому було встановлено, що наукова візуалізація допомагає краще її сприймати.

Аналіз останніх досліджень. В ході написання статті, були розглянуті і проаналізовані деякі доробки відомих російських та іноземних науковців [1, 2]. Проведений аналіз вказує на необхідність вдосконалення методів та засобів візуалізації інформації, як невід'ємної складової системи сприйняття інформації в цілому.

Формулювання цілей (постановка завдання). Основною метою написання статті було проведення дослідження того, як наукова візуалізація допомагає сприймати інформацію.

Основна частина. Візуалізація в її широкому розумінні являє собою будь-яку техніку для створення зображень для подання абстрактних даних. Таким чином, більша частина того, що ми робимо в області комп'ютерної графіки та анімації може потрапити в категорію візуалізації. Однією з конкретних областей візуалізації є саме наукова візуалізація. Більш того, вона вже давно перетворилася на самостійну дисципліну. Також вона має й інші назви, зокрема, візуалізація в наукових обчисленнях, хоча поле охоплює інші області, наприклад, бізнесу (візуалізація інформації) або обчислювальної галузі (візуалізація процесу).

«У 1973 році Герман Чернов представив техніку візуалізації. Його робота була неабиякою вдалою, адже була тісно пов'язана з тим, що ми звикли бачити щодня – обличчям. А точніше з рисами обличчя.» [3]

Метою Чернова було знаходження різних способів представлення даних. Тому різні дані були представлені різними способами, інтерпретуючи їх на ширину обличчя, рівень вух, радіус вух, довжину або викривлення рота і так далі. Приклад, його роботи представлено на рис.1.

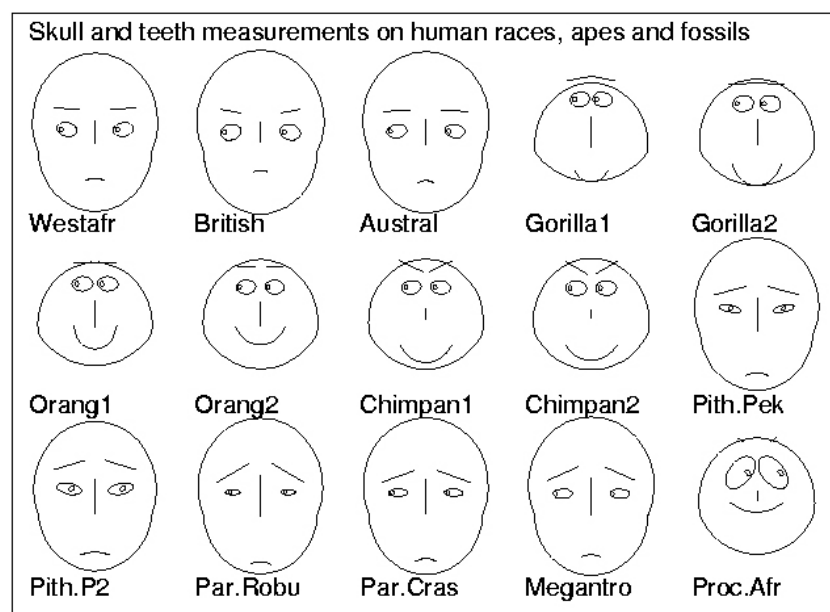


Рис.1. Приклад роботи Чернова

У загальному ж випадку, термін «Наукова візуалізація» використовується для позначення будь-якого методу, де відбувається перетворення даних у візуальну інформацію.

Візуалізація є важливим інструментом, який часто використовується дослідниками, щоб зрозуміти особливості і тенденції, представлені у великих наборах даних, отриманих за допомогою моделювання.

«З перших днів комп'ютерної графіки, користувачі побачили потенціал використання візуалізації для пояснення багатьох процесів. Так, Нельсон Макс використовував технологію для молекулярної візуалізації, яка дозволила отримати серію фотографій молекулярних структур (рис. 2). Гістограми і інші статистичні представлення даних зазвичай генеруються у вигляді графічних зображень при комп'ютерній візуалізації.» [4, 5].

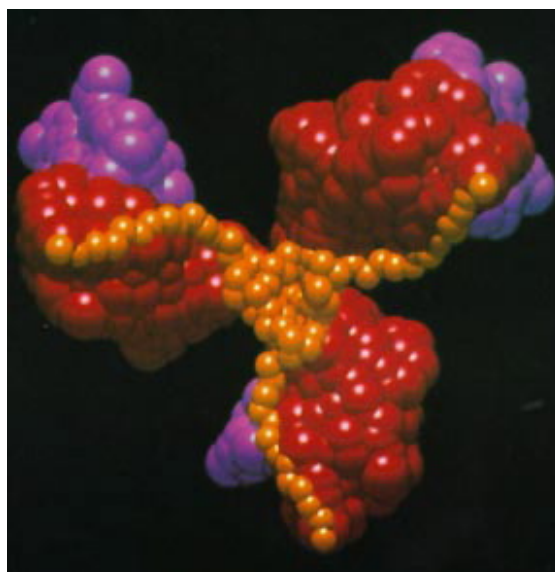


Рис.2. Кадр з візуалізації молекули ДНК Нельсона Макса

Одна з найбільш ранніх кольорових візуалізацій була проведена в 1969 році доктором Луї Франком з Університету штату Айова. Він побудував енергетичний спектр плазми (рис. 3), відкладаючи енергію в залежності від часу, з кольором, який представляє число частинок в секунду, виміряних в певний момент часу [5].

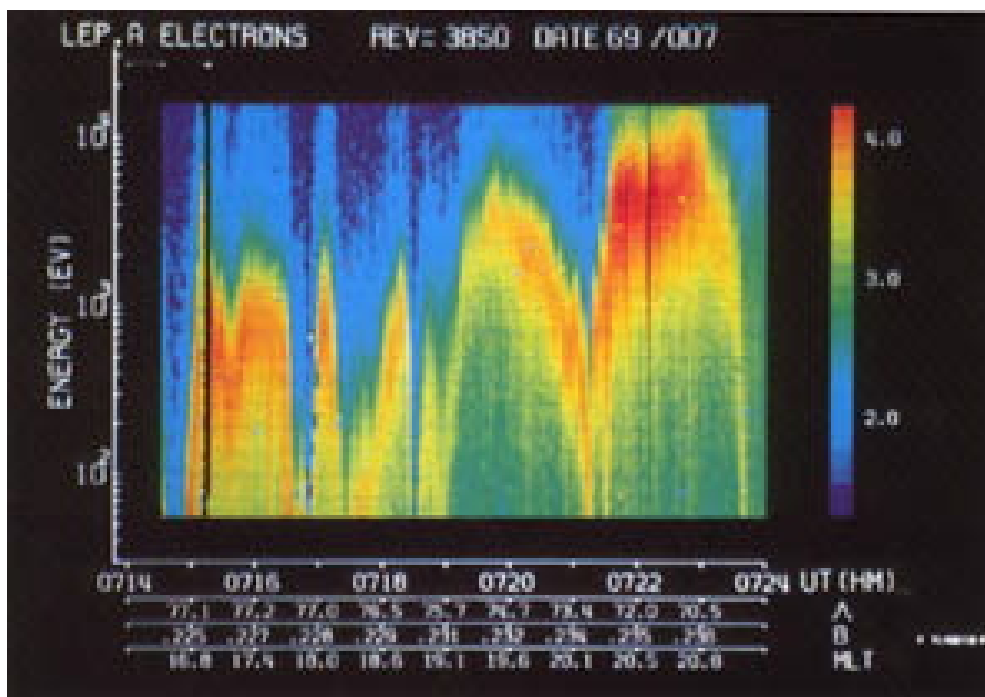


Рис. 3. Візуалізація Луї Франка

Поговоримо про те, для чого, власне, використовується візуалізація даних, і чому вона є такою важливою.

Ні для кого не секрет, що нам доводиться щодня стикатися із масою різних даних. Тому звернемося до статистики.

Візуальна інформація краще сприймається і дозволяє швидко та ефективно донести до глядача власні думки та ідеї. Фізіологічно, сприйняття візуальної інформації є основною для людини. Є численні дослідження [6], які підтверджують, що:

- 90% інформації людина сприймає через зір;
- 70% сенсорних рецепторів знаходяться в очах;
- близько половини нейронів головного мозку людини задіяні в обробці візуальної інформації;
- на 19% менше при роботі з візуальними даними використовується когнітивна функція мозку, що відповідає за обробку та аналіз інформації;
- на 17% вища продуктивність людини, що працює з візуальною інформацією;
- на 4,5% краще згадуються докладні деталі візуальної інформації;
- в 60 000 разів швидше сприймається візуальна інформація в порівнянні з текстовою (рис. 4).

A	B	C	D	E	F	G	H
122,457	135,266	123,856	144,586	152,335	111,354	165,235	143,253
I	J	K	L	M	N	O	P
168,253	145,236	152,324	164,253	132,254	143,879	142,356	122,386

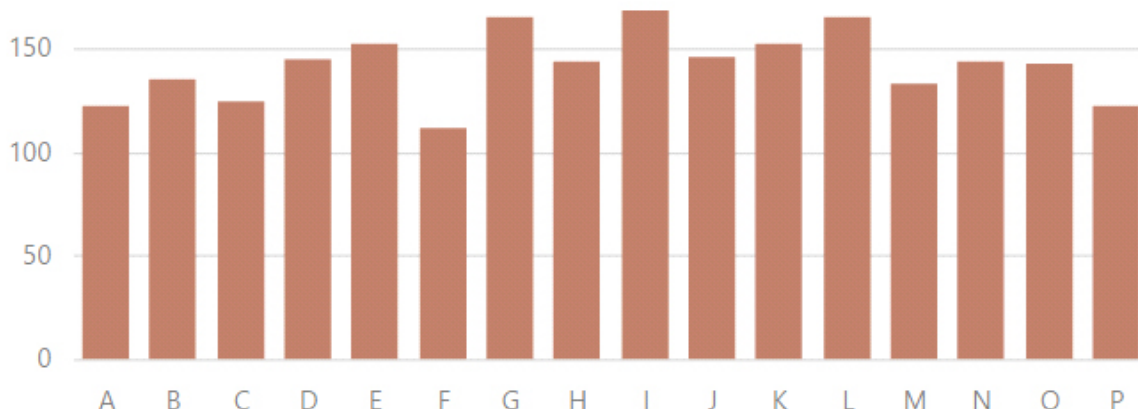


Рис. 4. Порівняння сприймання графічної та текстової інформації

На графіку читач швидше знайде мінімальне і максимальне значення, крім цього:

- 10% людина запам'ятовує з почутого, 20% – з прочитаного і 80% – з побаченого і зробленого;
- на 323% краще людина виконує інструкцію, якщо вона містить ілюстрації (рис. 5):

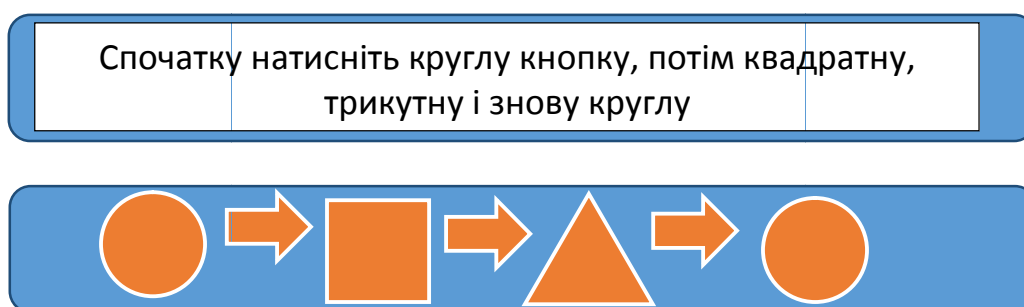


Рис. 5. Приклад інструкції, що представлена у вигляді тексту та графічної інформації

Інструкцію представлену на рис. 5 знизу набагато легше і швидше зрозуміти і виконати.

Очевидно, що людина схильна обробляти саме візуальну інформацію. Крім прекрасної обробки нашим мозком, візуалізація даних має ряд переваг:

- акцентування уваги на різних аспектах даних;
- аналіз великого набору даних зі складною структурою;
- зменшення інформаційного перевантаження людини і утримування уваги;
- однозначність і ясність виведених даних;
- виділення взаємозв'язків і відносин, що містяться в інформації.

Висновки. Взагалі, така технологія може використовуватися не тільки в теорії, а й на практиці. Так, наприклад, можна застосовувати наукову візуалізацію під час підготовки лекцій викладачами. Виходячи з того, що візуальна інформація сприймається краще можна зробити висновок, що звичайна начитка матеріалу принесе набагато менше користі, аніж інтерпретація його на графіки, схеми, малюнки, тощо.

Тому, можна дати загальну рекомендацію: для того, щоб інформація, яку необхідно довести була цікавою та більш інформативною для слухачів, краще сприймалася необхідно намагатися її візуалізувати.

Використовуючи такий підхід, освітній процес обов'язково буде не тільки корисним, а й цікавим.

Отже, візуалізація – потужний інструмент донесення думок та ідей до кінцевого споживача, помічник для сприйняття та аналізу даних. Але як і всі інструменти, її потрібно застосовувати в свій час і в своєму місці. В іншому випадку інформація може сприйматися повільно, а то і некоректно.

Бібліографічний список

1. *Кальянов Г. Н.* CASE структурный системный анализ / *Г. Н. Кальянов* // — М.: Лори, 1996. — 242 с.
2. *Мамиконов А. Г.* Информация и управление / *А. Г. Мамиконов* // — М.: Наука, 1975. — 184 с.
3. *Интернет-ресурс* «Survo.fi». — Режим доступа: <http://www.survo.fi/gallery/034.html/>. Дата доступа : 11.04.2016.
4. *William S. Cleveland* The Elements of Graphing Data / *Cleveland William S.* // — 1994. — 297 p.
5. *Интернет-ресурс* «DesignOSU». — Режим доступа: <https://design.osu.edu/carlson/history/lesson18.html/>. Дата доступа: 11.04.2016.
6. *Интернет-ресурс* «Википедия». — Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_visualization/. Дата доступа: 11.04.2016.

ДО ПИТАННЯ КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

Шевчук А.І., студент

Березан В.А., студент

Бакалова В.М., к.т.н

Юрчук В.П., д.т.н

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається можливість модернізації робочого органу ґрунтообробного знаряддя (диск) коренезбиральної машини.

Ключові слова – робочий орган, ґрунтообробка, диск, знаряддя, коренезбиральна машина.

Постановка проблеми. При роботі відомого копача для коренеплодів присутній ефект "перекочування" робочої поверхні кожного з циклоїдальних спиць у ґрунті (показник кінематичного режиму $K = V_{\text{обертан.}} / V_{\text{пост.}} = 1$), що ускладнює заглиблення, особливо на ґрунтах підвищеної твердості, і, як наслідок, відрізняється недостатнім кришінням оброблюваного шару ґрунту. Крім того, для покращення кришіння ґрунту ввігнуто-опукла форма поперечного перерізу спиці потребує збільшення кількості обертів маточини ($K > 1$), а це, в свою чергу, призводить до підвищення енерговитрат на весь робочий орган.

Аналіз останніх досліджень. Відомі ґрунтообробні знаряддя, робочі органи яких забезпечують технологічний процес кришіння поверхневого шару ґрунту завдяки тому, що відповідно до теорії Кулона-Мора про баланс стискаючих і розтягуючих деформацій при згинанні шару ґрунту одночасно з повздовжньою деформацією надається деформація у поперечних перерізах, [1].

Відомо також, що створити у шарі ґрунту розподіл напружень з відповідними деформаціями розтягування і стискання можливо лише при використанні долота з 3-подібною ввігнуто-опуклою робочою поверхнею або застосувавши деформатори достатньо малої ширини (площі) по відношенню до глибини обробітку, як наприклад, при викопуванні коренеплодів буряків, [2].

Постановка завдання. В основу дослідження поставлена задача вдосконалення робочого органу ґрунтообробного знаряддя – диска, шляхом модифікації робочої поверхні спиці, що забезпечує підвищення ступеня кришіння ґрунту та зниження енергозатрат на виконання самого процесу ґрунтообробки. Поставлена задача вирішується тим, що в робочому органі, який містить маточину та розміщені на ній спиці циклоїдальної форми. При цьому форма циклоїди побудована за

траєкторними характеристиками переміщення точок спиць, а самі спиці мають поперечний переріз з двохсторонньою заточкою.

Основна частина. Робочий орган ґрунтообробного знаряддя відноситься до сільськогосподарського машинобудування, а саме до робочих органів ґрунтообробних знарядь і може знайти застосування в коренезбиральних машинах.

В основу конструювання робочого органу поставлена задача вдосконалення робочої поверхні ґрунтообробного знаряддя для підвищення ступеня кришіння ґрунту і зниження енерговитрат на виконання самого процесу ґрунтообробки. Це раціонально виконати шляхом модифікації конструкції робочої поверхні спиці.

Поставлена задача вирішується тим, що в робочому органі, який містить маточину та розміщені на ній циклоїдальні спиці, новим є те, що поперечний переріз кожної із спиць виконаний у вигляді прямокутника. А радіальний - прямокутного трикутника, більший катет якого розташований перпендикулярно до маточини та перетинається під прямим кутом з більшою стороною прямокутника.

Запропонована конструкція робочого органу забезпечує покращення його заглиблення у ґрунт, оскільки перекошуванням у ньому попереднього спиці підсилюється ефект «проколювання» поверхневого шару ґрунту наступними спицями (рис. 1).

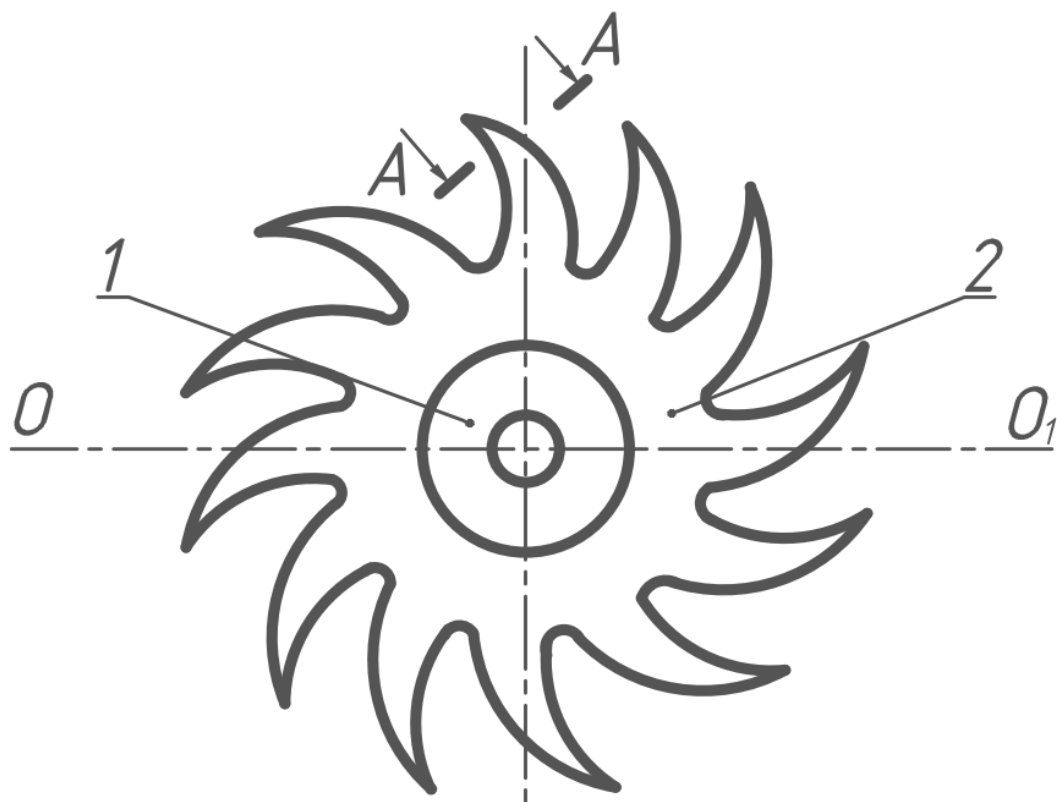


Рис. 1 Фронтальний вигляд диска

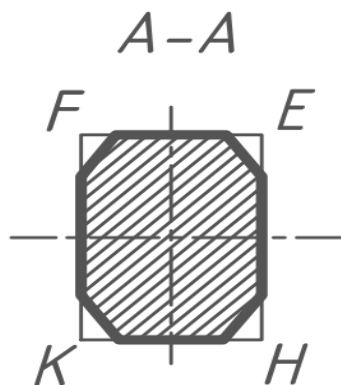


Рис. 2 Поперечний переріз

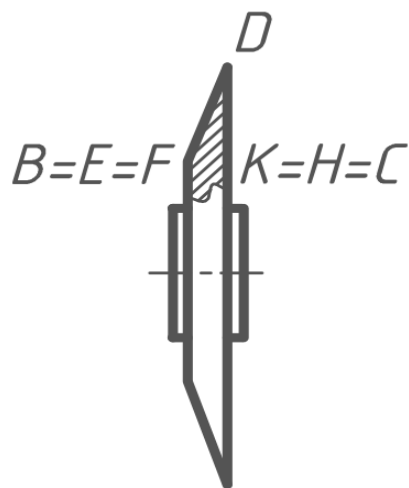


Рис. 3 Профільний вигляд

Застосування радіальної спиці із прямокутним поперечним перерізом дозволяє розтягнути оброблюваний шар ґрунту у повздовжньому напрямку і одночасно стиснути його у поперечному.

Такий розподіл деформацій розтягування і стискання забезпечує підвищення технологічних показників кришіння ґрунтового моноліту і зниження енерговитрат, особливо при роботі на твердих або мерзлих ґрунтах.

Робочий орган ґрунтообробного знаряддя (диск) містить маточину 1 та спиці 2 (див. рис. 1). Поперечний переріз А-А (див. рис. 2) кожної із спиць 2 виконаний у вигляді прямокутника (EFKH), а радіальний - у вигляді прямокутного трикутника (BCO), більший катет якого (OC) розташований перпендикулярно до осі маточини (1) (OO_1) і перетинається під кутом 90 градусів з основою прямокутника (KH) (див. рис. 3).

При роботі диска спиці 2 перекочуються у поверхневому шарі ґрунту, розпушуючи його, [3].

Висновки. Розроблена конструкція дозволила вдосконалити робочий орган ґрунтообробного знаряддя для підвищення ступеня кришіння ґрунту та зниження енерговитрат на виконання самого процесу ґрунтообробки шляхом модифікації конструкції робочої поверхні спиці.

Бібліографічний список

1. Месчан С.Р. Начальная и длительная прочность глинистых ґрунтов. М.: Недра. 1978. - с. 110-112
2. И.М. Панов, В.И. Ветохин Физические основы механики почв. К.: Феникс, 2008.-с. 231
3. Павлов А.В., Юрчук В.П., Надкернична Т.М., Яблонський П.М. Використання математичних моделей при конструюванні коренезбиральних машин // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь.- 2000.-Вип.4. Прикладна геометрія та інженерна графіка.- Том 11,- С.39-43

ГЕОМЕТРИЧНЕ КОНСТРУЮВАННЯ КУЛАЧКОВОГО БІТЕРА

Юрчук В.П., д.т.н.,
Бакалова В.М., к.т.н.,
Баскова Г.В., ст.. викладач,
Євзютін П.Ю., студент
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут ". (Україна, м. Київ)

Анотація - розглядається питання геометричного конструювання кулачкового бітера для викопування коренеплодів. Винахід відноситься до області сільськогосподарського машинобудування. Використовується в комбайнах і кореневоприбиральних машин. При збиранні коренеплодів варто встановити відстань між викопувальною вилкою та встановлених над нею бітерами, які обертаються.

Ключові слова - кулачковий зуб, циклоїда, гіперболічна крива, кінематична «тінь». знакоперемінна крива.

Постановка проблеми. Відомі бітер, що обертається, який має гвинтову навивку, профіль якого має прямі стінки, і кореневидобувальний пристрій який має викопувальну вилку і установлені над нею в два яруси один з одним зустрічних бітер, які обертаються при чому нижній задній бітер виконаний у вигляді вальця з різносторонньою від його середини гвинтовою навивкою, який взятий за прототип.

Аналіз останніх досліджень. Недоліком указаних бітер є слабка пропускна здатність, можливість залипання робочої поверхні бітера ґрунтом, а також травмування коренеклубнеплодів.

Формулювання цілей. Ціль винаходу - збільшення пропускної здатності бітера, зменшення залипання ґрунтом поверхні зубців, а також зниження можливості травмування коренеплодів.

Основна частина. Вказана ціль досягається тим, що робоча поверхня кулачкового зубу бітера виконана по частині гіперболічної кривої, а задня сторона - по частині циклоїди.

На рис.1 показаний профіль кулачкового бітера, який складається з трьох зубців.

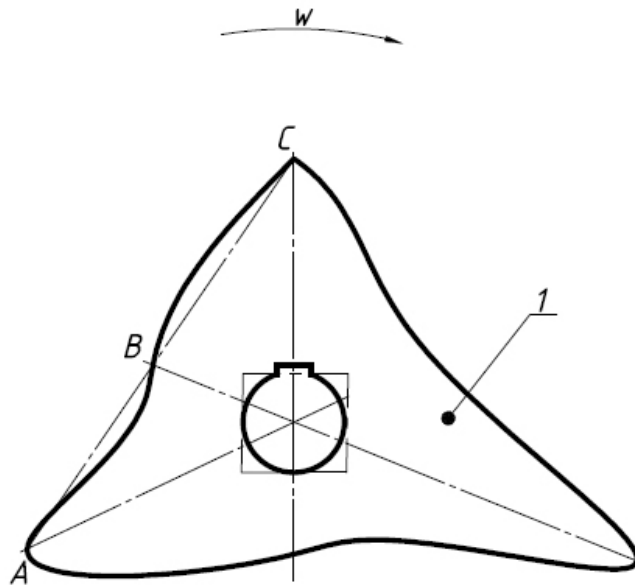


Рис.1 Траєкторія часті циклоїдальної кривої

Кулачковий бітер складається з зубців-кулачків I, які мають передню поверхню AB і задню сторону BC (рис.1). Робоча (передня) поверхня виконана по частині гіперболічної кривої AB, що дозволяє транспортувати по транспортеру (відбивати) коренеплоди у визначеному напрямку (наприклад під кутом α).

Задня сторона BC, виконана по частині циклоїди, яка визначається параметрами потоку маси коренеплодів і кутової швидкості бітера. В робочому положенні, при обертанні за годинниковою стрілкою, якщо розглядати повний профіль кулачка, наприклад з трьома робочими сторонами, спочатку відбувається впровадження в масу коренеплодів задньої сторони від точки C до точки B. Тому в зоні носка зуба виникає кінематична «тінь», форма якої залежить від складових швидкостей лінійного переміщення маси коренеплодів і обертання бітера. Ця зона і є місцем зуба, схильних до залипання частинками ґрунту. Причому контур цієї зони формується під дією обтікання профілю зуба після точки C, тому відповідає формі траєкторії точки C, умовно вільно кинутої в точці максимального відхилення від центру обертання. Цією траєкторією буде частина циклоїдальної кривої) [1].

При досягненні точки B, точки максимального наближення до центру обертання, коренеплоди будуть рухатись або відбиватись по гіперболічній кривій, що забезпечує транспортування коренеплодів у визначеному напрямку, не відбиваючи їх просто вгору, що є важливим в конструкціях кулачків з робочими поверхнями у вигляді хорд, а виконуючи захват і транспортування коренеплодів.

При цьому необхідно зауважити, що чим далі від центру обертання знаходиться точка B, тим більша площа задньої сторони профілю зуба.

Зростає плавність взаємодії кулачка на коренеплоди, зменшується можливість їх травмування. Однак при цьому зменшується спроможність захвату коренеплодів і їх транспортування. Цьому визначається проміжне значення, яка є оптимальним для даної кількості зубців кулачка.

Висновки. Застосування запропонованого пристрою дозволить підвищити пропускну здібність коренеприбиральних машин і в залежності від траєкторних характеристик кулачкового бітера, зменшить можливість травмування коренеплодів.

Бібліографічний список

1. Юрчук В.П. Методические указания по геометрическому моделированию поверхностей выкапывающих рабочих органов корнеуборочных машин. - К.: КПИ. 1990. - 52 с.
2. Месчан С.Р. Начальная и длительная прочность глинистых грунтов. М.: Недра. 1978. - с. 110-112
3. И.М. Панов, В.И. Ветехин Физические основы механики почв. К.: Феникс, 2008.-с. 231

КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ БЕЗВІДВАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Юрчук В. П., д. т. н.,

Коробко І. В., д.т.н.,

Бакалова В. М., к. т. н.,

Коваль В. О., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”. (Україна, м. Київ)

Макаренко М. Г., к. т. н.,

Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається питання модернізації конструкції пристрою для безвідвального обробітку ґрунту. Пристрій відноситься до сільськогосподарського машинобудування, зокрема до дренажних пристроїв та пристроїв для безвідвального обробітку ґрунту, який піддається водній та вітровій ерозії, [1].

Ключові слова – ґрунт, склепіння, пристрій для безвідвального обробітку ґрунту.

Постановка проблеми. Неякісне розпушування ґрунту, нерівномірне розподілення родючого шару та змішування його з неродючим, недостатнє ущільнення ґрунтового склепіння та. Значні витрати енергії на привід ротаційного дренажа, які потребують зменшення.

Формування цілей. Метою створення пристрою є підвищення якості розпушення ґрунту, зниження тягового опору та зменшення затрат енергії з одночасним ущільненням ґрунтового склепіння, утвореного після проходження гвинтових розпушуючих елементів.

Основна частина. Пристрій для безвідвального обробітку ґрунту складається із щелеріза 1, на якому нерухомо змонтовано сам дренаж. Умонтовані в дренаж спеціальні підшипники 2 зі втулками 3 встановлена вісь 4, виконана з двох шарнірно з'єднаних між собою частин, на задній частині яких встановлені руйнувач склепіння з розпушуючими гвинтовими елементами 5.

Пристрій для безвідвального обробітку ґрунту працює наступним чином. При русі пристрою, щелеріз 1 нарізає щілину, дренаж входить носком у ґрунт і руйнує склепіння, оскільки розпушуючі елементи 5, обертаючись у підшипниках 2 під дією поперечно-обертальної складової реакції ґрунту за рахунок форми та поступального переміщення гвинтових поверхонь розпушуючих елементів, руйнують ґрунт та ущільнюють склепіння, [2].

Руйнувач склепіння 5, поверхня якого вписана у поверхню обертання 6, маючи ввігнутий профіль АВ, надає можливість з мінімальним кутом α_1

та мінімальними енергозатратами входити у ґрунтовий моноліт. Сам відрізок АВ створює напрямки сил руйнування, які сходяться у прилеглій зоні та відповідно з мінімальними силами стискання та руйнування дозволяють робочому органу входити у ґрунт. На наступній ділянці ВС, яка має опуклий профіль 7 з максимальним діаметром ($d_{\max}$), та максимальний кут α_2 входження робочого органа в ґрунт, при якому створюється зона руйнівних сил, які розходяться у прилеглій зоні і розпушують ґрунт. Тобто, стискання ґрунту на ділянці АВ змінюється на процес розтягування на ділянці БД, тобто відбувається знакозмінна дія на ґрунт. На ділянці СД, яка має профіль 8, також відбувається зменшення діаметра до значення d обрисової поверхні розпушуючих елементів, у результаті чого спостерігається пружний гістерезис дії на ґрунт, який утворюється завдяки пружності стиснутого гвинтовими стрічками ґрунту, що значно ущільнює склепіння ґрунту. Так на ділянках профілю дренаера створюється знакоперемінна дія на ґрунт, яка є ефективним фактором його ущільнення.

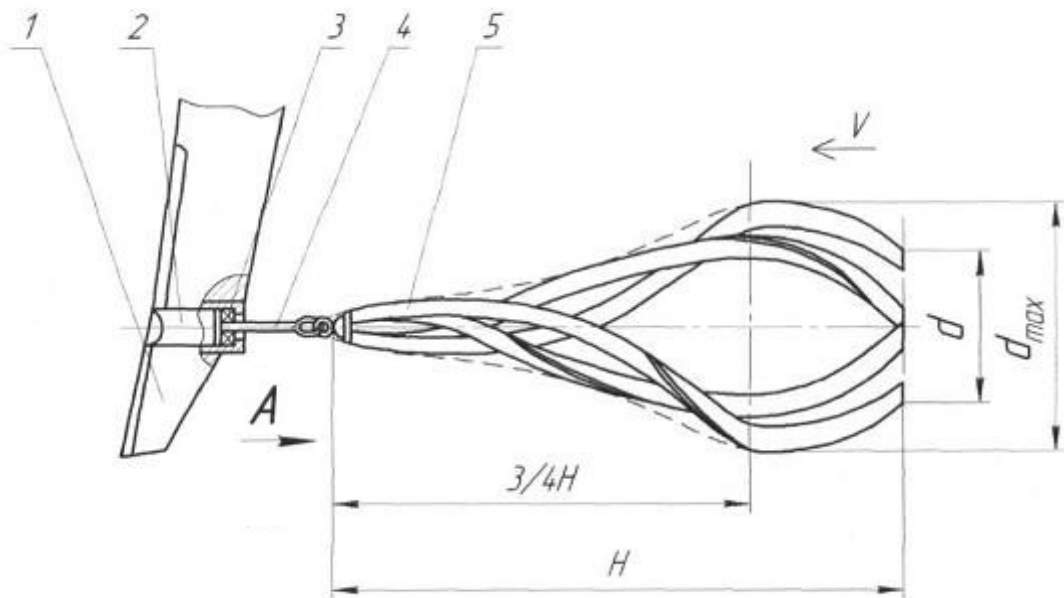


Рис. 1. Вигляд пристрою збоку

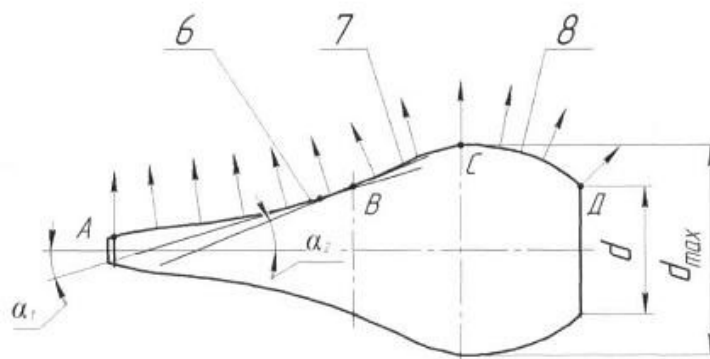


Рис. 2. Геометрична модель гвинтових елементів.

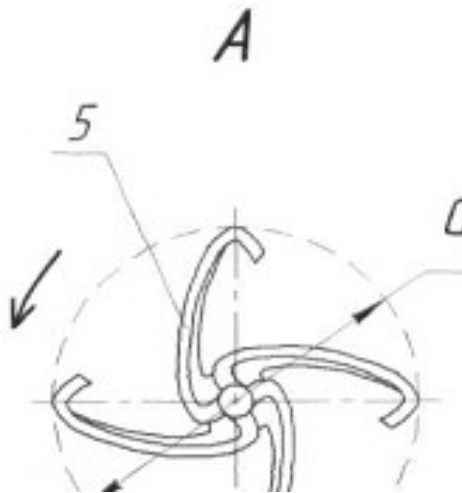


Рис. 3.Вигляд гвинтових елементів

У результаті зміни максимального діаметра на довжині $3/4H$, виміряної від носка дрена, постійного кута гвинтового обертання всіх гвинтових стрічок руйнівача склепіння, відбувається процес релаксації ґрунту та зменшується тяговий опір самого пристрою для безвідвального обробітку ґрунту.

Висновки. Використання пристрою для безвідвального обробітку забезпечує покращення процесу розпушення ґрунту, рівномірне розподілення родючого шару, збереження та наступне ефективне пропускання по склепінню ґрунту вологи. Така дія надає стійкості склепінню дрени та сприяє підвищенню родючості ґрунту на обробленій ділянці.

Бібліографічний список

1. Підкоритов А. М., Юрчук В. П. Конструювання спряжених поверхонь вильчатого і дискового копачів шляхом застосування діаграми гвинта // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 1994. – Вип.56 – С. 28-29
2. Юрчук В. П. Спряжені поверхні в геометричних моделях формотворення робочих органів коренезбиральних машин: Автореф. дис. докт. техн. наук, - К.,2002. – 36 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОРЧУВАННЯ ПНІВ

Юрчук В.П., д.т.н.

Махорін Я.Г., аспірант

Бакалова В.М., к.т.н.

Рудницький Б.А., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», (Україна м. Київ)

Анотація - у статті розглядається пристрій для корчування пнів у вигляді полого циліндра-фрези з різальними елементами в нижній частині, які використовуються на спеціальних машинах і функціями яких є вирізання ґрунту коренів пнів. Відома також фреза для корчування пнів, яка містить зв'язаний з приводом порожнистий барабан з різальними елементами, закріпленими в його нижній частині, та механізм з'єднання з пнем.

Ключові слова – різальні елементи, порожнистий барабан, фреза, упорний диск.

Постановка проблеми. Пристрій для корчування пнів відноситься до технічних засобів корчування пнів і може бути використаний у комунальному, сільському і лісовому господарстві [1]. Недоліки цієї фрези-конструкція порожнистого циліндра пристрою не розрахована на значну подачу заглиблення та великі діаметри пнів дерев, при якій необхідно забезпечити активне кришіння ґрунту та периферійних часток пнів та коренів з одночасним відведенням вверх отриманої тріско-емельної суміші. Поряд з цим слід враховувати виникнення значних вертикальних зусиль, які необхідно прикласти під час заглиблення фрези і зрізання бокового коріння та неможливість зрізання вертикальних корінь.

Аналіз останніх досліджень. Поставлена задача виконується тим, що пристрій для корчування пнів, який містить порожнистий циліндр та розміщені на ньому різальні зубці, розташовані у нижній частині, опорний диск і механізм з'єднання у вигляді двоплечових важелів із упорним диском, який має форму конічної поверхні. Крім того зубці на упорному конічному диску розміщені у проекції на горизонтальну площину по гвинтовій лінії.

Формулювання цілей. В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення конструкції пристрою для корчування пнів у вигляді порожнистого циліндра фрези, шляхом покращення процесів кришіння і транспортування ґрунту та периферійних частин коренів різальним елементом робочого органу з одночасним відведенням вверх тріско-земельної суміші.

Основна частина. Сутність пристрою для корчування пнів пояснюється кресленнями: фігура 1 - фреза у поздовжньому розрізі; фігура 2 - лінія розміщення зубців на горизонтальну площину.

Пристрій для корчування пнів містить порожнистий циліндр, оснащений ріжучими елементами у вигляді різців розташованих в нижній частині опорного диска та механізму з'єднання у вигляді двоплечових важелів, з'єднаних із опорним диском, який відрізняється тим, що зубці на опорному диску розміщені у формі гвинтової лінії на конічній поверхні.

Пристрій для корчування пнів містить порожнистий циліндр 1, який виконаний з різальними зубцями 2, розташованими в нижній частині циліндра [2]. Всередині порожнистого циліндра 1 в його верхній частині закріплений опорний диск 3 із зубцями і верхній диск 4 (див.рис.1) .

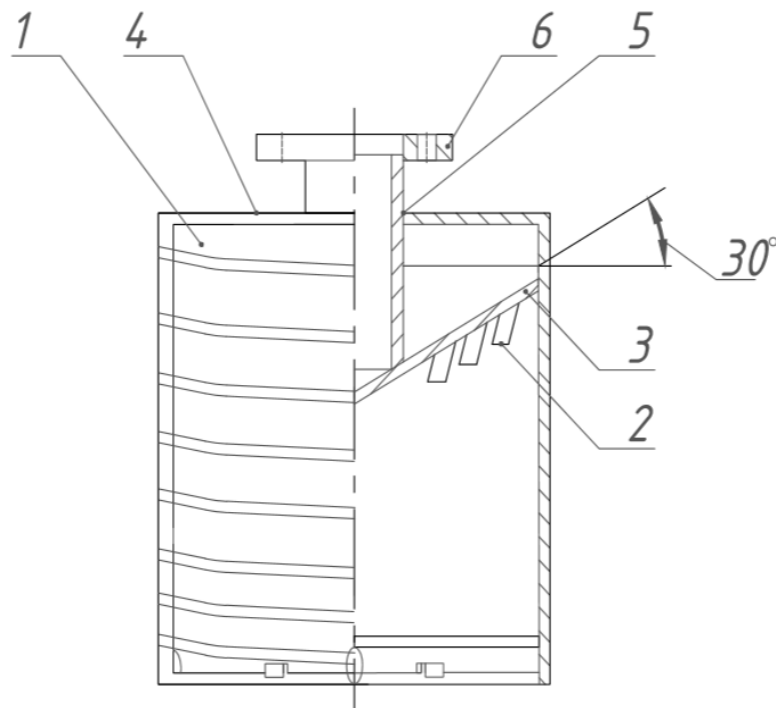


Рис.1 Загальний вид пристрою для корчування пнів

Диски 3 і 4 з'єднані з квадратним валом 5 приводу 6 фрези в обертальний рух, який карданним валом пов'язаний з валом відбору потужності трактора .

Пристрій працює таким чином. За рахунок переміщення тягача фреза встановлюється так, щоб пень перебував під порожнистим циліндром 1. Потім включається вал відбору потужності і фреза опускається вниз. При цьому різальними зубцями 2 розрізаються бічні корені і фреза заглиблюється в ґрунт до тих пір , поки зуби самі не торкнуться верхньої площини пня, тобто його зрізу.

В момент зіткнення загострених зубців 2 поверхні пня відбувається їх обертання та гвинтова дія на поверхню пня з одночасним заглибленням у сам пень (див.рис.2).

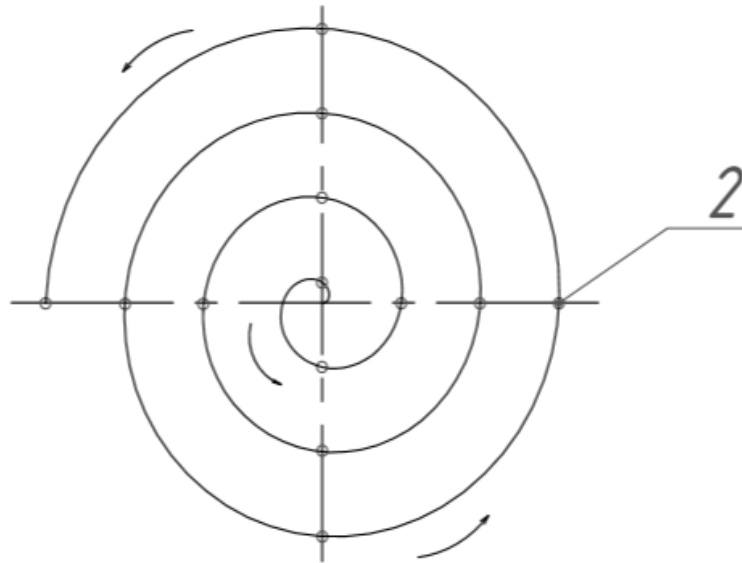


Рис.2. Схема розміщення фрез.

Таким чином фреза миттєво з'єднується із пнем в результаті чого фреза надійно діє на пень та передає не тільки обертальний момент від валу відбору потужності трактора, а й додатковий момент, одержуваний за рахунок використання сил інерції обертальних мас. Тому обертальний момент, переданий пню, значно зростає і забезпечується зрізання та механічне перекручення нижніх коренів пня [3].

Висновки. Вдосконалення конструкції пристрою для корчування пнів у вигляді порожнистого циліндра фрези, забезпечує зростанню обертового моменту, що в свою чергу покращує процес кришіння і транспортування ґрунту та периферійних частин коренів різальним елементом робочого органу з одночасним відведенням вгору тріско-земельної суміші. Таким чином дане рішення значно покращує ефективність функціонування всього пристрою.

Бібліографічний список

1. *Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р.* Сільськогосподарські машини . – Київ «Каравела», -2004. -40-59с.
2. *Завгородний А.Ф., Кравчук В.И., Юрчук В.П.* Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин.-Київ: Аграрна наука, 2004.
3. *Юрчук В.П., Болдирєва Л.В.* До питання геометричного моделювання робочих поверхонь ротаційних органів сільськогосподарських машин – Київ.:КНУБА, 2007р.

КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КРотовИХ ДРЕН

Юрчук В.П., д.т.н.

Махорін Я.Г., аспірант*

Михлевська Н. В., ст.викладач

Коваленко С.П., студент,

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, (Україна, м.Київ)

Анотація – робочий орган для прокладки кротових дрен, який містить дренажний ніж з дреном, живильник в'язучої рідини з трубопроводом, форсунки живлення, ємність для фільтруючого наповнювача, а також механізм подачі фільтруючого матеріалу та ущільнювач-формував, який знаходиться між розширювачем та дреном та має форсунки, який відрізняється тим, що ущільнювач-формував та розширювач мають гвинтоподібну форму і встановлені з можливістю обертання, при цьому форсунки живлення дренера розміщені за напрямком дотичної

Ключові слова - робочий орган для прокладки кротових дрен з модернізованою гвинтовою поверхнею.

Постановка проблеми. Даний робочий орган відноситься до меліоративного будівництва, а саме до знарядь для прокладання закритого дренажу..

Відомий пристрій для прокладання кротових дрен, який містить дренажний ніж , дреном,форсунку з трубопроводом для живлення. Аналог – “Пристрій для кротування ґрунту” Патент України 45/33 А 7А01 013/00. Опубліковано 2002р. Бюлетень №3. Але цей пристрій не забезпечує якість роботи кротової дрени, [1].

Аналіз останніх досліджень. Задачею корисної моделі є збільшення якості та стійкості стінок дренажу від руйнування прокладених дрен.

Поставлена задача досягається тим, що в робочому органі для прокладання кротових дрен, що містить дренажний ніж з дреном, форсунки з трубопроводом для живлення і розширювач, новим є те,що ущільнювач-формував та розширювач мають гвинтоподібну форму,встановлені з можливістю обертання, крім того форсунки живлення дренера розміщені в поперечному перерізі ущільнювача-формувача за напрямком дотичної до центрального отвору дренера, [2].

На фіг.1-зображений робочий орган для прокладання кротових дрен; На фіг.2- розріз А-А ущільнювача-формувача по фіг.1. Робочий орган для прокладання кротових дрен включає дренажний ніж 1 з дреном 2,

живильник в'яжучої рідини з трубопроводом 3, форсунки 4 живлення, ємність 5 для фільтруючого наповнювача, а також механізм 6 подачі фільтруючого матеріалу та ущільнювач-формувавч 7, який знаходиться між розширювачем 8 та дреном 2. При цьому ущільнювач-формувавч 7 встановлений на дренові 2 з можливістю обертання, а форсунка 4 живлення дреном 2 розміщені в його поперечному перерізі за напрямком дотичної. Процес прокладання кротових дренажів здійснюється наступним чином. Робочий орган навішується на базову машину.

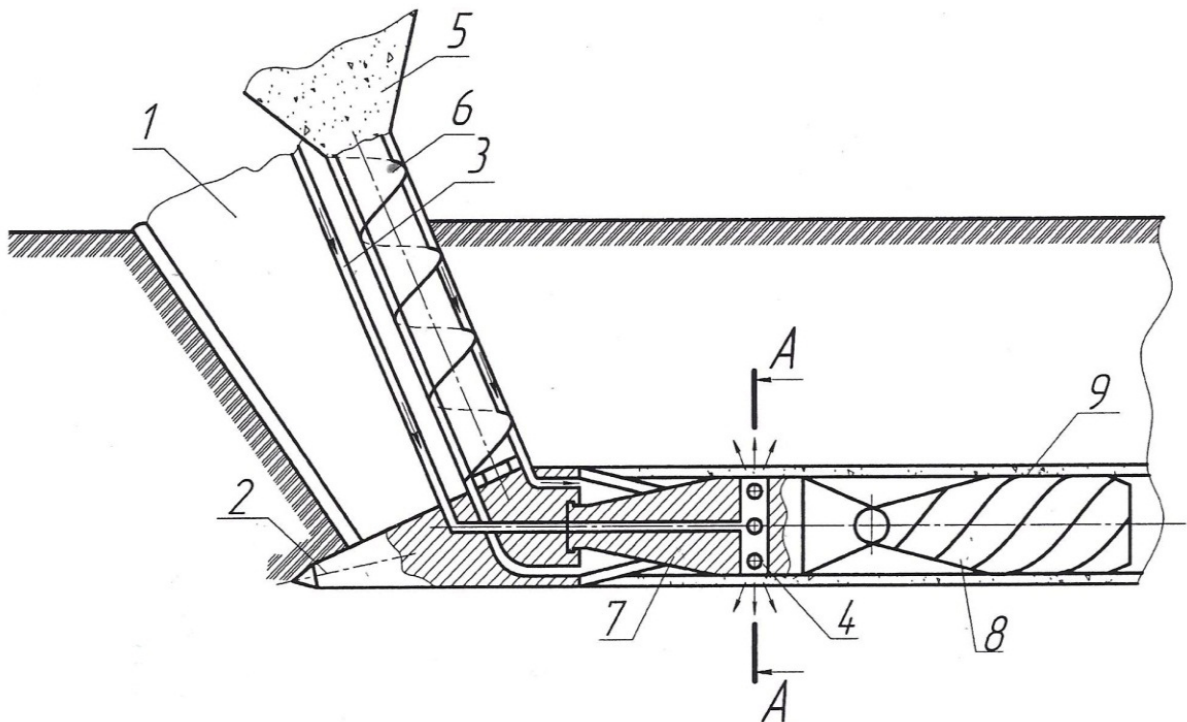


Рис.1. Загальний вигляд робочого органу для прокладки кротових дренажів

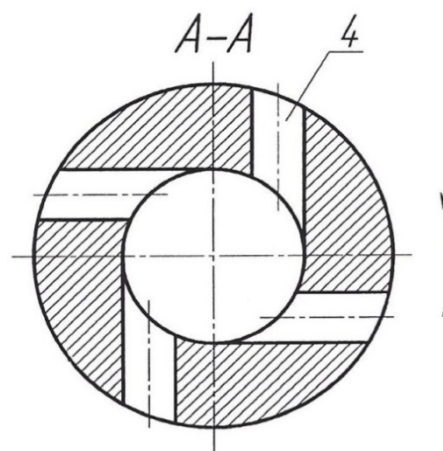


Рис.2. Схема розміщення форсунок живлення

Під час руху базової машини дренажний ніж 1, заглиблюється в ґрунт на певну глибину, при цьому дреноер 2 входить в ґрунт і формує циліндричну порожнину кротової дрени в яку за допомогою механізму 6 подачі фільтруючого матеріалу, подається фільтруючий матеріал, з якого, за допомогою гвинтової поверхні ущільнювача-формуваача 7, формують стінки трубопроводу 9, в які форсунки 4 живлення подають в'язучу рідину. Після чого ущільнювач-формуваач 7 та розширювач 8, маючи форму гвинтових поверхонь, ущільнюють ґрунт обертаннями навколо своєї осі. При цьому ущільнювач-формуваач виконаний по відношенню до дреноера меншим діаметром, [3].

Висновок. Таким чином за допомогою робочого органу формують стінки кротових дрен з фільтруючого матеріалу та в'язучої рідини і забезпечує підвищення якості прокладання кротових дрен та поліпшує якість і довго тривалість дренажної системи.

Бібліографічний список

1. Підкоритов А. М., Юрчук В. П. Конструювання спряжених поверхонь вильчатого і дискового копачів шляхом застосування діаграми гвинта // Прикладна геометрія та інженерно графіка.- 1994.- Вип.56- С. 28-29
2. Юрчук В. П. Спряжені поверхні в геометричних моделях формотворення робочих органів коренезбиральних машин: Автореф. дис. докт. техн. наук, -- - К., 2002.- 36 с.
3. Подгорелый Л. В., Татьяна Н. В., Брей В. В. и др. Свеклоуборные машины (Конструирование и расчет). – Киев : Техника, 1989. – 163 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗА НАПРЯМОМ ВЕКТОРА МАКСИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ

Юрчук В.П., д.т.н.,

Махорін Я.Г., аспірант *

Святина М.А., аспірант *

Лебедева О. О., ст. викл.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут", (м. Київ).

***Анотація** – в статті розглянуто метод оптимізації параметрів спряжених поверхонь, визначенням оптимальних параметрів спряжених поверхонь за напрямом вектора максимальної швидкості обертання.*

***Ключові слова** – спряжені поверхні, оптимізація, викопувальні робочі органи (ВРО), вектор максимальної швидкості обертання, гвинтові поверхні.*

Постановка проблеми. При синтезі коренезбиральних машин найважливіше значення мають характеристики залежності величини продуктивності машини від швидкості переміщення та від кінематичних показників робочих органів. Основними факторами, які визначають надійність коренезбиральної машини, є забезпечення мінімально можливої динамічної нагрузки на робочі поверхні копачів, які забезпечують оптимальний процес кришіння ґрунту та викопування коренеплодів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є розгляд методу підвищенні надійності та оптимізації виробничих показників коренезбиральних машин, при якому важливе значення має правильний вибір конструктивних рішень ВРО та інших вузлів машин в залежності від реальних ґрунтово-кліматичних умов.

Аналіз останніх досліджень. Оптимальні параметри відношення вказаних факторів визначають відкидаючи можливі обмеження технічного та технологічного характеру. На основі отриманих результатів моделювання визначають поле всіх можливих комбінацій. В практиці синтезу коренезбиральних машин та цілих коренезбиральних комплексів, визначаються лінії постійної продуктивності ($W = const$), а постійні значення параметрів визначаються за допомогою сітки ізоклінів [1]. Значення різних методів та можливі межі оптимізації технічних та технологічних процесів визначаються на основі дослідження часткових похідних, які характеризують функції ефективності даних показників ВРО.

* Науковий керівник – д.т.н., професор Юрчук В.П.

Основна частина. Динамічна навантаження в вузлах ВРО коренезбиральних машин виникає внаслідок наявності в механізмах приводу різних джерел збудження інтенсивних коливальних процесів, які залежать від параметрів відхилення конструкції від технічних вимог на виготовлення вузлів та деталей, а також від наявності зазорів в кінематичних парах. До цих кінематичних пар в першу чергу відносяться робочі органи коренезбиральних машин, які є найголовнішими споживачами енергії в коренезбиральних комплексах [2].

Основними вимогами, які поставлені агротехнічними параметрами процесу функціонування робочих органів, є зміна механічної структури ґрунтового шару, на який діють робочі поверхні. Тому конструктивною основою головних агротехнічних вимог до робочих поверхонь можна умовно рахувати процес переміщення частинок ґрунту за певними законами.

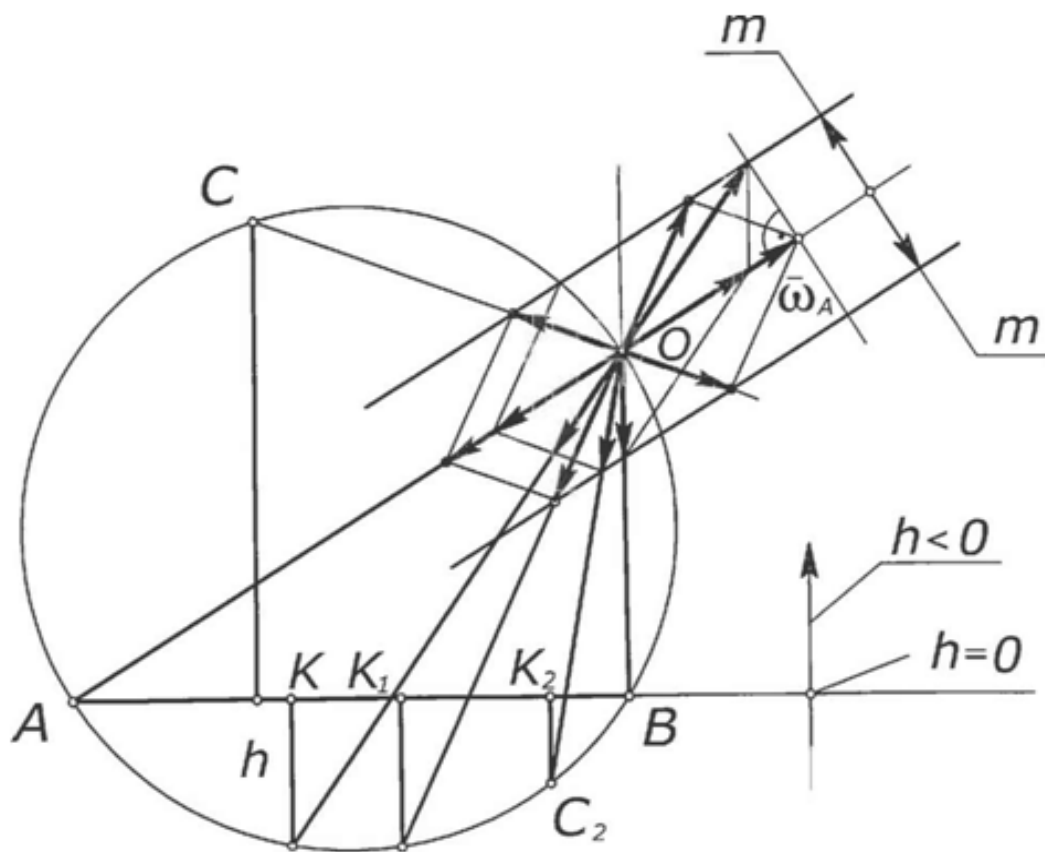


Рис. 1. Визначення оптимальних параметрів спряження за напрямом вектором швидкості

Тобто в цьому випадку процес дії ґрунтообробного знаряддя залежить від траєкторних параметрів переміщення частинок ґрунту, які характеризуються як напрямком, так і величиною вектора швидкості. Результируючий вектор $\bar{\omega}_c$ кутових швидкостей $\bar{\omega}_a$ та $\bar{\omega}_b$ спряжених поверхонь визначає активність результируючої дії робочих поверхонь.

Значення цього вектора при виконанні функції кришення шару ґрунту та витягування коренеплодів має бути певної величини [3]. Ця величина для певних конкретних умов викопування (стану ґрунту, сорту коренеплодів, характеристик копачів та ін.), з метою економічності функціонування активного ґрунтообробного знаряддя не повинна бути більше певних допустимих значень. Тобто в формулі визначення кутової швидкості $\bar{\omega}_c$ має зберегти своє оптимальне значення:

$$\bar{\omega}_c = \bar{\omega}_a + \bar{\omega}_b = const ; \quad (1)$$

Розглянемо тепер діапазон зміни величин $\bar{\omega}_a$ та $\bar{\omega}_b$ за формулами:

$$0 \leq \bar{\omega}_c \leq [\bar{\omega}_c] ; \text{ та } 0 \leq \bar{\omega}_c \leq [\bar{\omega}_c] .$$

Якщо при цьому побудувати векторні суми величини $\bar{\omega}_c$ при різноманітних значеннях векторів $\bar{\omega}_a$ та $\bar{\omega}_b$, то одержимо, що геометричне місце кінців векторів $\bar{\omega}_c$ буде лежати на колі з радіусом:

$$R = \bar{\omega}_c \text{ (рис.1).}$$

Висновки:

1. Розглянуто метод підвищенні надійності та оптимізації виробничих показників коренезбиральних машин, при якому важливе значення має правильний вибір конструктивних рішень ВРО та інших вузлів машин в залежності від реальних ґрунтово-кліматичних умов.

2. З наведених формул та рис. 1 видно, що значення складових вектора змінюється в широкому діапазоні величин та напрямів (від 0° до 360°).

Бібліографічний список

1. Подкорытов А. Н. Автоматизация, электронное моделирование и исследование интерференции сопряжённых криволинейных поверхностей на базе ЕС ЭЦВМ // . - Омск: Западно-Сибирское изд-во, 1976. – 167 с.

2. Підкоритов А. М., Юрчук В. П. Конструювання спряжених поверхонь вилчатих та дискових копачів шляхом застосування діаграми гвинта / Прикладна геометрія та інженерна графіка // . – 1994. – Вип.. 55. – с. 28–29.

3. Люшин В. С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов // . - М.: Машиностроение, 1967. – 372 с.

РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ МОДЕЛІ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Юрчук В. П., д.т.н.,

Можаровський В.М., к.т.н.,

Кірієнко О.А., к.т.н.,

Башловка Є.А., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, (Україна, м. Київ)

***Анотація** – актуальним дослідженням в даний час є розробка підкопуючого органа, виконаного у вигляді стріл, з'єднаними між собою за допомогою шпильок та встановленими паралельно одна одній із зазором, а також механізм приводу стріл розміщений на рамі, та має ведучий кривошип, шатун якого через маятник з'єднаний з рамою.*

***Ключові слова** – підкопуючий робочий орган, модернізація робочих органів-стріл, гвинтоподібні стріли.*

Постановка проблеми. Збільшення обсягів виробництва та зниження собівартості продукції є актуальною проблемою сільського господарства. Основною причиною технологічно-експлуатаційного зниження ефективності виробництва є недосконалість техніки для обробки ґрунту, невідповідність якості вимогам, які висуваються Держстандартом України. Важливе місце серед вказаних проблем займає досягнення спрощення конструкцій, зниження їх металоємності та енергоємності.

Аналіз останніх досліджень. Відомий картоплекопач, який містить привід та підкопуючий орган зі стрілами, які встановлені паралельно одна одній з зазором та з'єднані між собою шпильками. На останніх між стрілами знаходяться обтічники. Крім того, ведучий кривошип з'єднаний зі стрілами, при цьому стріли здійснюють обертально-поступальний рух та викопують коренеплоди,[1].

Найбільш близьким до даної конструкції є патент України коренебульбокопач, що містить підкопуючий робочий орган, виконаний у вигляді стріл, які встановлені паралельно одна одній із зазором і з'єднані між собою шпильками. Механізм приводу розміщений на рамі і має ведучий кривошип, шатун якого за допомогою маятника з'єднаний з рамою, а стріли створюють розширювальне русло і виконані ввігнуто-випуклим,[2].

Недоліком даного пристрою є низька ефективність роботи та низька сепарація ґрунту.

Формулювання цілей. Головним завданням даної конструктивної моделі є збільшення надійності та продуктивності конструкції, зменшення енергоємності двигунів сільськогосподарських машин та інших ґрунтообробних пристроїв.

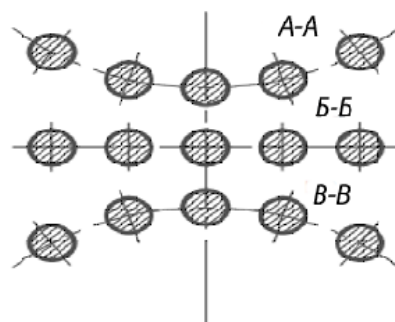
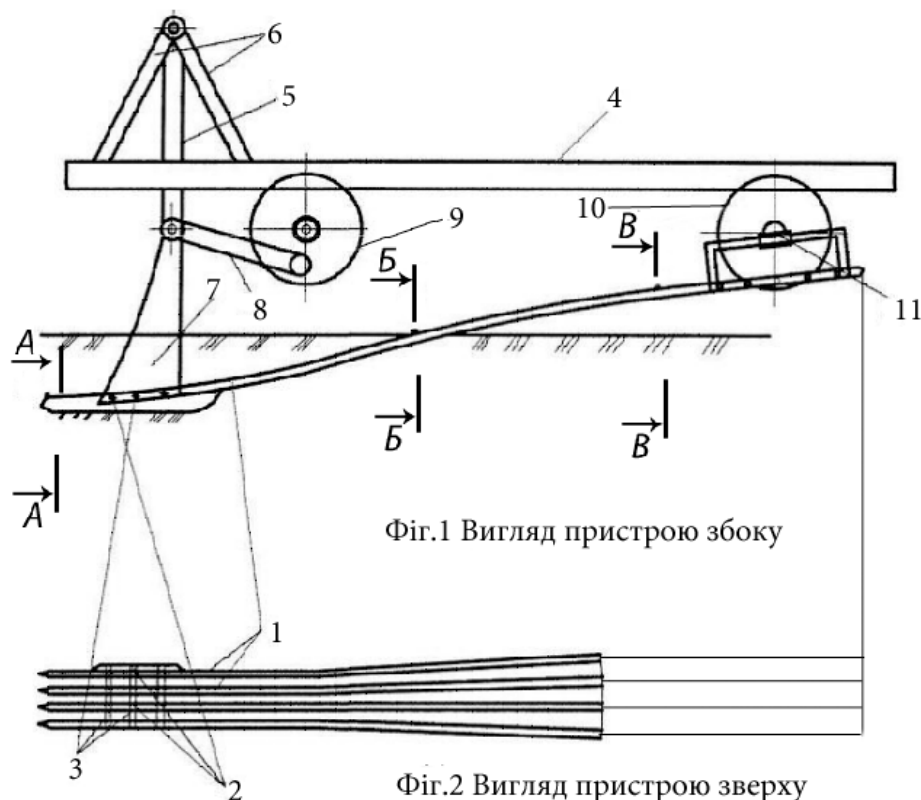
Основна частина. Коренеклубнекопач містить підкопуючий робочий орган у вигляді стріл 1, які мають ліву та праву скрутку розміщену симетрично відносно осі рядка, та з'єднану між собою шпильками 2, встановленими паралельно одна одній з зазором. На шпильках 2 знаходяться обтічники 3 змонтовані між гвинтоподібними стрілами 1. Гвинтоподібні стріли 1 розміщені на рамі 4 за допомогою маятника 5, який встановлений на опорних стійках 6. На маятнику 5, кронштейні 7 шарнірно закріплений шатун 8 з ведучим кривошипом 9 гвинтоподібні стріли 1 з веденим кривошипом 10 закріплені за допомогою повзуна 11.

Коренеклубнекопач працює наступним чином: підкопуючий орган з гвинтоподібними стрілами 1 які мають ліву та праву скрутку та з'єднані між собою шпильками 2, плавно опускається в землю до визначеної глибини і приводяться в повертально-поступальний плаваючий рух через ведучий кривошип 9, шатун 8 і кронштейн 7. Рухаючись таким чином по борозні, гвинтоподібні стріли 1, розрізаючи землю, пропускають її через себе, відбувається піднімання та сепарація ґрунту. При малому куті нахилу підвищується площа тертя стріл об землю, що призводить до більш ефективного виштовхування коренеплодів, при цьому товщина стріл допустима в межах 6-20мм і залежить від матеріалу. Виконання стріл гвинтоподібними підвищує сепарацію ґрунту сприяє кращому відділенню від коренеплодів, та підвищує ефективність роботи пристрою. Таким чином, на стрілах в кінці переміщення залишаються лише коренеплоди, які далі транспортуються до бункеру, чи просто на поверхню поля вздовж рядка.

Так на ділянці АБ поперечної форми стріл створюється ділянка стискання ґрунту, а на ділянці БВ створюється процес розтягування, що в цілому створює знакоперемінну дію на ґрунт.

Відомо, що така дія сприяє покращенню сепарації на 15-20%, що також покращує процес сепарації і функціонування всієї коренеклубнекопальної машини, на якій встановлений даний копач.

Крім того пристрій спрямований на зниження енергозатрат, підвищення якості викопування коренеклубнеплодів та зменшення затрат часу, потрібного на його викопування.



Висновок.

1. Таким чином розроблений механізм забезпечує, зниження металоємності, енергоємності і забезпечення працездатності конструкції.

2. Пристрій сконструйовано так, що хоча б один підкопуючий робочий орган-грунтозачеп забезпечував зчеплення з ґрунтом.

3. Гвинтова форма робочих поверхонь збільшує надійність та продуктивність двигунів сільськогосподарських машин даного типу, та сприяє підвищенню продуктивності роботи.

Бібліографічний список

1. Авторське свідоцтво СРСР №1789102 МПК A01D 13/00, 33/00, опублік. 23.01.1993

2. Патент України на корисну модель №57480 МПК A01D 13/00, 33/00, опублік. 25.02.2011

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЮ КАРТОПЛЕКОПАЧА

Юрчук В.П., д.т.н.,

Парахіна Н.А., ст.викл.,

Горашенко О.Ф., студент

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут". (Україна, м. Київ)

Анотація - розглядається питання геометричного моделювання пристрою для викопування картоплі. Пристрій відноситься до області сільськогосподарського машинобудування, найбільш доцільно застосовувати його для викопування картоплі. При збиранні, необхідно відрегулювати відстань між фрезами залежно від різновиду сортів картоплі що збирається і глибини її залягання в ґрунті.

Ключові слова - леміш, збирання корнебульбо плодів, дискові ножі, кронштейни, сепаруючий елеватор.

Постановка проблеми. Збирання корнебульбоплодів є доволі трудомістким процесом, особливо це стосується картоплі. Якщо коренеплоди наприклад буряк або редьку можна збирати витягуванням, то картоплю потрібно обов'язково підкопувати, а вже після того збирати з поверхні ґрунту ручним методом, чи комбайнами. Потужних комбайнів для викопування корнебульбо плодів існує багато але всі вони мають великі розміри, можуть використовуватись лише на великих ділянках, потребують значних витрат пального, до того ж часто пошкоджують овочів підчас викопування. При цьому для збирання кожного типу овочевих культур використовують окремі спеціальні комбайни [1].

Аналіз останніх досліджень. Існуючі конструкції невеликих корнебульбокопачів не задовольняють потреб споживачів через низьку економічність, потреби в потужному двигуні і використання в них пасивних органів різання для підкопування - плоских прямих лемешів, які не можуть бути використані для універсальних машин. Тому ефективність підкопування лемеша залежить від дотримання залежності його довжини від площини перерізу ґрунту, що підрізується лемешем, а саме: довжина лемеша має бути пропорційна площі перерізу зазначеного шару ґрунту [2].

Так, при глибині копання 5-8 см леміш повинен мати довжину не більше за 13 см, але леміш такої малої довжини конструктивно важко поєднати з органом сепарації плодів від ґрунту. При збільшенні довжини лемеша скорочується швидкість пересування пласта по його робочій поверхні, збільшуються втрати потужності утворюється суцільний пласт

грунту, який згруджується перед лемешем, Грунт мало подрібнюється, і тому його сепарація ускладнена.

Для більшого розпушування ґрунту і розсипання грудок в пристрої, підкопувальні лемеші оснащені засобами вібраційної дії на ґрунт. Але такі засоби потребують додаткового збільшення тягового зусилля, тобто збільшеної потужності двигуна.

Формулювання цілей. Нам необхідно дослідити альтернативний пристрій, який легкий в користуванні, керуванні і переналагоджуванні, який легко транспортувати.

Основна частина. Для пояснення суті досліджень наведемо приклад конкретного виконання викопувального пристрою. Сутність запропонованої корисної моделі полягає в наступному. Пропонована конструкція включає в себе дисковий ніж що встановлений в одній площині з вертикальною твірною U-образного лемеша, наступного по сліду розрізу зробленого дисковим ножом, що дозволяє зменшити об'єм ґрунту який попадає на елеватори. Завдяки можливості зміни ширини підкопувальних шарів ґрунту в меншу сторону на сепаруючі елеватори надходить значно менше ґрунту, що значно зменшує втрати бульб через засипання їх ґрунтом. Картоплекопач включає наступні основні вузли: суцільнозварну раму 1, підкопувальні U-образні лемеші 2, перший і другий сепаруючі елеватори 3 і 4, ходові колеса 5, механізм приводу 6, навісний пристрій 7, дисковий пристрій, що складається з поперечного бруса 8, закріпленого на нижніх тягах механізму навіски трактора (на рис. НЕ пронумерований) за допомогою внутрішніх і зовнішніх кронштейнів 10, 11 і двох хомутів з основою. До поперечного бруса 8 хомутами (на рис. Не показані), стійки 12 з дисковими ножами 13. Дискові ножі 13 встановлюються шляхом фіксації стійок 12 в кронштейнах 14.

Розкриття корисної моделі

Завданням корисної моделі є - поліпшення якісних показників роботи елеваторів шляхом забезпечення оптимальних умов роботи лемешів, скорочення втрат за копачем, та зменшення опору агрегату, підвищити продуктивність і забезпечити її універсальність, за рахунок регулювання основних параметрів дискового пристрою і підкопувати лемешів.

Технічний результат запропонованої корисної моделі зводиться до універсальності в застосуванні і скорочення втрат картоплі за рахунок можливості зміни параметрів підкопувачів лемешів і застосування дискового пристрою.

Технічний результат досягається тим, що картоплекопач, що містить перший і другий сепаруючі елеватори, встановлені на рамі з підкопувачами лемешами, ходові колеса, механізм приводу, навісний пристрій, забезпечений дисковим пристроєм, що складається з поперечного бруса, на який встановлені дискові ножі за допомогою поворотних кронштейнів, причому дисковий пристрій закріплений на

нижніх тягах на вагомій трактора за допомогою двох болтів, зовнішніх і внутрішніх кронштейнів, а підкопувальні лемеші виконані U-подібної форми.

Картоплекопач включає наступні основні вузли: суцільнозварну раму 1, підкопувальні U-образні лемеші 2, перший і другий сепаруючі елеватори 3 і 4, ходові колеса 5, механізм приводу 6, навісний пристрій 7, дисковий пристрій, що складається з поперечного бруса 8, закріпленого на нижніх тязі 9 механізму навіски трактора (на рис. НЕ пронумерований) за допомогою внутрішніх і зовнішніх кронштейнів 10, 11 і двох хомутів з основою. До поперечного бруса 8 хомутами, стійки 12 з дисковими ножами 13. Дискові ножі 13 встановлюються шляхом фіксації стійок 12 в кронштейнах 14. Картоплекопач працює наступним чином. Перед початком роботи лемеші 2 регулюють на глибину підкопування за допомогою навішування трактора. Глибину розрізання ґрунту дисковими ножами 13 встановлюють шляхом фіксації стійок 12 в кронштейнах 14. Відстань між дисковими ножами 13, розрізають ґрунт уздовж рядів і посадок картоплі, встановлюють зміщенням і наступною фіксацією кронштейнів 14 по поперечного бруса 8.

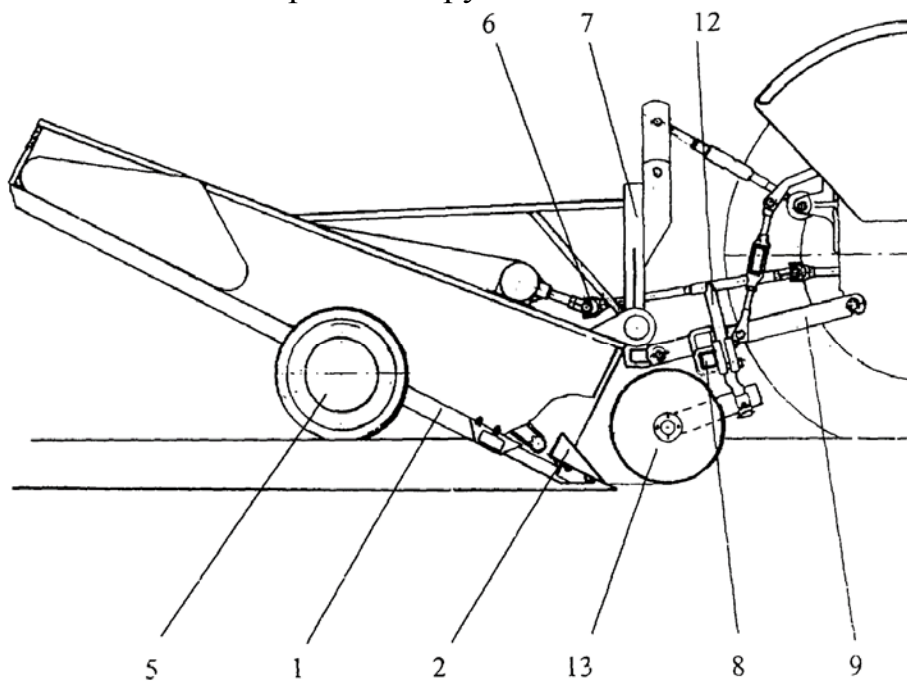


Рис.1 Конструктивна модель копача

При русі агрегату ходовими колесами 5 по полю слідом за трактором дискові ножі 13 на встановлену глибину розрізають ґрунт уздовж гнізд картоплі в рядках, а потім U-образні лемеші 2 підкопують два рядки картоплі і направляють пласти ґрунту, обмежені в ширину вертикальними утворюючими лемеша 2, на перший елеватор, що приводиться в рух механізмом приводу 6, для відділення від бульб дрібних домішок ґрунту і частково бульб від бадилля. З першого елеватора маса надходить на другий 4 для подальшого відділення бульб від ґрунту і домішок. Потім бульби, бадилля та великі грудки ґрунту скидаються слідом на поле.

Дисковий ніж 13 встановлюється в одній площині з вертикальною твірною U-образного лемеші 2, наступної по сліду розрізу зробленого дисковим ножом 13, що дозволяє зменшити обсяг ґрунту, що потрапляє на елеватори 3 і 4. Взаємне розташування лемешів 2 і дискових ножів можна змінити в залежності від ширини міжряддя. Це дозволяє застосовувати даний пристрій (пристосування) з різними марками картоплекопачів, установку дискових ножів 13 на різну глибину і ширину міжрядь при відповідному доопрацюванню лемешів 2.

Всі з'єднання пропонованої конструкції кріпляться на суцільнозварну раму 5 і є роз'ємними, тому вона може бути змонтована на нижніх тягах 9 навішування трактора, що особливо важливо при використанні трактора на інших роботах.

Для демонтажу конструкції досить відвернути гайки, що кріплять кронштейни 10 і 11 до нижніх тягам 9 механізму навіски трактора.

Завдяки можливості зміни ширини підкопуваних шарів ґрунту в меншу сторону на елеватори 3 і 4 надходить значно менше ґрунту, що значно зменшує втрати бульб через засипання їх ґрунтом.

Висновки. Пропонована корисна модель в порівнянні з прототипом та іншими відомими технічними рішеннями має такі переваги:

- універсальність пристосування дозволяє застосовувати її з іншими картоплекопачами:

- мінімізація втрат бульб за один прохід;
- зменшення тягового опору агрегату;
- легкість монтажу і демонтажу конструкції пристосування;
- високі показники роботи се паруючих і підкопувати пристроїв;
- не вимагає виготовлення дорогих вузлів.

Картоплекопач, що містить перший і другий сепаруючі елеватори, встановлені на рамі з підкопувати лемешами, ходові колеса, механізм приводу, навісний пристрій, що відрізняється тим, що він забезпечений дисковим пристроєм, що складається з поперечного бруса, на який встановлені дискові ножі за допомогою поворотних кронштейнів, причому накопичувач на комп'ютері закріплено на нижніх тягах навішування трактора за допомогою двох болтів, зовнішніх і внутрішніх кронштейнів, а підкопувальні лемеші виконані U-подібної форми.

Бібліографічний список

1. *Юрчук В.П.* Методические указания по геометрическому моделированию поверхностей выкапывающих рабочих органов коннекторных машин. КПИ, 1990.-52с.

2. *Павлов А.В., Юрчук В.П., Надкренічна Т.М., Яблонський П.М.* Використання математичних моделей при конструюванні коренезбиральних машин // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь. 2000.-Вип.4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. - Том 11,-С.39-43.

СГЛАЖИВАНИЕ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Юсеф А., студент гр. ИС-52, ФИВТ,

Яблонский П.Н., к.т.н.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт» (Украина, г. Киев)

Аннотация – рассматриваются методы сглаживания (*Anti-Aliasing (AA)*), в частности, метод минимизации артефактов искажения, с названием "алиасинг (*Aliasing*)" или наложения спектров, представляя собой изображение высокой резолуции при более низкой резолуции.

Ключевые слова – сглаживание (*Anti-Aliasing*), дискретизация (*Sample rate*), фильтр (*filter*), размытие края (*Edge-blur*), артефакты (*artifacts*).

Постановка проблемы. В компьютерной графике, края многоугольника являются «зазубренными» при диагональном выводе на экран (рис 1).



Рис. 1. Сглаживание изображения

Анализ последних исследований. Сглаживание означает удаление компонентов сигнала, которые имеют более высокую частоту, чем может быть надлежащим образом обработано с помощью устройства записи (или выборки). Это удаление производится до (повторной) выборки на более низкой резолуции. Когда отбор проб производится без снятия этой части сигнала, это вызывает нежелательные артефакты, как показано на рис. 1.

Тем не менее, это влечет за собой снижение производительности для видеокарты и использует больше видеопамати. Уровень сглаживания определяет, на сколько гладкие края многоугольника (и сколько видеопамати используется) [1, 2].

Постановка задания. В компьютерной графике, при диагональном выводе на экран отрезков прямой, сторон многоугольника и т.п. возникает необходимость в сглаживании краев, что позволит улучшить визуальное восприятие такого изображения. Таким образом, сглаживание улучшает

внешний вид краев многоугольника, поэтому они не являются неровными, а сглаженные на экране.

Основная часть. Рассмотрим некоторые методы антиалиасинга (сглаживания):

– **увеличение частоты дискретизации:**

SSAA (Super-Sample AA): наложение спектров значительно уменьшается и изображение неподвижное. Как правило, в этом случае не должно быть никакого размытия. Недостатком этого способа является потребность в наличии оборудования с высокой производительностью, что, в некоторых случаях, может замедлять работу [3].

MSAA (Multi-Sample AA): по сравнению с SSAA снижает требования к оборудованию по производительности. MSAA обнаруживает края полигонов и только увеличивает количество образцов. Основным преимуществом является то, что данный метод предлагает AA, который не размывает и требует меньшей производительности чем SSAA. К недостаткам можно отнести то, что при использовании некоторых рендер-двигателей (например, Unreal Engine 3) возникают проблемы с использованием MSAA, что выражается в нерегулярности результатов.

– **размытие края / контраст:**

FXAA (Fast Approximate AA): представляет собой режим пост-AA, который использует фильтры размытия. Во-первых, он обнаруживает контраст "ребра" в кадре, а затем размывает его вдоль градиента.

Это приводит к сильно зауженной видимой ступенчатости, которая охватывает также альфа-текстуры. При этом также размывается все, включая текстуры. Этот метод также является одним из самых «дешевых» видов AA.

SMAA (Subpixel Morphological AA): представляет собой режим AA, на основе пост-AA – фильтр размывания FXAA.

"Обнаружение" наложения спектров модернизировано и ближе к обнаружению используемого в MSAA, чем обнаружение используемого в FXAA. Результатом является то, что SMAA до сих пор остается очень «дешевым», все так же разглаживает альфа-текстуры и в значительной степени уменьшает видимые наложения спектров, но не так сильно размывает изображение.

– **другие методы:**

TXAA (Temporal AA): является очень сложной формой AA. Это не пост-AA, хотя также присутствует размытие из-за использования метода понижающей дискретизации.

Требует гораздо более высокой производительности, чем при FXAA и SMAA, хотя снижение наложения спектров является одним из лучших из всех режимов AA, но при этом размывается все [4].

На рис. 2 приведены примеры использования различных методов AA:

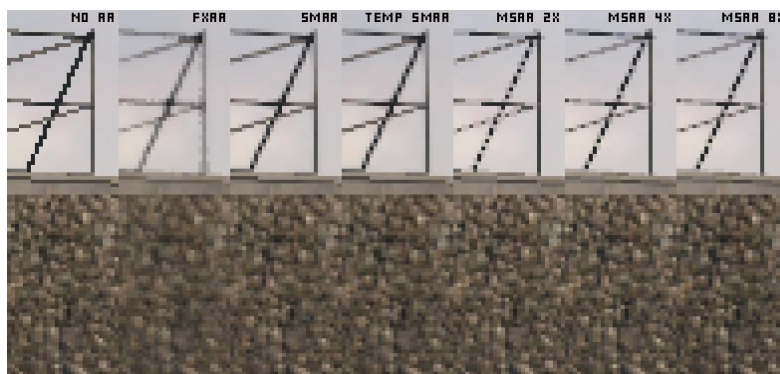


Рис. 2. Результаты использования различных методов АА

Методы АА, которые будут использоваться, должны быть выбраны с учетом системы запуска. Различные методы (особенно для мониторов с высокой резoluцией) имеют резкое различие в производительности, и, следовательно, необходимо учитывать характеристики видеокарты.

Выводы. Используя текущие достижениями рендера, когда мы смотрим на фото-реалистичные изображения, наложения спектров могут привести к тому, что изображение будет казаться синтетическим и нереалистичным. Таким образом, в будущем, так как реализм графики продолжает развиваться, иметь высококачественный антиалиасинг будет становиться все более актуальным заданием. А именно, важнейшим заданием является эффективное нивелирование наложения спектров, чтобы не разрушать визуальную иллюзию, созданную анимированными компьютерными персонажами.

Библиографический список

1. Интернет-ресурс «Википедия». – Режим доступа: https://www.reddit.com/r/Games/comments/1rb964/antialiasing_modes_explained/. Дата доступа : 11.04.2016.
2. Интернет-ресурс «Википедия». – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Spatial_anti-aliasing/. Дата доступа : 11.04.2016.
3. Интернет-ресурс «Википедия». – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Supersampling/>. Дата доступа : 11.04.2016.
4. Интернет-ресурс «Википедия». – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Temporal_anti-aliasing/. Дата доступа : 11.04.2016.
5. Fleet D., Hertzmann A. Computer Graphics Lecture Notes CSC418/CSCD18/CSC2504 / Fleet D., Hertzmann A. / – Computer Science Department University of Toronto. Version: November 24, 2006/ – 120 p.

ПРИКЛАД ПОБУДОВИ 3D-МОДЕЛІ ДЛЯ ОЛІМПІАДИ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

Бакалова В.М., к.т.н.,

Надкернічна Т.М., ст.викладач,

Шеляг О.В.,

Осіпов Р.О., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут” (Україна, м. Київ)

***Анотація** – у роботі розглянуто основні етапи побудови 3D – моделі за її проекціями та виконання компоновки кресленника.*

***Ключові слова** – моделювання, інформаційні технології, 3D – модель, геометрична модель, компоновки кресленника.*

Постановка проблеми. Застосування способів моделювання і конструювання, дослідження геометричних образів, використання програмних засобів дозволяє розв'язувати поставлені задачі з курсу “Інженерна комп'ютерна графіка”. Дисципліна “Інженерна комп'ютерна графіка” є одна із базових у підготовці фахівців технічного профілю. Тому, особливе значення набувають заходи впровадження нових методів у навчальний процес.

Основна частина. При навчанні набуття знань з курсу «Інженерна комп'ютерна графіка» сприяє розумінню і швидкому засвоєнню методів роботи у графічних системах, а також успішно оволодіти методикою тривимірного моделювання. Моделювання тривимірних об'єктів має певні переваги. По-перше, за допомогою програмного, технічного, методичного забезпечення проводити дослідження моделей. По-друге, за тривимірною моделлю створювати кресленники, уникнувши при цьому помилок. Твердотільні об'єкти мають складну форму, а тому побудова їх починається з формування твердотільних примітивів шляхом застосування теоретико-множинних операцій (об'єднання, віднімання, перетину та ін.). Для цього потрібні знання в області геометрії, стереометрії, математики, фізики, розуміння об'єму і форми, а також володіння основами архітектури, фотографії, дизайну і ін.

При моделюванні від задуму ідеалізованого об'єкту до отримання кінцевого продукту було запропоновано алгоритм створювання моделей в такій послідовності дій (див. рис. 1, 2, 3,4,5):

- 1) аналіз завдання (побудувати тривимірну модель за його проекціями, виконати компоновку кресленника);
- 2) підготовчий етап;

- 3) дослідження об'єктів;
- 4) уявне розчленовування моделі на прості складові геометричні елементи;
- 5) етап побудови примітивів базової частини деталі;
- 6) моделювання (побудова об'єктів);
- 7) етап редагування геометричних елементів;
- 8) візуалізація (створення кінцевого зображення);
- 9) редагування і підготовка до друку (отримання кінцевого продукту).

Розглянемо основні етапи побудови 3D-моделі.

Перший етап виконання пропонованої задачі – аналіз форми геометричних елементів, що утворюють зовнішню і внутрішню поверхні моделі (див. рис. 1).

Другий етап розв'язання задачі - побудова геометричних елементів. Кожний геометричний елемент створюється окремо з урахуванням розмірів, форми і положення. Обираємо спосіб побудови.

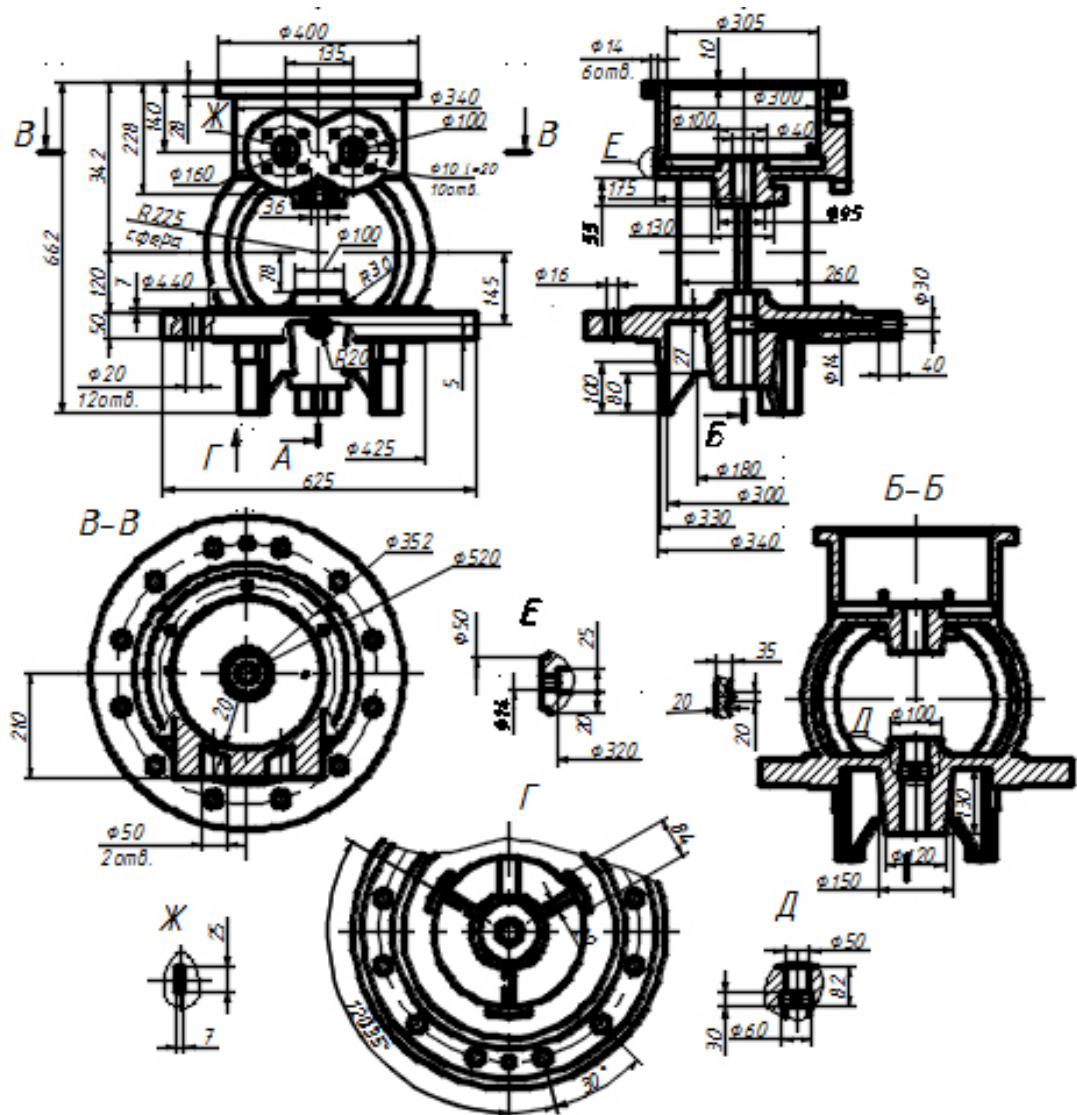


Рис. 1 Кресленик моделі.

Оскільки базові частини побудов зовнішнього та внутрішнього контурів збігаються, рекомендується для зручності виконувати їх в різних шарах. Для правильної орієнтації деталі, оскільки в процесі побудови будемо користуватися кількома системами координат, розділимо графічну область на чотири екрани виглядів. Встановлюємо потрібні види в кожному екрані – фронтальний вигляд, види зліва, зверху та ізометричний вигляд.

Розглянемо найбільш цікаві випадки побудови.

По скільки геометрія основної частини зовнішнього та внутрішнього контурів – сфера перетинається з циліндром, починаємо побудову зі сфери (зовнішньої та внутрішньої), центри

яких співпадають з центром ССК. Будуються циліндри (зовнішній та внутрішній). Об'єднаємо зовнішні сферу та циліндр (див. рис. 2).

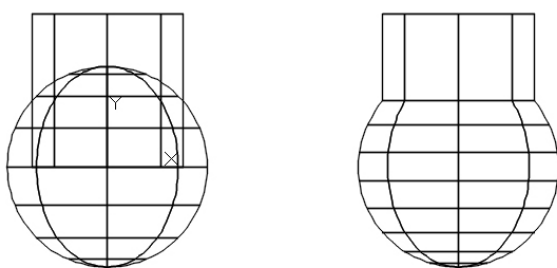


Рис.2

Лінія перетину допоможе знайти на якому рівні знаходиться внутрішня площадка. При виконанні горизонтальних отворів на рис.3 виникають складності. Бажано горизонтальні циліндри розтошовувати в своєму шарі.

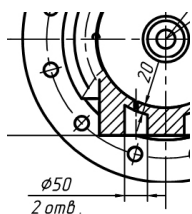


Рис.3

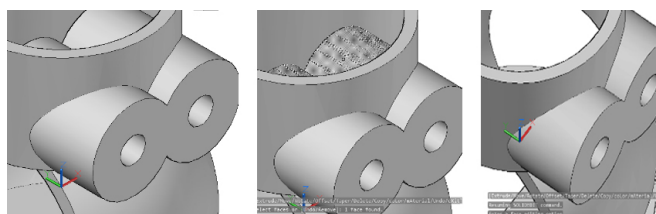


Рис.4

На рис.4 показано що створюються горизонтальні циліндри з отворами, які об'єднуються з основною частиною, в результаті об'єднування виходить перегородка в отворі яка рівна товщині стінки циліндра. За допомогою команди видалення граней видалимо непотрібні поверхні.

Для побудови криволінійних ребер (рис.5) використовуємо команду LOFT вказується верхній та нижній перетин 1, а потім путь 2 по якому будується ребро.

Друге ребро, яке симетрично побудованому, можна отримати за допомогою дзеркального відображення.

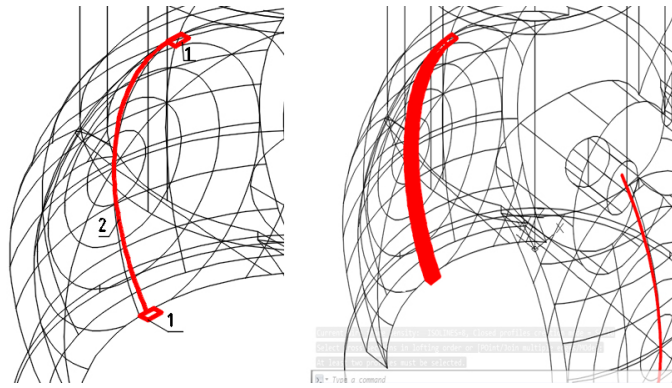


Рис.5

Етап редагування геометрії елементів конусою необхідні спряження та фаски. В результаті побудов отримують модель (рис. 6).

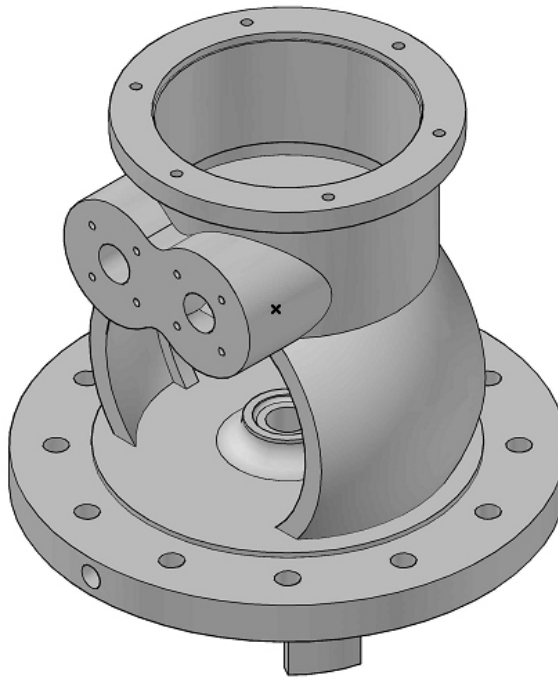


Рис. 6. 3D - модель

Висновки. Запропоновано основні етапи побудови тривимірної моделі та компоновки кресленика тіла складної форми.

Бібліографічний список

1. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD: Навч. посібник . –К.: Каравела, 2006.- 336с.
2. Погорелов Виктор. AutoCAD 2007. Трехмерное моделирование. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007.- 432 с.
3. Орлов А. AutoCAD 2009. –СПб.: Питер, 2008.- 378 с.

КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Шпаченко К.О., студент,

Жученко О.А., к.н.т,

Юрчук В.П., д.т.н.,

§ tsdsd' q' l . c ., ffsdcdnQ

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут” (Україна, м. Київ)

Анотація - розглядається принцип конструювання покращеного пристрою для викопування коренеплодів.

Ключові слова - сільськогосподарський, коренеплід, гвинтова поверхня, рихлення.

Постановка проблем. Відомий кореневикоувальний пристрій який містить прямий, передній ніж для рихлення ґрунту та викопування коренеплодів. Неякісне викопування коренеплодів та їх очищення від ґрунту, недостатня зона охоплення коренеплодів у ґрунті відносно осі рядка є одним із недоліків відомого копача.

Формування цілей. Метою створення пристрою для викопування коренеплодів є збільшення зони коренеплодів у ґрунті підвищення продуктивності викопування та зменшення можливості травмування коренеплодів переднім ножем для рихлення ґрунту.

Основна частина. Пристрій для викопування коренеплодів працює наступним чином: при русі пристрою вперед, розпушувальний ніж 1 і вильчастий копач 2 передніми частинами роторів 3 та 4 занурюються на робочу глибину в зоні рядка і підрізають ґрунтовий моноліт. Закріплений у втулці 7 ротор вилкового копача 6 та другий ротор 5 розміщені симетрично відносно осі рядка коренеплодів та у зоні їх проростання. Обертаючись в різні сторони вони створюють активну зону викопування та витягування коренеплодів.

На нижній частині 8 ножа для рихлення розміщена гвинтоподібна поверхня 9, яка активною гвинтовою дією, за рахунок нахилу нижньої робочої частини ножа, створює в зоні проростання коренеплодів глибинну мережу вертикальних тріщин та сколювання. Цю мережу значно збільшує при своєму переміщенні вперед долото 10, з гвинтоподібною передньою поверхнею 11, яка закінчується переднім лезом 12.

Нахил робочої гвинтової поверхні 9 відносно вертикальної осі рядка (кут θ) при своєму збільшенні – розширює зону охоплення самих коренеплодів. Ще в свою чергу зменшує утрати кінців коренеплодів, особливо враховуючи активізацію дії самого долота 10 та гвинтову дію робочої поверхні [11].

Вся результуюча дія гвинтоподібної поверхні 9 долота 10 та гвинтова активність його робочої поверхні 11 сприяє збільшенню зони викопування коренеплодів особливо при великій врожайності, коли коренеплоди виходять із зони свого рядка.

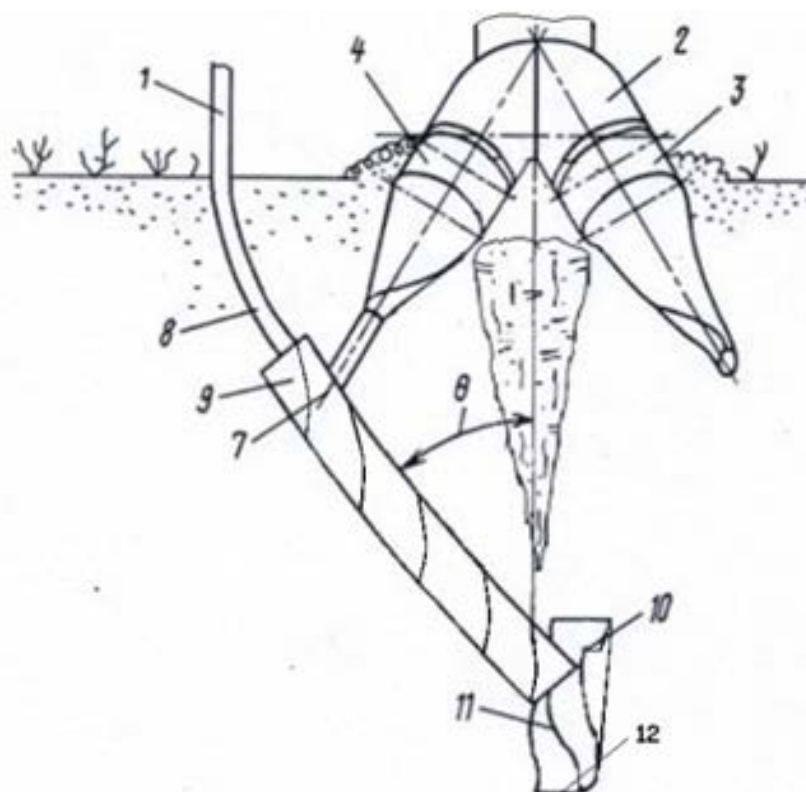


Рис. 1 Вигляд пристрою збоку

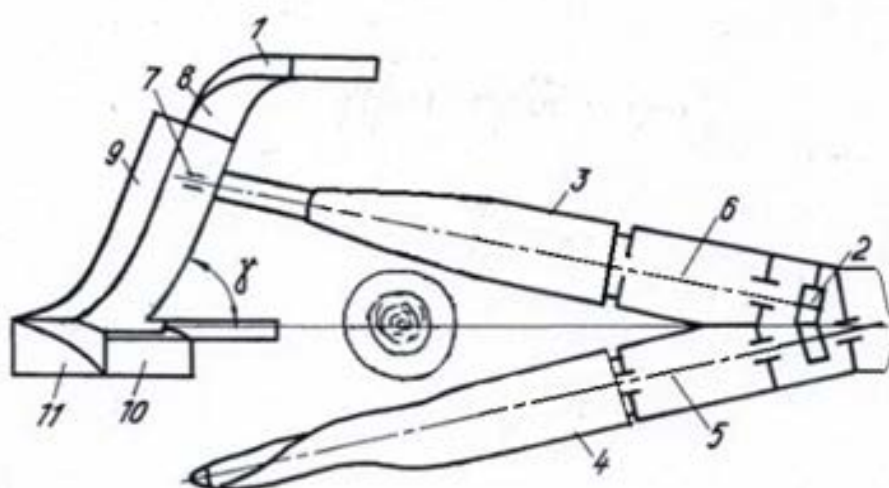


Рис. 2 Вигляд пристрою зверху

Висновок :

1). Таким чином, збільшення зони охопту проростання коренеплодів та активізація рихлення ґрунту забезпечують те, що коренеплоди вивільняються та відділяються від ґрунту і вилковими копачами вільно транспортуються на підбирачі .

2). При цьому коренеплоди менше пошкоджуються і піднімаються з більшими хвостовими рештками, що значно покращує урожайність коренеплодів

Бібліографічний список

1. Юрчук В.П. Методические указания по геометрическому моделированию поверхностей выкапывающих рабочих органов корнеуборных машин .: –КПИ, 1990. С.52.

2. Павлов А.В. , Юрчук В.П. , Надкернична Т.М. , Яблонський П.М. Використання математичних моделей при конструюванні коренезбиральних машин // Праці таврійської агротехнічної академії.- Мелітополь.-2000.-Вип.4. Прикладна геометрія та інженерна графіка .-Том 11,-с.39-43.

3. Корабельский В.И. Обоснование формы и параметров почвообразующих органов с помощью геометрического моделирования основных технологических требований: Дисертация доктора техн. Наук по специальности 05.05.01“Механизм с.-х. производства ”.-Челябинск, 1988. – с.506.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОФАЗНОЙ МНОГОЛУЧЕВОЙ ЛБВ С ПЕРЕМЕННОЙ ФАЗОВОЙ СКОРОСТЬЮ

Саурова Т.А., к.т.н.,

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», (Украина, г. Киев)

Аннотация – для автофазной многолучевой лампы бегущей волны (АМ ЛБВ) с переменной фазовой скоростью получены формулы упрощенного расчета основных характеристик, необходимые для быстрой оценки ожидаемых величин.

Ключевые слова – лампа бегущей волны (ЛБВ), многолучевая ЛБВ (МЛБВ), автофазный режим, автофазная ЛБВ (АЛБВ), способ усиления СВЧ сигнала, выходные характеристики, методика расчета.

Постановка проблемы. Применение многолучевой конструкции лампы бегущей волны О-типа позволяет существенно снизить эксплуатационные и массогабаритные характеристики [1]. Для улучшения выходных характеристик ЛБВ в [2 - 4] предложен режим с захватом электронных сгустков полем электромагнитной волны (автофазный режим). Однако вопрос оценки основных характеристик прибора остается открытым.

Анализ последних достижений. Предложенная в [5] теория многолучевой автофазной лампы бегущей волны является достаточно строгой и для первичной оценки выходных характеристик АМ ЛБВ требует широкого использования численных расчетов на ЭВМ. Решим поставленную задачу на основе приближенной нелинейной теории АМ ЛБВ [6].

Формулировка целей (постановка задачи). Данная работа посвящена созданию методики приближенного расчета основных характеристик автофазной МЛБВ.

Основная часть. В [8] было показано, что при составлении баланса энергий АМ ЛБВ с переменной фазовой скоростью волны в замедляющей системе можно пренебречь изменением энергии колебаний электронных осцилляторов в захваченном сгустке электронов при медленном изменении фазовой скорости волны. При этом получено уравнение, связывающее между собой амплитуду поля бегущей волны E с параметрами медленно изменяющихся величин:

$$E^2 - E_0^2 + 2\alpha \int_0^z E^2 dz = 2RI_0 \int_0^z E_s dz, \quad (1)$$

где $E_s = -\frac{d}{dz} \left(\frac{\omega^2}{2\eta h_0^2} \right)$ – эквивалентное электростатическое поле, ω – круговая частота сигнала, $h_0 = \omega/v_\phi$, v_ϕ – фазовая скорость волны в замедляющей системе (ЗС).

Продифференцируем соотношение (1) по z

$$\frac{dE}{dz} + \alpha E = RI_0 \frac{E_s}{E}.$$

Общее решение этого уравнения имеет следующий вид:

$$E(z) = E_0 e^{-\alpha z} + RI_0 e^{-\alpha z} \int_0^z e^{\alpha z} \sin \psi_0 dz, \quad (2)$$

где $\sin \psi_0 = \frac{E_s}{E}$. С учетом (2) коэффициент усиления

$$G(z) = 20 \lg \frac{E(z)}{E_0} = 20 \lg \left[e^{-\alpha z} \left(1 + \frac{RI_0}{E_0} \times \int_0^z e^{\alpha z} \sin \psi_0 dz \right) \right] \text{ (дБ)}. \quad (3)$$

Электронный КПД АМ ЛБВ определяется соотношением [3]:

$$\eta_e = \frac{E^2 - E_0^2 + 2\alpha \int_0^z E^2 dz}{2RI_0 U_0} = \frac{\int_0^z E_s dz}{U_0}, \quad (4)$$

после интегрирования которого получаем:

$$\eta_e = \frac{v_\phi^2(0)}{v_e^2} - \frac{v^2(z)}{v_e^2}, \quad (5)$$

где $v_e = \sqrt{2\eta U_0}$ – невозмущенная скорость электрона. Формула (5) удобна для расчета η_e при заданном изменении фазовой скорости $v_\phi(z)$ усиливаемой электромагнитной волны.

Расчет полевого КПД:

$$\eta_F = \frac{\Delta \tilde{P}_{BЧ}}{I_0 U_0} = \frac{E^2(z) - E^2(0)}{2RI_0 U_0},$$

где $\Delta \tilde{P}_{BЧ}$ – высокочастотная мощность в ЗС за вычетом мощности потерь.

С учетом (2)

$$\eta_F = \frac{1}{2RI_0 U_0} \left\{ \left[E_0 e^{-\alpha z} + RI_0 e^{-\alpha z} \cdot \int_0^z e^{\alpha z} \sin \psi_0 dz \right]^2 - E_0^2 \right\}.$$

Выводы. На основе упрощенной нелинейной модели АМ ЛБВ с переменной фазовой скоростью разработана методика упрощенного расчета основных характеристик в размерных параметрах прибора. На этапе эскизного проектирования полученные соотношения позволяют провести оценку характеристик указанного усилительного прибора СВЧ.

Библиографичний список

1. *Данович И.А.* Многолучевые секционированные ЛБВ с большим усилением и фокусировкой периодическим магнитным полем / *И.А. Данович И.А., В.А. Перекупко В.А.* // Техника и приборы СВЧ. – 2009. – №1. – С.7 - 11.
2. *Белявский Е.Д.* О режиме работы приборов О-типа с захватом электронных сгустков полем электромагнитной волны / *Е.Д. Белявский* // Радиотехника и электроника. – 1971. – Т. 16. – №1. – С. 208-210.
3. *Белявский Е.Д.* Многолучевая автофазная лампа бегущей волны. / *Е.Д. Белявский, Т.А. Саурова* // «Электроника и связь», – 2007, – №4, – С. 36 - 38.
4. Пат. 61842 Україна, МПК (2011.01) H01J 25/00. Спосіб підсилення радіохвиль / *Белявський Є.Д., Саурова Т.А., Теличкіна О.В.*; заявник і патентовласник Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”. – заявл. 03.03.2011; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14.
5. *Белявский Е.Д.* Теория многолучевой автофазной лампы бегущей волны / *Е.Д. Белявский, Т.А. Саурова, О.В. Теличкина* // Электроника и связь. – тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». – 2011. – №2. – С. 60 - 62.
6. *Саурова Т.А.* Приближенная аналитическая нелинейная теория многолучевой автофазной лампы бегущей волны с переменной фазовой скоростью / *Т.А. Саурова* // ДУІКТ, COMINFO'2009 - Livadia 05 – 09 жовтня 2009 р.: збірник тез V міжнародної науково-технічної конференції. – К.: ДУІКТ, 2009. – С. 141 - 142.
7. *Саурова Т.А.* Адиабатическая нелинейная теория многолучевой автофазной лампы бегущей волны с переменной фазовой скоростью. / *Т.А. Саурова* // «Электроника и связь», тематический выпуск «Проблемы электроники» ч.1. – 2008. – №1-2. – С.114 – 115.
8. *Васютин В.Д.* Оценка устойчивости многолучевой ЛБВ к самовозбуждению на высших типах колебаний / *В.Д. Васютин, В.Т. Ефименко, Т.А. Саурова* // Электронная техника. – Сер. СВЧ техника. – 1992. – Вып. 9-10 (453-454). – С. 26 – 30.

ЗМІСТ

<i>Авдєєва Л.</i> ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНОГО МЕТОДУ ПРИ РОЗВ'ЯЗУВАННІ ЗАДАЧ ІЗ ЦІЛОЮ ТА ДРОБОВОЮ ЧАСТИНОЮ ДІЙСНОГО ЧИСЛА.....	4
<i>Балинська С.О., Найдиш А.В., Спірінцев Д.В.</i> ВПЛИВ УПРАВЛЯЮЧОГО КОЕФІЦІЄНТУ НА ДИСКРЕТНУ КРИВИНУ У МЕТОДІ НА ОСНОВІ ВАРІАТИВНОГО ФОРМУВАННЯ РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ.....	8
<i>Бакалова В.М., Баскова Г.В., Камінський В.С, Стеблецький І.М.</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ.....	14
<i>Бакалова В.М., Баскова Г.В., Яремчук О.М., Стеблецький І.М.</i> ДЕЯКИ ПИТАННЯ ДО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ.....	17
<i>Бахмач О. С., Парахіна Н. А., Макаренко М. Г., Юрчук В. П.</i> ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕКЛУБНЕПЛОДІВ.....	21
<i>Білик Н.Т., Баранецька О. Р., Шевчук А.О.</i> ДО ПИТАННЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНОЇ ОГРАНКИ КРИСТАЛІВ.....	25
<i>Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Мартиненко Г.С.</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ З ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН.....	29
<i>Білицька Н.В., Коваль Г.М., Корнієнко І.О.</i> ДО ПИТАННЯ ПРОВЕДЕННЯ СТУДЕНТСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ.....	33
<i>Брайко К.А., Яблонський П.М.</i> КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА У КІНЕМАТОГРАФІЇ.....	38

<i>Ванін В.В., Вірченко Г.І., Вірченко С.Г.</i> ДЕЯКІ ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	43
<i>Ванін В.В., Юрчук В. П., Грубич М.В.</i> МАТЕМАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ ЛІНІЙ ЗМІННОГО (АКСІАЛЬНОГО) КРОКУ	47
<i>Войтюк В.О., Михлевська Н.В., Юрчук В.П.</i> КОНСТРУЮВАННЯ РОТАЦІЙНОГО ПЛУГА.....	50
<i>Гагарін О.О., Титенко С.В., Юдина А.А.</i> АДАПТИВНІСТЬ СИСТЕМ НАДАННЯ ЗНАНЬ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ.....	53
<i>Глінський Є.М., Малиноський В.В., Юрчук В.П., Лебедєва О. О.</i> КОНСТРУЮВАННЯ ФОРМИ ПРОФІЛЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ РОЗПУШУВАЧА ҐРУНТУ.....	57
<i>Гнітецька Г. О., Гнітецька Т.В., Лисак Б. В.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІЧНОГО РЕДАКТОРА AUTOCAD ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ.....	60
<i>Грітчина К.С., Гетьман О.Г., Білицька Н.В.</i> ПРО ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО МЕТОДА ПОБУДОВИ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ДВОХ ПОВЕРХОНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ.....	65
<i>Грубич М. В., Яблонський П.М., Бакалова В.М., Юрчук В. П.</i> МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ, ПОВ'ЯЗАНИХ З КОНСТРУЮВАННЯМ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ.....	68
<i>Гумен О.М., Віхманов В.І.</i> ПОРІВНЯННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ 3D МОДЕЛЮВАННЯ В AUTOCAD І КОМПАС 3D.....	72

<i>Гумен О.М., Тацький Є.В.</i> ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ PERAKURA ДЛЯ СТВОРЕННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОЇ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ	76
<i>Дворник В.А., Яблонський П.М.</i> ЕКСТРЕМУМИ В ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧАХ: ОСНОВНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ.....	79
<i>Дубіна А. В., Яблонський П. М.</i> ТРЬОХКОМПОНЕНТНА ПРИРОДА КОЛЬОРУ НА ПРИКЛАДІ КОЛІРНОЇ МОДЕЛІ RGB.....	84
<i>Дубовик Л.С., Болдирєва Л. В., Болдирєва М.О., Яновський С.</i> ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА З ЕВОЛЬВЕНТНИМ ПРОФІЛЕМ ЗАСОБАМИ САПР	88
<i>Залевська О.В., Стадніченко Г.О., Склярєв Є.С.</i> МОДЕЛЮВАННЯ КОНТУРУ ТЕРМОПРОФІЛЮ НАБЛИЖЕНИМИ МЕТОДАМИ.....	91
<i>Казмирчук А.В., Мудрак Ю.Н.</i> ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ.....	96
<i>Карась І. В., Савченко Л. М.</i> РОЗРОБКА ВІЗУАЛЬНИХ ЕФЕКТІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ.....	101
<i>Кільнякова В.Є., Глібо О.А., Максимова М.О.</i> СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСУ ІМІДЖЕВОЇ РЕКЛАМНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ЕЛЕМЕНТАМИ 3D ГРАФІКИ.....	106
<i>Кільнякова В.Є., Тарасенко Р.О., Савченко Л. М.</i> ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ВІТРОГЕНЕРАТОРА.....	109
<i>Коваленко М.М., Ніколов М.О., Ступницький В.С.</i> МЕТОДИКА АНАЛІЗУ КІНЕТИЧНИХ КРИВИХ РАДІОФАРМПРЕПАРАТУ В НИРКАХ ПО ДАНИМ НЕПРЯМОЇ РЕНАНГІОСЦИНТИГРАФІЇ.....	114

Коваль Г.М., Роспончук М.М. ЗАСТОСУВАННЯ КОНІЧНИХ ПОСЕРЕДНИКІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ПОВЕРХОНЬ.....	118
Ковалюк Д. О., Степанюк М. М. ВИКОРИСТАННЯ AUTOCAD ДЛЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	122
Козловський А.Г., Бакалова В.М. Юрчук В.П., Лебедєва О. О. ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КУЛЬТИВАТОРІВ ТА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	124
Козулін С.М., Подима Г.С. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗВАРНИХ ШВІВ У ВАЖКОДОСТУПНИХ ДІЛЯНКАХ ТОВСТОСТІННИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ.....	127
Н. М. Коломийчук БАЗОВА ГРАФІЧНА ПІДГОТОВКА У РОЗВИТКУ НАОЧНО-ОБРАЗНОГО МИСЛЕННЯ.....	132
Н. М. Коломийчук, М.В. Лазарчук ОСОБЛИВОСТІ ПАРАМЕТРИЧНОГО КРЕСЛЕННЯ В AUTOCADі	134
Колосова О.П. ПІДХОДИ ДО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КВМ.....	138
Колосов О.Є. ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНО-ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ.....	145
Колосов О.Є. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ І НАНОМОДИФІКОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ В АВІАКОСМІЧНІЙ ТЕХНІЦІ.....	149

Колосов О.Є., Сівецький В.І., Кривошеєв В.С., Куриленко В.М. ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ.....	152
Кремець Я. С. СИСТЕМА ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЛІНІЙ НА ПОВЕРХНЯХ ОБЕРТАННЯ У ФУНКЦІЇ ДОВЖИНИ ДУГИ.....	155
Кузнєцов Ю.М., Дем'яненко Є.С. ПАТЕНТНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ «БІОНІЧНИЙ МАНІПУЛЯТОР»	159
Кузнєцов Ю.М., Солнцев О.В. ПЕРЕДУМОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ «БІОНІЧНИЙ МАНІПУЛЯТОР»	163
Куценко Л.М., Семків О.М. НЕХАОТИЧНІ ТРАЄКТОРІЇ КОЛИВАНЬ ВАНТАЖУ МАЯТНИКА З РУХОМОЮ ТОЧКОЮ ПІДВІСУ.....	167
Куцик А.П., Семенчук Р.В., Лукавенко В.П. ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВОДУ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСУ	172
Лещенко Д. В., Гетьман О.Г., Мартиненко Г.С. ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ ЛІНІЇ ПЕРЕРІЗА КОНІЧНОЇ ПОВЕРХНІ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ПЛОЩИНОЮ ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ.....	174
Ліпніцький Л.В., Білицька Н.В., Мартиненко Г.С. ЗАСТОСУВАННЯ САПР КОМПАС ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНКУ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ.....	177
Лосєв Є. О., Можаровський В. М., Кузнєцов Ю. М., Юрчук В. П. РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ МОДЕЛІ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБРОБКИ ҐРУНТУ.....	181

<i>Лисій В.С., Святина М.А., Гожій С.П., Юрчук В.П.</i> КОНСТРУЮВАННЯ ЗУБА ЗЕМЛЕРИЙНОЇ МАШИНИ.....	185
<i>Луданов Д.К., Кузенко М.Т.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТУ MATHCAD ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МАГНІТНИХ ПОЛІВ	188
<i>Найдиш В.А., Лебедєв В.О., Волошина Г.С.</i> ОБЧИСЛЮВАЛЬНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ КУТОВОЇ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ	191
<i>Несвідоміна О.В.</i> MAPLE-МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКИХ ІЗОМЕТРИЧНИХ СІТОК ТРИГОНОМЕТРИЧНИМИ ФУНКЦІЯМИ КОМПЛЕКСНОЇ ЗМІННОЇ.....	196
<i>Надкернична Т.М., Півень Н.В., Тимкович Г.І., Дятлик Р.</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ КРЕСЛЕНИКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЗАДАЧ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ «КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА» (AUTOCAD-ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ)	200
<i>Надкернична Т.М., Тимкович Г.І., Ярошенко М.О., Мігуш М.О.</i> ВИКЛАДАННЯ «ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ» В СУЧАСНИХ УМОВАХ	205
<i>Овсієнко Л.Г., Яцук С. О.</i> ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ З КУРСУ “НАРИСНА ГЕОМЕТРІЇ”.....	208
<i>Нижеголенко О., Дмитрук М., Вознюк Т. А.</i> ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕЗ ГАЗУ.....	211
<i>Овсієнко Л.Г., Перевозник К. Р.</i> ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ З КУРСУ “НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ”	214

<i>Парахіна Н.А. , Космина С.Ю.</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЮ З ТЕМИ «З'ЄДНАННЯ НАРІЗЕВІ».....	216
<i>Рашевський М.Ю, Кузнєцов Ю.М.</i> ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ "БІОНІЧНИЙ МАНІПУЛЯТОР"	219
<i>Святина М. А., Махорін Я.Г., Юрчук В. П., Лебедєва О. О.</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДА СПРЯЖЕННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ДИСКА.....	222
<i>Сідоров Д.Е., Колосов О.Є., Погорілий О.В., Гур'єва А.О.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ДОСЯЖНИХ РОЗМІРІВ ПРИ ФОРМУВАННІ ПЕТ-ВИРОБУ.....	227
<i>Стеблюк В.І., Орлюк М.В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОЛІГОНАЛЬНОГО ПРОФІЛЮ ВОЛОЧІННЯМ ТРУБНОЇ ЗАГОТОВКИ МІЖ НЕПРИВОДНИМИ РОЛИКАМИ.....	230
<i>Тимкович Г.І., Надкернична Т.М., Півень Н.В.</i> СПРОЩЕНА ГЕОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ФОРМОЮ ПОВЕРХНІ ЗМІННОЇ ГЕОМЕТРІЇ	234
<i>Точинський В. О., Малиновський В. В., Юрчук В. П., Лебедєва О. О.</i> НОВА КОНСТРУКЦІЯ СІВАЛКИ-САДЖАЛКИ КАРТОПЛІ.....	240
<i>Юзьвак Д.Ю., Яблонський П.М.</i> ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ.....	243
<i>Шевчук А.І., Березан В.А., Бакалова В.М., Юрчук В.П.</i> ДО ПИТАННЯ КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ.....	248

<i>Юрчук В.П., Бакалова В.М., Баскова Г.В., Євзютін П.Ю.</i> ГЕОМЕТРИЧНЕ КОНСТРУЮВАННЯ КУЛАЧКОВОГО БІТЕРА.....	251
<i>Юрчук В. П., Коробко І. В., Бакалова В. М., Коваль В. О.</i> КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ БЕЗВІДВАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	254
<i>Юрчук В.П., Махорін Я.Г., Бакалова В.М., Рудницький Б.А.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОРЧУВАННЯ ПНІВ.....	257
<i>Юрчук В.П., Махорін Я.Г., Михлевська Н. В., Коваленко С.П.</i> КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КРОТОВИХ ДРЕН.....	260
<i>Юрчук В.П., Махорін Я.Г., Святина М.А., Лебедєва О. О.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗА НАПРЯМОМ ВЕКТОРА МАКСИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ.....	263
<i>Юрчук В. П., Можаровський В.М., Кірієнко О.А., Башилова Є.А.</i> РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ МОДЕЛІ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	266
<i>Юрчук В.П., Парахіна Н.А., Горащенко О.Ф.</i> ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЮ КАРТОПЛЕКОПАЧА.....	269
<i>Юсеф А., Яблонский П.Н.</i> СГЛАЖИВАНИЕ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ.....	273
<i>Надкернічна Т.М., Бакалова В.М., Шеляг О.В., Осінов Р.О.</i> ПРИКЛАД ПОБУДОВИ 3D-МОДЕЛІ ДЛЯ ОЛІМПІАДИ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ.....	276

<i>Шпаченко К.О., Жученко О.А., Юрчук В.П. і інше. Конструювання пристрою для викопування коренеплодів.....</i>	280
---	-----

<i>Саурова Т. А. Методика расчета основных характеристик автофазной многолучевой ЛБВ с переменной фазовой скоростью.....</i>	283
--	-----

ЗМІСТ.....	286
------------	-----