УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ З ПРИКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

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

МАТЕРІАЛИ

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

23 – 24 квітня 2015 р.
УКРАЇНА, м. КИЇВ

ББК 22.151я43
П75

ДРУКУЄТЬСЯ ЗА НАКАЗОМ РЕКТОРА № 1-62
від 11 березня 2015 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) 454-94-46, E-mail: ypn@ukr.net

Матеріали IV-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 4. – К.: ДІЯ, 2015р. – 245 с. з іл.

ISBN 966-7665-80-6

ISBN 966-7665-80-6

© Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», 2015

Шановні друзі!

Вітаю учасників IV Всеукраїнської конференції молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності». Наша конференція присвячена дуже актуальній тематиці – «Інноваційна діяльність студентів та молодих вчених – майбутнє України».

Формування творчого молодіжного середовища є найважливішим завданням кожного суспільства. Саме творча молодь, без перебільшення, визначає розвиток держави, її авторитет у світі, рівень життя її громадян. Саме така молодь спроможна створити нові інноваційні технології та обладнання для їх реалізації, знайти ефективні рішення на виклики нашого сторіччя.

Прикладна геометрія, як наука, створює базу для моделювання різноманітних явищ, процесів, машин і механізмів.

«Геометрія – керманич усіх розумових пошуків», – наголосив М.Ломоносов.

Логіка, чіткість та красота геометричних образів та тверджень не тільки розвивають творче мислення, але і слугують базою розв'язання багатьох технічних задач.

Так, наприклад, саме розробка геометрії поверхонь літака є базою діалогу та результатом творчої співпраці спеціалістів різного профілю, що приймають участь у створенні літака.

Дизайн промислового виробу також базується на ретельній проробці його геометрії. Від цього залежить і якість виробу, його комфортність для людини, можливість отримати найбільший ефект при користуванні.

Особливе місце в творчому розвитку займає винахідницька діяльність. Винахід – це результат творчої розробки від ідеї до втілення у виріб або процес – об'єкт інтелектуальної власності творчої особистості.

Найважливіша задача вищої школи – формування творчої особистості. Тільки такий спеціаліст спроможний адаптуватися до розуміння та використання нової інформації, що так швидко змінюється у сучасному світі, створити інноваційні технології.

Бажаю творчих успіхів!

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

УДК 514.18

ПРОФЕСОР ПОДКОРИТОВ А.М. – ЗАСНОВНИК УКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ ШКОЛИ З ТЕОРІЇ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ

Ванін В.В., д.т.н.
Юрчук В.П., д.т.н.
Ісмаілова Н.П.,к.т.н.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – в роботі, яка присвячена 85-річному ювілею професора Одеського політехнічного інституту, наведено короткий огляд основних досягнень і сучасних напрямків досліджень української наукової школи з теорії спряжених поверхонь, проведених під керівництвом д.т.н., проф. Подкоритова А.М.*

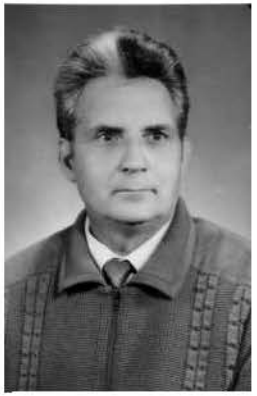
***Ключові слова** – машинобудування, прикладна геометрія, геометричне моделювання, спряжені гвинтові поверхні.*

Постановка проблеми. Сучасний розвиток геометричного моделювання обумовлений потребами машинобудування та новими вимогами до систем комп'ютерного проектування та розвитком передових напрямків. Але нові етапи знань та теорій потребують геометричних підходів, які дозволяють визначати перспективи їх подальшого розвитку.

Основна частина. Доктор технічної наук, професор кафедри Інформаційних технологій проектування в машинобудуванні Одеського державного політехнічного університету Подкоритов Анатолій Миколайович народився в 1930 р. в місті Арамільськ Свердловської області.

Науково-педагогічна діяльність Подкоритова А.М. в галузі нарисної геометрії та графіки почалась біля піввіку тому. В 1949 році після закінчення денного відділення Омського машинобудівного технікуму і одночасно вечірньої школи робітничої молоді, був направлений на роботу на машинобудівний завод. Працюючи конструктором, вступив на вечірнє відділення механіко-технологічного факультету Омського машинобудівного інституту. Потім – служив в лавах Радянської Армії, де виконував обов'язки начальника радіолокаційної станції. Після повернення з діючої служби працював майстром виробничого навчання в ремісничому училищі і одночасно навчався на вечірньому відділенні ОмМІ.

В 1958 р. Анатолій Миколайович закінчив Омський політехнічний інститут, а в 1958 – 67 роках він уже викладач, ст. викладач кафедри нарисної геометрії та графіки Омського політехнічного інституту. У 1960-65 роках він аспірант-заочник Московського авіаційного інституту, а в 1966 р. успішно захистив кандидатську дисертацію. Уже у 1967 році він стає доцентом цього ж ВУЗу.



ПОДКОРИТОВ АНАТОЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

У період 1966-67 роки він декан механіко-технологічного, а потім до 1971 р. – декан факультету автоматизації ОмПІ та одночасно проректор з наукової роботи Омського політехнічного інституту. При цьому одночасно він є завідувачем кафедри автоматизації машинобудування.

У 1977 р. Подкоритов А.М. успішно захистив докторську дисертацію, яка була відмічена в бюлетені ВАК СРСР як одна із кращих дисертацій року з розділу нарисної геометрії, машинобудування та машинознавства. В докторській дисертації професора Подкоритова А.М. на тему «Теоретичні основи автоматизованих методів геометричного моделювання спряжених криволінійних поверхонь, які виключають інтерференцію» розроблені теоретичні основи формування спряжених криволінійних поверхонь:

а) з просторовою лінією контакту; б) новий інваріантний метод їх формування; в) кінематичний метод формування спряжених гвинтових нелінійчастих поверхонь стосовно до верстатів з ЧПК; г) графічний метод профілювання високоефективного різального інструменту з просторовою ріжучою кромкою [1]. Формалізація процесу геометричного моделювання даних поверхонь дозволяє застосувати ЕОМ для формування складних спряжених кінематичних поверхонь.

З 1978 року він доктор технічних наук, професор. У 1978 - 1980 роках А.М. Подкоритов стає завідувачем кафедри нарисної геометрії та графіки ОмПІ, а згідно з наказом МінВузу СРСР переводом в м. Одесу з 1980 року – він завідувач кафедри нарисної геометрії, інженерної графіки Одеського державного політехнічного університету.

Застосування розробленого різального інструменту та зубчастої гвинтової передачі, вільних від інтерференції, дозволяє уникнути підрізань, заклинювань, небезпечної концентрації напружень та підвищує точність і надійність широкого класу деталей в машинобудуванні та різального інструменту. Впроваджено автоматизацію технологічного процесу виготовлення виробів та спеціальних матеріалів.

З 1974 р. професор Подкоритов А.М. керує аспірантурою з спеціальності «Нарисна геометрія та інженерна графіка», ним підготовлено 15 кандидатів технічних наук та 2 доктора технічних наук. Під його началом розроблено 5 автоматичних установок які експонувались на ВДНГ СРСР, за що Анатолій Миколайович був удостоєний срібної та бронзової медалей. За багатолітню науково-педагогічну, організаторську та громадську діяльність А.М. Подкоритов нагороджений орденом «Знак Пошани», двома урядовими нагородами, «За доблестный труд» та «Відмінник освіти України».

Професор А.М. Подкоритов успішно працює на науковій ниві: він автор більше 350 друкованих наукових та методичних праць, опублікованих в

Україні та за її межами, а також 14 авторських свідоцтв на винаходи; серед них кілька підручників та навчальних посібників з нарисної геометрії, комп'ютерної графіки, кілька монографій. А.М. Подкоритов також редагував 9 міжвузівських наукових та методичних збірників з нарисної геометрії .

На протязі більше 20 років він був членом Президії науково-методичної комісії Мінвузу СРСР. На протязі 5-ти років був членом спеціалізованої експертної ради при ВАК України, в розгляді дисертацій. Професор Подкоритов А.М. активно працює в громадському та адміністративно-науковому напрямках, він член редколегії збірки «Прикладна геометрія та інженерна графіка», член декількох спеціалізованих вчених рад з захисту кандидатських та докторських дисертацій. Анатолія Миколайовича також обрано Головою Одеського регіону новоствореної Української асоціації з прикладної геометрії. Згідно з наказом Міносвіти України професора А.М. Подкоритова призначено Головою Всеукраїнського конкурсу студентських робіт із розділу «Прикладна геометрія». Кількість наукових праць, монографій, підручників, навчальних посібників, патентів тощо, розроблених Анатолієм Миколайовичем – всього 350 фахових публікацій, підручників - 5, монографій – 3.

Атмосферу творчості, наукових пошуків, конструктивної співпраці створив Анатолій Миколайович Подкоритов на кафедрі нарисної геометрії та графіки Одеського державного політехнічного університету, яку очолював з 1980 р. На кафедрі регулярно проводяться семінари, розвивається студентська наукова робота, проводяться наукові конференції.

Творча співпраця Анатолія Миколайовича з Київськими політехніками почалась у 1995 році, коли професор Павлов А.В. високо оцінив досягнення наукової школи Подкоритова А.М. та у спільній співпраці було отримано декілька патентів на новий метод проектування робочих поверхонь ґрунтообробних знарядь шляхом використання теорії спряжених поверхонь. Після цього Юрчук В.П. захистив докторську дисертацію з використання теорії спряжених поверхонь стосовно проектування робочих поверхонь ґрунтообробних знарядь, а аспірант Яблонський П. М. – кандидатську дисертацію. В даний час над подальшим розвитком теорії спряжених гвинтових поверхонь та використання її у сільськогосподарському машинобудуванні працюють аспіранти та пошукачі НТУУ «Київський політехнічний інститут».

Наукові досягнення професора Подкоритова А. М. відомі за рубежем. Він читав лекції та виступав з доповідями в багатьох учбових закладах США, Куби, Чехії, Болгарії. Доповідь професора Подкоритова А. М. включена до програми сьомої Всесвітньої конференції з нарисної геометрії (Остін, США). Як визнання заслуг в науці і перед вищою школою А. М. Подкоритова нагороджено знаком «Відмінник освіти України».

А. М. Подкоритов для колег та студентів є зразком сумлінного відношення до своїх обов'язків, відповідальності та доброзичливості, він завжди в творчому пошуку, він в авангарді, він завжди з нами.

Бажаємо Вам, дорогий Анатолій Миколайович,

подальших творчих успіхів,

міцного здоров'я та щасливого довголіття!

УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ З АЛГЕБРАЇЧНИМ І ЛІНІЙНИМ ЗАКОНАМИ РОЗПОДІЛУ КРИВИНИ ВЗДОВЖ ГОЛОВНИХ ЇХ НАПРЯМІВ

Агарков О.Ю., аспірант*

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Україна, м. Миколаїв)

Анотація *– розглядається питання геометричного моделювання поверхонь, кривина яких вздовж одного із головних напрямів підпорядковується алгебраїчній (другого порядку), а вздовж іншого – лінійній залежності. Пропонується алгоритм визначення невідомих коефіцієнтів цих залежностей за умови, що задані чотири точки, а в початковій точці відомі кути нахилу дотичних до головних напрямів.*

Ключові слова *– моделювання поверхні, алгебраїчний (другого прядку) і лінійний закони розподілу кривини, алгоритм, числова реалізація.*

Постановка проблеми. Проектування об'єктів, що мають складну зовнішню або внутрішню геометричну форму (обводи суден і літаків, профілі лопаток турбін і компресорів тощо), нерозривно пов'язане з математичним поданням поверхонь, якими моделюються ці складні геометричні форми. Незважаючи на те, що в сучасній науковій літературі з прикладної геометрії пропонується достатньо різноманітних підходів до формоутворення поверхонь, все ж таки і на цей час питання розробки нових методів моделювання поверхонь є актуальним. Останніми роками увага фахівців з прикладної геометрії посилилася до моделювання поверхонь із застосуванням певних законів розподілу кривини вздовж головних їх напрямів.

Аналіз останніх досліджень. Аналізуючи літературні джерела, в яких висвітлюються питання моделювання плоских і просторових кривих ліній, можна прийти до висновку, що при розв'язанні вказаних питань широко застосовуються певні графіки розподілу кривини від довжини дуги кривої, а для просторих кривих додатково розглядається графік розподілу скруту. Оприлюднення результатів подібних досліджень можна знайти в наукових працях С.Ф. Пилипаки, В.М. Несвідоміна, С.А. Устенка та інших фахівців з прикладної геометрії. Серед робіт, в яких подаються різноманітні методи опису поверхонь, можна виділити наступні [2, 4, 8]. Певний інтерес викликають публікації, де моделювання поверхонь виконується у системі супровідного тригранника напрямної кривої, як це зроблено в роботі [6].

---

* Науковий керівник – д.т. н. професор Ткач М.Р.

Формулювання цілей статті. Метою цієї роботи є подальший розвиток підходу до моделювання поверхонь з наперед обумовленими законами розподілу кривини вздовж головних їх напрямів, розглянутому в роботі [1], де застосовані лінійні закони розподілу кривини вздовж кожної осі, але на відміну від цієї роботи пропонується вздовж однієї осі кривину задавати алгебраїчною залежністю, а вздовж іншої – лінійною.

Основна частина. У роботі [1] розглядається моделювання ділянки поверхні, показаної на рис. 1, на якому під du і dv розуміються диференціали криволінійних координат u і v головних напрямів поверхні; а кути $\varphi(u, v)$, $\theta(u, v)$ є кутами нахилу дотичних до головних напрямів поверхні в точці 0. Задача розв'язується за умови, що задані координати чотирьох точок, а також кути нахилу дотичних φ_0 і θ_0. Перенесенням системи координат можна розташувати ділянку таким чином, що початок координат буде знаходитися в нульовій точці (рис. 2).

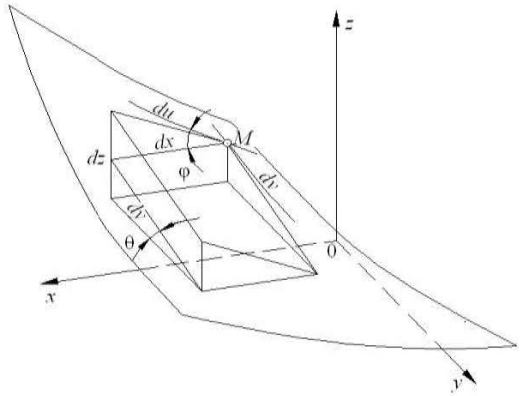


Рис. 1. Ділянка поверхні

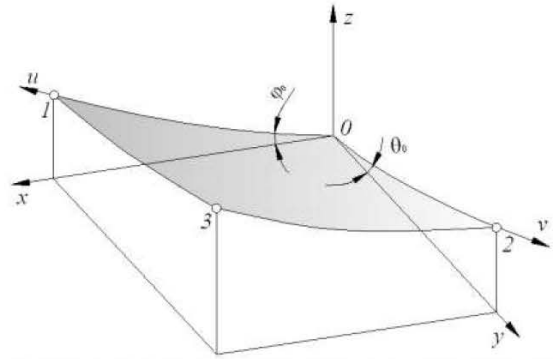


Рис. 2. Опорні точки поверхні

Ділянці поверхні, показаній на рис. 2, відповідають певні закони розподілу кривини $k_1(u, v)$ і $k_2(u, v)$, які залежать від значень криволінійних координат u і v. Візьмемо ці закони розподілу кривини у наступному вигляді:

$$k_1(u,v) = a_1u + b_1v + c_1uv + d_1; \quad (1)$$

$$k_2(u,v) = a_2u + b_2v + c_2, \quad (2)$$

де a_1, b_1, c_1, d_1, a_2, b_2, c_2 – коефіцієнти алгебраїчного (другого порядку) розподілу кривини вздовж криволінійної координати u і лінійного розподілу кривини вздовж криволінійної координати v, які визначаються в процесі моделювання ділянки поверхні.

З розгляду рис. 1 випливають наступні співвідношення:

$$dx = \cos\varphi(u,v)du;$$

$$dy = \cos\theta(u,v)dv;$$

$$dz = \sin\varphi(u,v)du + \sin\theta(u,v)dv.$$

З диференціальної геометрії відомо, що кривина поверхні дорівнює швидкості зміни кутів нахилу дотичних φ та θ до її головних напрямів, тобто:

$$\frac{d\varphi}{du} = k_1(u,v);$$

$$\frac{d\theta}{dv} = k_2(u,v).$$

Інтегруванням цих виразів визначають залежності для розрахунку кутів нахилу дотичних до головних напрямів поверхні u і v в довільній її точці:

$$\varphi(u,v) = \varphi_0 + \int_0^u k_1(u,v)du;$$

$$\theta(u,v) = \theta_0 + \int_0^v k_2(u,v)dv,$$

де φ_0 і θ_0 – кути нахилу дотичних до головних напрямів поверхні при нульових значеннях криволінійних координат u і v, відповідно.

Параметричне рівняння поверхні матиме вигляд:

$$x(u,v) = x_0 + \int_0^u \cos\varphi(u,v)du;$$

$$y(u,v) = y_0 + \int_0^v \cos\theta(u,v)dv;$$

$$z(u,v) = z_0 + \int_0^u \sin\varphi(u,v)du + \int_0^v \sin\theta(u,v)dv. \quad (3)$$

Розглянемо геометричне моделювання поверхні за умови, що її кривина вздовж криволінійних координат u і v буде змінюватися за алгебраїчним (другого порядку) і лінійним законами (1) і (2), відповідно.

Поставлену задачу моделювання поверхні будемо розв'язувати за наступним алгоритмом.

Крок 1. Забезпечення проходження кромки *0–2* ділянки поверхні через точки *0* і *2* (див. рис. 2), для якої криволінійна координата u дорівнює нулю, а варіюватися будуть координати y і z поверхні. При цьому координата z розраховуватиметься без врахування першого інтеграла у виразі (3). Для побудови кромки поверхні *0–2* необхідно визначити коефіцієнти b_2, c_2, а також криволінійну координату v_2. У цих розрахунках коефіцієнту a_2 присвоюється нульове значення. За перше наближення криволінійної координати v_2 береться відстань між точками *0* і *2*.

Розв'язавши задачу мінімізації функції трьох змінних з цільовою функцією у вигляді відстані між точкою *2* і деякою проміжною точкою, отриманою в процесі роботи алгоритму мінімізації, визначають коефіцієнти b_2 і c_2 та величину криволінійної координати v_2. На цьому кроці також застосовується алгоритм мінімізації функції багатьох змінних, запропонований в роботі [5].

Крок 2. Забезпечення проходження кромки *0–1* ділянки поверхні через точку *1*, для якої криволінійна координата v дорівнює нулю і варіюватимуться координати x і z. Координата z буде розраховуватися без врахування другого інтеграла формули (3). Для побудови цієї кромки необхідно визначити коефіцієнти a_1, d_1 та криволінійну координату u_1. Згідно з (1) коефіцієнти b_1 і c_1 при цих розрахунках участі не приймають, оскільки криволінійна координата v має нульове значення.

Коефіцієнти a_1 і d_1 та криволінійна координата u_1 визначаються шляхом розв'язування задачі мінімізації функції трьох змінних за методикою, застосованою на першому кроці алгоритму.

У результаті реалізації першого і другого кроків запропонованого алгоритму стають відомими шість невідомих величин.

Крок 3. Забезпечення проходження поверхні через точку *3*. Для цього необхідно визначити решту невідомих коефіцієнтів b_1, c_1 і a_2. Задача мінімізації розв'язується із застосуванням визначених вище значень криволінійних координат u_1 і v_2.

На підставі запропонованого алгоритму моделювання поверхонь з законами розподілу кривини у вигляді (1) і (2) розроблено програму розрахунків, яка формує масиви тривимірних координат точок. У результаты завантаження і обробки цих масивів у середовищі Wolfram

Mathematica виходили реалістичні зображення поверхонь, три з яких для прикладу показані на рис. 3.

Висновки. Виконані теоретичні дослідження й проведені розрахунки підтвердили можливість геометричного моделювання поверхонь з квадратичним і лінійним законами розподілу кривини вздовж головних їх напрямів.

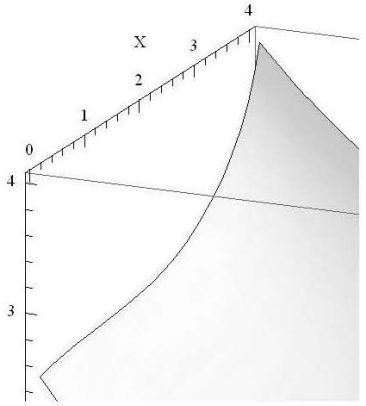


Рис. 3. Ділянки поверхонь, побудованих із застосуванням законів розподілу кривини (1) і (2)

Бібліографічний список

1. *Агарков О.Ю.* Моделювання поверхні з лінійними законами розподілу кривини вздовж головних її напрямів / *О.Ю. Агарков* // Сборник научных трудов Sworld. – Иваново: Маркова А.Д., 2014. – Выпуск 3 (36). – Том 3. – С. 3 – 10.

2. *Иванов Г.С.* Конструирование технических поверхностей / Г.*С. Иванов.* – М.: Машиностроение, 1982. – 192 с.

3. *Осипов В.А.* Машинные методы проектирования непрерывно-каркасных поверхностей / *В.А. Осипов.* – М.: Машиностроение, 1979. – 248 с.

4. *Пилипака С.Ф.* Конструювання лінійчатих поверхонь загального виду в системі супровідного тригранника напрямної просторової кривої / *С.Ф. Пилипака, М.М. Муквич* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – Вип. 4. – Том 35. – С. 10 – 18.

5. *Hooke R.* Direct search solution of numerical and statistical problems / *R. Hooke, T.A. Jeeves* // Journal of the ACM. – 1961. – Vol. 8, No 2. – P. 212-229.

6. *Farin G.* Curves and surfaces for computer-aided geometric design / *G. Farin.* – Academic Press Inc., 1997. – [4-th edition]. – 447 p.

УДК 515.2:536.3:664.8

ПОБУДОВА 3D-МОДЕЛІ ТА ВИКОНАННЯ ЇЇ КРЕСЛИНИКА НА ПРИКЛАДІ ВИВЧАННЯ ТЕМИ «ПОДВІЙНЕ ПРОНИКНЕННЯ»

Бакалова В.М., к. т. н.
Лєбєдева О.О., ст. викладач
Печонка М., студент
Національний технічний університет України "КПІ". Україна

Анотація *– у роботі розглянуто основні етапи створення зображень за тривимірною моделлю в системі AutoCAD.*

Ключові слова *– моделювання, інформаційні технології, твердотільна модель, геометрична модель.*

Постановка проблеми. Застосування способів моделювання і конструювання, дослідження геометричних образів, використання програмних засобів дозволяє розв'язувати поставлені задачі з курсу "Інженерна та комп'ютерна графіка". Дисципліна "Інженерна та 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 та комп'ютерна графіка» сприяє розумінню і швидкому засвоєнню методів роботи у графічних системах, а також успішно оволодіти методикою тривимірного моделювання. Багато років одним з найбільш потужних і широко поширених інструментів проектування є система AutoCAD. У кожній новій версії можливості програми стають все ширше, елементи .управління модернізуються, з'являються нові. Моделювання тривимірних об'єктів має певні переваги. По-перше, за допомогою програмного, технічного, методичного забезпечення проводити дослідження моделей. По-друге, за тривимірною моделлю створювати кресленики, 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):

- аналіз завдання;
- дослідження об'єктів;

- уявне розчленовування моделі на прості складові геометричні тіла;
- моделювання (побудова об'єктів);
- текстурирування (використання матеріалів);
- візуалізація(створення кінцевого зображення);
- редагування і підготовка до друку(отримання кінцевого продукту).

Відзначимо, що на всіх технічних факультетах дисципліна "Інженерна та комп'ютерна графіка" є базовою і викладається в основному на першому курсі, тільки на деяких факультетах на перших двох курсах. Враховуючи кредитно-модульну систему робочих навчальних планів зменшено число кредитів на цю дисципліну і зведено її викладання на деяких факультетах до одного семестру. А тому зменшення аудиторних годин є одна з причин низької якості засвоєння знань студентами.

На наш погляд оптимальним об'єм курсу "Інженерна та комп'ютерна графіка" є 36 годин лекцій, 18(36) годин практичних та 18(36) годин лабораторних занять. Це залежить від робочої та навчальної програми кожного факультету. Тому на факультетах, де вивчаються теми « Складальне креслення», «Деталювання», «Моделювання тривимірних об'єктів» необхідне збільшення практичних і лабораторних годин. Курс повинен будуватись на основі програмованого навчання з обов'язковим контролем знань студентів шляхом проведення контрольних робіт. Переважно особливу роль має проведення модульних контрольних робіт.

Розглянемо основні етапи побудови 3D-моделі та виконання креслеників геометричних форм, з яких складається кресленик геометричної моделі на прикладі вивчання теми « Подвійне проникнення» (див. рис. 1).

Перший етап виконання пропонованої задачі – аналіз форми геометричних елементів, що утворюють зовнішню і внутрішню поверхні моделі.

Другий етап розв'язання задачі - побудова окремих геометричних форм за допомогою команд **AutoCAD** у чотирьох екранному режимі (команда **vports)** з встановленням у видових екранах відповідних напрямів погляду на модель. Кожний геометричний елемент створюється окремо з урахуванням розмірів, форми і положення.

В результаті попередніх дій отримано зображення геометричної моделі. Для досягнення кінцевого результату необхідно виконати операцію віднімання тіл, що задають внутрішню форму, від тіла, що задає зовнішню форму моделі. Для рішення цієї задачі використовується команда **Subtract (Modify-Solid edition)**. На цьому просторове розв'язання задачі завершено (див. рис. 2).

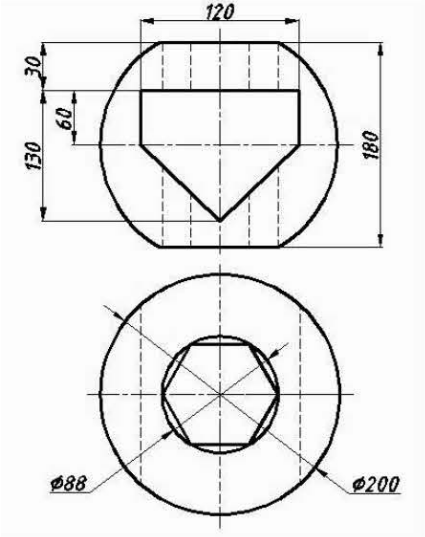


Рис. 1. Завдання геометричної моделі

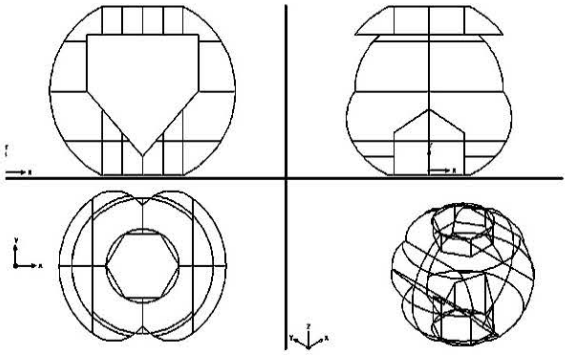


Рис. 2. Зображення геометричної моделі

Останній етап розв'язання поставленої задачи - отримання компоновки кресленика тіла складної форми за наявною тривимірною моделлю. Для цього використовується команда **Solview** з попереднім створенням чистого нового аркуша і активним видовим екраном, що відповідає головному виду кресленика. Проекції видів і розрізів з штрихуванням фігури перерізу у площині аркуша виконується командою **Soldraw** (у головному меню підменю **Draw – Modeling(Solids) – Setup**).

В результаті отримуються плоскі зображення - вигляди і розрізи з штрихуванням, що за замовчанням використовується в **AutoCAD**.

Для аналізу видимості ліній зовнішнього і внутрішнього контуру деталі у відповідних екранах використовується команда **Solprof.** Після вимкнення шарів з невидимими на екранах лініями та шару з межами видових екранів **(VPORTS)** на компоновці викреслюються осі симетрії та проставляються розміри. Вона набуває вигляд, що показаний на рис. 4.

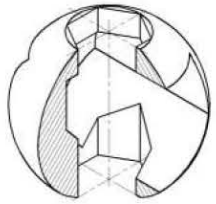


Рис. 3. Твердотільна модель

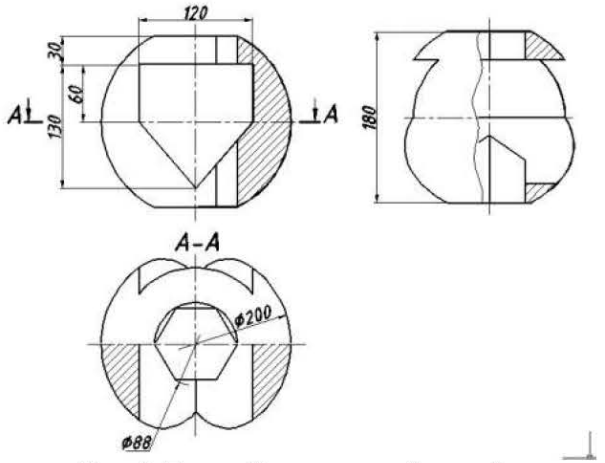


Рис. 4. Проекції геометричної моделі

Висновки. Запропоновано основні етапи викла[illegible] «Виконання креслеників за тривимірною моделлю в системі AutoCAD»

Бібліографічний список

1. *Ванін В.В., Перевертун В.В., Наджернична 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.

УДК 515.2:536.3:664.8

ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І АНІМАЦІЯ В СИСТЕМІ 3DS MAX

Бакалова В.М., к. т. н.
Яблонський П.М. к.т.н
Надкернічна Н.М., ст. викладач
Доценко О.К., студент
Національний технічний університет України "КПІ". Україна

Анотація *– у роботі розглянуто основні етапи створення зображень за тривимірною моделлю в системі 3ds Max.*

Ключові слова *– моделювання, інформаційні технології, твердотільна модель.*

Постановка проблеми. У світі сучасних інформаційних технологій, що розвиваються стрімкими темпами, високого рівня розвитку програмного і технічного забезпечення комп'ютерної техніки необхідно застосовувати нові високопродуктивні методи та засоби моделювання. Це вимагає пошук нових підходів до підвищення ефективності навчання. Тому, особливе значення набувають заходи впровадження нових методів у навчальний процес.

Аналіз останніх досліджень. Тривимірне моделювання об'єктів широко використовується у багатьох галузях і широко висвітлені в літературі. Однак в методичному плані педагогіки вищої школи має місце використання спрощеного матеріалу з основ інженерних дисциплін. А тому потрібні нові підходи, методи, правила, засоби для ефективного розв'язання задач.

Формулювання цілей статті. Метою цієї роботи є подальше підвищення ефективності використання комп'ютерних технологій при моделюванні об'єктів при викладанні курсу «Комп'ютерна графіка».

Основна частина. При навчанні набуття знань з курсу « Інженерна та комп'ютерна графіка» сприяє розумінню і швидкому засвоєнню методів роботи у графічних системах, а також успішно оволодіти методикою тривимірного моделювання. Застосування сучасних програм надає широкі можливості для побудови твердотільних моделей, дослідження їх, виконання складальних і робочих креслеників, автоматизувати процес параметричного 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 кресленики, 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.

Одна з найбільш потужних програм тривимірної графіки для вивчання курсу «Тривимірне моделювання і анімація» є програма 3ds Max. Ця система цікава і для тих, хто займається моделюванням в області 3D-графіки, телебаченням, видавництвом. Застосування таких інструментів, як візуалізація за допомогою **mental.ray**, побудови за вершинами, анімація персонажей й системи інверсної кінематики, менеджер шарів та ін., дозволяє моделювати об'єкти складної форми. Для цього потрібні знання в області геометрії, стереометрії, математики, фізики, розуміння об'єму і форми, а також володіння основами архітектури, фотографії, дизайну й ін.

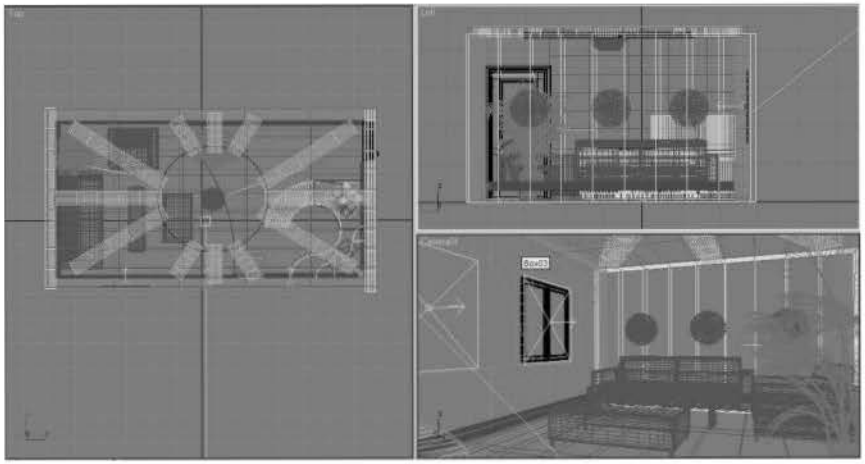


Рис. 1. Етапи створення моделі.

При моделюванні від задуму ідеалізованого об'єкту до отримання кінцевого продукту було запропоновано алгоритм створювання моделей в такій послідовності дій (див. рис. 1, 2):

- аналіз завдання;
- дослідження об'єктів;
- уявне розчленовування моделі на прості складові геометричні тіла;
- моделювання (побудова об'єктів);
- текстурирування (використання матеріалів);
- визначення властивостей поверхонь об'єктів для імітації різних властивостей реальних об'єктів (колір, фактура, прозорість, яскравість й ін.);
- освітлення (створення і розміщення джерел освітлення);
- анімація (створення руху за ключовими кадрами);

- візуалізація(створення кінцевого зображення або анімації);
- редагування і підготовка для друку(отримання кінцевого продукту).

Рис. 2 Фрагменти тривимірної моделі.

В останній час для розв'язання складних задач все частіше система3ds Max використовується разом з пакетами тривимірного інженерного моделювання 3D CAD/CAM. Не зважаючи на можливість імпортування моделей з інженерних пакетів і Autodesk зручніше у більшості випадків створювати твердотілі моделі в системі 3ds Max.

Висновки. Запропоновано основні етапи викладання теми «Тривимірне моделювання і анімація в системі 3ds Max»

Бібліографічний список

1. Бондаренко С. 3ds Max 9. Библиотека пользователя/ С. Бондаренко, М. Бондаренко. – СПб.: Питер, 2007.- 640 с.

УДК 515.2+563.3

ДЕЯКІ СПОСОБИ ПОБУДОВИ ПЕРЕРІЗІВ БОГАТОГРАННИКІВ

Бакалова В.М., к.т.н.
Баскова Г.В., ст. викладач
Баскова О.О., студентка
Давідюк Л.П., студент
Національний технічний університет України "КПІ"

Анотація *– Наведено деякі способи побудови перерізів багатогранників для конструювання технічних об'єктів.*

Ключові слова *– конструювання, інженерні технічні задачі, багатогранник, просторове уявлення, дискретність.*

Постановка проблеми. Розв'язання інженерних задач потребує створення достатньої бази для моделювання і конструювання технічних об'єктів. Динаміка сучасних ринкових процесів висуває нові вимоги до підвищення якості професійної підготовки фахівців. Як відомо, головні задачі курсу нарисної геометрії - це навчити зображати просторові об'єкти на площині, читати кресленники, розв'язувати метричні, позиційні і конструктивні задачі. Тобто створювати необхідну і достатню базу для освоєння курсу технічного креслення, моделювання і конструювання інженерних технічних задач. Тому цікавість виявляє порівняльний аналіз розв'язку деяких загальних задач.

Аналіз останніх досліджень. Набуття якості знань залежить від рівня підготовки з інженерно-технічних дисциплін. Але на превеликий жаль у шкільному курсі геометрії та стереометрії відводиться дуже мало часу, а такий предмет як креслення вивчають факультативно. В останній час на деяких факультетах університетів скорочуються часи з інженерно-технічних дисциплін. Тому ці питання повинно розглядати комплексно.

Формування цілей статті. Моделювання та конструювання технічних об'єктів потребують знання інженерно-графічних дисциплін, а також нових підходів і методів набуття якості знань.

Основна частина. Розв'язання конструктивних, метричних і позиційних задач, зображення просторових об'єктів – це основна задача курсу нарисної геометрії. Тому цікавість виявляє порівняльний аналіз розв'язку деяких загальних задач.

В багатьох задачах, пов'язаних з побудовою зображень просторових фігур, доводиться виконувати побудову перерізів цих

фігур площинами. Одним із способів розв'язання задач на побудову перерізів багатогранників та деяких інших позиційних задач є аксіоматичний спосіб, різновидностями якого являються способи слідів і допоміжних перерізів. У шкільній геометрії розглядається як внутрішнє проекціювання (паралельне або центральне), так і зовнішнє (паралельне).

Побудова перерізів багатогранників методом слідів зазвичай починають з побудови основного сліду січної площини, тобто сліду січної площини на площині основи багатогранника (площина основи співпадає з площиною зображення). При цьому використовується наступне ствердження: якщо задані точки P,Q, R належать січній площині і не лежать на одній прямій, а їх проекції на площину, вибрану за основну, є P',Q' и R', то точки перетину відповідних прямих, тобто точки $M_1 = PQ \cap P'Q'$, $M_2 = PR \cap P'R$ и $M_3 = RQ \cap R'Q$, лежать на одній прямій. Ця пряма є основним слідом січної площини.

Розглянемо приклади. Приклад 1 (див. рис1). Задано піраміда SABCD. Побудувати переріз піраміди площиною: $\sum(P,Q,R)$. Приймаємо: $P \subset \Delta(SAB)$; $Q \subset CS$; $R(R') \subset \Omega(A,B,C)$.

Розв'язання задачі починаємо з побудови сліда площини. Для цього визначаємо проекції двох заданих точок P і Q на основу піраміди 1.$SP = S \cup P$; $P' = SP \cap AB$; $Q' = C$

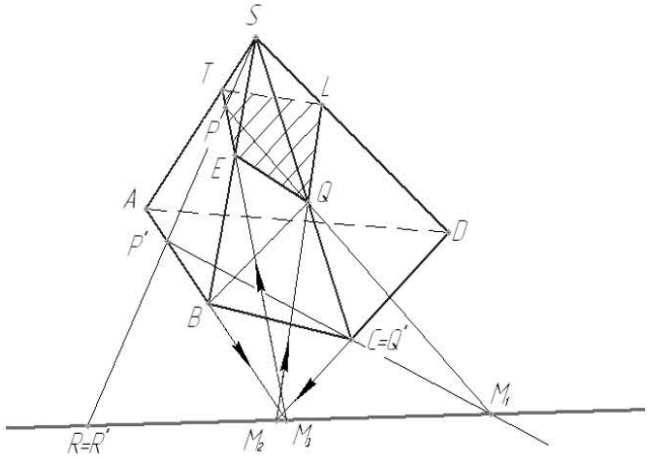


Рис.1 Внутрішнє центральне проекціювання

Однією з точок для побудови сліда є задана точка R, а друга – $M_1 = P'Q' \cap PQ$.Після отримання основного сліда січної площини 3. $RM_1 = R \cup M_1$ на основі піраміди визначаємо точки перетину ребер піраміди E, T, Q, L с заданими площинами. 4. $M_2 = CD \cap RM$

$L = M_2Q \cap SD$

5. $M_3 = AB \cap RM_1$ $E = SB \cap PM_3$

Розглянемо приклад 2 (див.рис2). Задано призма $ABCA_1B_1C_1$. Побудувати переріз призми площиною $\sum(P,Q,R)$. Приймаємо $Q \subset (AA_1B_1B)$; $P \subset A_1C$; $R \cup R'$. Для побудови сліда січної площини на площину основи призми визначаємо точки: $M_1 = P'Q' \cap PQ$.

$M_2 = Q'R' \cap QR$ Для цього спочатку визначаємо проекції заданих точок P і Q на площину основи призми за умови, що

1. $Q' = QQ' \cap AB$; $QQ' \| AA_1$; $P' = PP' \cap AC$; $PP' \| AA_1$;

$RR' \| AA_1$; $R' = RR' \cap \Sigma(ABC)$ - задана

Знаходимо

2. $P'Q' = P' \cup Q'$; $PQ = P \cup Q$; 3. $Q'R' = Q' \cup R'$; $QR = Q \cup R$;

Для знаходження точок K, L, E визначаємо:

5. $M_3 = AB \cap M_1M_2$ $K = AA_1 \cap M_3Q$ $L = BB_1 \cap M_3Q$

6. $M_4 = BC \cap M_1M_2$ $E = B_1C_1 \cap M_4L$

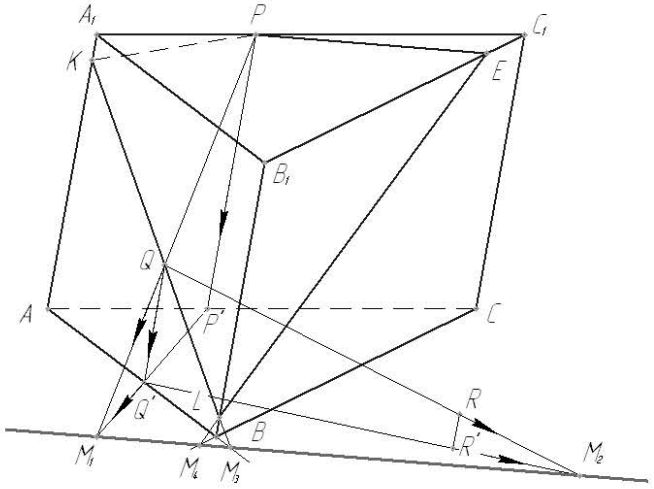


Рис.2 Внутрішнє паралельне проекціювання

Головною перевагою цього способу є його наочність, безперервність просторового уявлення розв'язання цієї задачі.

Недоліком - є залежність розв'язання задачи від задання січної площини, що може ускладнити побудову основного сліду, а в деяких випадках потрібна і заміна способа на інший. Наприклад, спосіб допоміжних перерізів. Цей спосіб потребує високого рівня здібностей просторово мислити.

Метод ортогонального проекціювання, що використовується в курсі нарисної геометрії, виключає вагому залежність розв'язання задачі від задання січної площини. Але при цьому спостерігається дискретність просторового уявлення, зумовлена зображеннями геометричного об'єкта на двох і більше площинах проекцій. В той же час ця дискретність розвиває просторове мислення та оптимального уявлення поставленої задачі. Для задач побудови перерізів багатогранників у нарисній геометрії універсальним є спосіб заміни площин проекцій.

Розглянемо цей спосіб на прикладі 1(див. рис.3) , показаної вище задачі

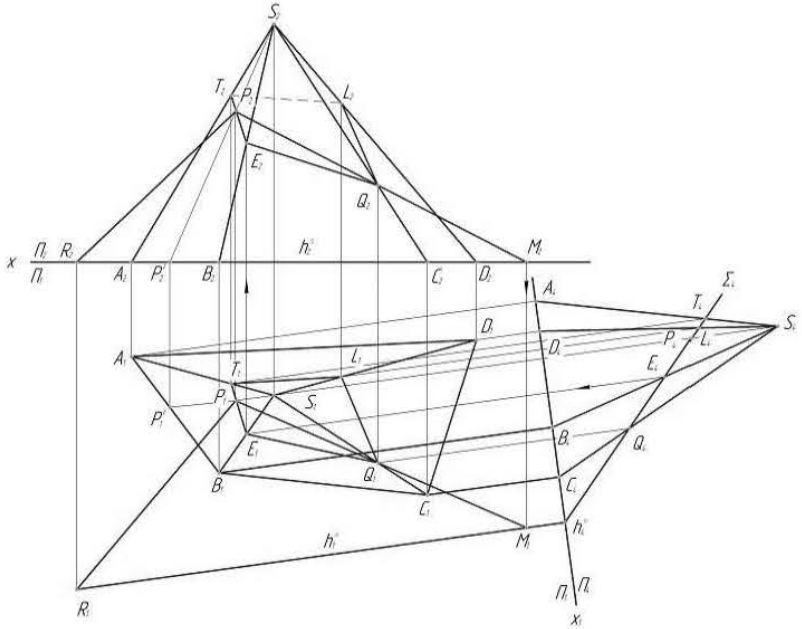


Рис.3 Проекціювання способом заміни площин проекцій

Цей спосіб дозволяє уявити кінцеве зображення поставленої задачі (введення допоміжної площини Π_4), а потім побудувати його зображення.

При чому його легко засвоюють студенти з різним рівнем здібностей просторового уявлення, також він є більш універсальним, що розвиває просторове та логічне мислення, зручним з точки зору комп'ютеризації творчої діяльності інженера.

Висновки. Використання універсальних способів з найбільш простим, логічним алгоритмом дозволяє розв'язувати складні інженерні технічні задачі. Тому, розв'язання інженерних задач залежить від якості знань технічних фахівців. Для цього необхідно безперервно удосконалювати систему навчання, шукати шляхи підвищення її ефективності, збільшувати обсяг аудиторних занять, підвищувати рівень комп'ютерного забезпечення.

Бібліографічний список

1. *Ванін В.В.* Інженерна графіка: Підручник /*В.В. Ванін, Перевертун, Т.М. Наджернична, Т.М. Власюк Г.Г.* – К.: ВНV, 2009.- 400с.

2. *Бакалова В.М.* Особливості моделювання геометричних образів на прикладі алгоритмічного розв'язання задач/ Бакалова В.М.// Міжвідомчий науково-технічний збірник »Прикладна геометрія та інженерна графіка». Вип.88.-К.:КНУБА,2011р.-с.66-71.

3. Навчальні завдання з нарисної геометрії для програмованого навчання. /Укл. *Крот О.М., Петіна Л.В., Гумен М.С.* - К.: КПІ, 1991.- 87 с.

4. Методические указания по решению задач повышенной сложности по начертательной геометрии. / Сост. *Петина Л.В., Гумен Н.С.*- К.: КПИ, 1978.- 88 с.

5. 2. *Віткун Н.К.* Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів "Нарисна геометрія" та " Інженерна графіка". / Ізволенська А.Є., Парахіна Н.А., Чорнощокова Л.Д. // К.: КПІ, 1992 — 60с.

6. 3. *Н.К. Віткун.* Учбові завдання з нарисної геометрії і інженерної графіки. / Н.К. Віткун, М.Д.Бевз, В.В.Ванін, С.М.Горбань, В.Й.Залевський // К., КПІ, 2003, 64.

УДК 515.2+563.3

РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІТИЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ТА ГРАФІЧНИХ ПОБУДОВ

Бакалова В.М., к.т.н.
Баскова Г.В., ст. викладач
Баскова О.О., студентка
Нікітіна Є., студентка
Національний технічний університет України "КПІ"

Анотація *– розглянуто основні підходи логічного структурування та подання учбового матеріалу для студентів технічних напрямів підготовки.*

Ключові слова *– інженерні задачі, алгоритм, моделювання, просторова уява, обчислення, логічне мислення.*

Постановка проблеми. В умовах реалізації в Україні положень Болонського процесу нові форми і методи навчання технічних дисциплін за кредитно-модульною системою набувають особистого значення. Динаміка сучасних ринкових процесів висуває нові вимоги до підвищення якості професійної підготовки фахівців інженерно-технічного профілю.

Тому для професійного розвитку студентів треба враховувати зміст, форми, засоби та методи навчання, а також моніторинг результатів його знань.

Аналіз останніх досліджень. Набуття якості знань студентів залежить від рівня підготовки учнів 10 – 11 класів за такими дисциплінами як геометрія, стереометрія, креслення. Але на превелику жаль такий предмет як креслення вивчають у школі факультативно. Після набуття шкільних знань з геометрії у студента сформовано відношення до розв'язання геометричних задач як метричних за алгоритмом: формула – обчислення з використанням тригонометричних функцій для знаходження параметрів.

Тому набуття знань учнів з геометрії, стереометрі, креслення повинно розглядатися комплексно, а ці предмети бути базовими дисциплінами для розв'язання студентами інженерних задач з курсу "Нарисна геометрія та інженерна графіка".

Формування цілей статті. Моделювання та дослідження геометричних властивостей моделей потребують знання інженерно-графічних дисциплін, таких як "Нарисна геометрія" та "Інженерна графіка". Але на превеликий жаль в даний час геометричне

моделювання викликає у студента труднощі, тому як він у школі звик розглядати розв'язання задач як обчислення, а не за допомогою графічних побудов та вимірювань. А тому методика викладання дисципліни "Нарисна геометрія" та "Інженерна графіка" потребує нових підходів, засобів, методів.

Основна частина. Моделювання та дослідження геометричних властивостей об'єктів різних галузей виробництва потребують знання інженерно-графічних дисциплін, які дають майбутнім спеціалістам - інженерам теоретичну базу, просторову уяву, логічне мислення. До вивчення курсу нарисної геометрії та інженерної графіки у вузі студент у школі вчив геометрію. Після вивчення цього предмету в школі у студента вироблено ставлення до геометричних задач тільки як до метричних, розв'язання яких йде за алгоритмом формула - обчислення з використанням тригонометричних функцій для знаходження параметрів формули.

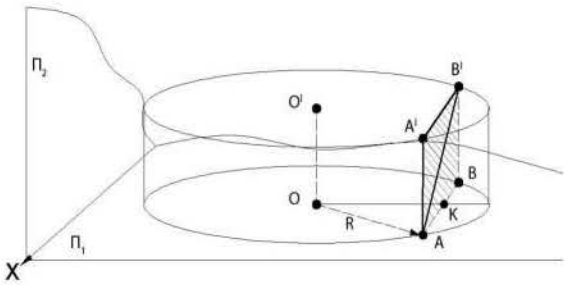
У школі не дають інформацію про те, що ці задачі можна розв'язувати іншим способом - графічним. Так як в шкільній програмі розв'язуванню задач за допомогою графічних побудов відводиться дуже мало часу або їх немає взагалі.

Додатковий поштовх у розвитку просторового мислення отримують учні, що вивчають предмет креслення, який в даний час вчать на жаль факультативно. Метод проекцій виробляє сумарну уяву просторового об'єкту і як результат - зображення його на площині, а потім і розв'язання оберненої задачі: зображення - просторова уява.

Таким чином, просторове мислення отримувало додатковий розвиток. В даний час геометричне моделювання задачі викликає труднощі у учнів, так як вони звикли розглядати рішення задачі як обчислення, а не графічна побудова, вимірювання. При викладанні курсу нарисної геометрії та інженерної графіки дуже важко подолати у студента цей бар'єр, закладений школою. Тобто перевести його мислення на алгоритм спочатку просторового моделювання, потім зображення на площині, бачення результату, його вимірювань і тільки потім за необхідністю - обчислення.

Демонстрація розв'язання елементарної шкільної задачі графічно, аналіз переваг та недоліків дозволяє підвищити інтерес до курсу. Розглянемо приклади розв'язання задачі за допомогою обчислень та графічних побудов(див.рис.2).

Наприклад: У циліндрі на відстані 8см від осі та паралельно до неї проведено переріз, діагональ його дорівнює 13см. Знайти радіус основи циліндра, якщо його висота дорівнює 5см (див.рис.1).



Умова:
OO^I=5см
OK=8см
AB^I=13см
R-?

Рис.1

Розв'язання задачі за допомогою аналітичних обчислень:

1. $AB=\sqrt{AB^{12}-BB^{12}}=\sqrt{169-25}=12$ см.
2. AK=KB=AB/2=6 см.
3. $R=OA=\sqrt{OK^2+AK^2}=\sqrt{64+36}=10$ см.

Графічний спосіб розв'язання задачі:

1. На фронтальній площині проекцій побудувати заданий переріз.

2. На горизонтальній площині проекцій показати положення цього перерізу відносно осі циліндра (вісь OO_1-задана на довільній відстані від осі OX; вісь циліндра співпадає з віссю симетрії перерізу на фронтальній площині проекцій).

3. На горизонтальній площині проекцій показати і виміряти шуканий радіус циліндра.

Перевага: немає необхідності проводити додаткові докази та обчислення. Недолік: залежність точності обчислень від точності побудов.

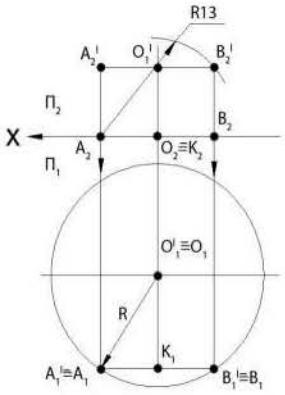


Рис.2

Моделювання задачі на площині, що виводить на рішення, і викликає найбільші труднощі. Так як у студента немає просторової уяви, то йому дуже важко уявити фронтальну проекцію (головний вид) та горизонтальну проекцію (вид зверху) геометричного об'єкта.

При моделюванні точки можливо її зображення за трьома заданими координатами (відстані до відповідних площин проекцій), за двома координатами і відповідній відстані до однієї з осей, як точки перетину прямої і площини, як точки перетину трьох площин, як точки перетину двох прямих, як точки перетину двох площин і прямої, що належить одній з них, як точки перетину прямої з поверхнею і т.п.

Моделювання прямої (відрізка) можна розглядати як моделювання точки. Тобто кожна з точок її може бути задана одним із способів, вказаних вище. Пряма може бути задана як лінія перетину двох площин або навіть поверхонь. Моделювання площини можна розглядати на базі моделювання як точки, так і прямої.

Студентам необхідний тренінг перед розв'язанням складних позиційних і метричних задач з нарисної геометрії. Щоб активізувати просторове мислення і перехід до зображення геометричних об'єктів на площині, студентам, як завдання, запропонувати самим складати задачі на побудову точки, прямої, площини і, таким чином, відпрацювати всебічне представлення основних геометричних об'єктів у просторі і на площині.

Висновки. Для підвищення якості і ефективності навчання студентів технічних напрямів підготовки необхідно приділяти увагу засвоєнням знань учнів з геометрії та креслення. Тому що неналежне засвоєння шкільних знань погіршує вивчення нарисної геометрії та інженерної графіки і знижує рівень знань студентів.

Таким чином, щоб студенти досконало володіли сучасними знаннями, уміннями та навичками, необхідно безперервно удосконалювати систему навчання, шукати шляхи підвищення її ефективності, збільшувати обсяг аудиторних занять, забезпечувати перевірку якості знань студентів шляхом проведення модульних контрольних робіт, олімпіад, виявляти нові форми організації самостійної роботи студентів, проводити дистанційне навчання, підвищувати рівень комп'ютерного забезпечення.

Бібліографічний список

1. *Ванін В.В.* Інженерна графіка: Підручник */В.В. Ванін, Перевертун, Т.М. Надкернична, Т.М.Власюк Г.Г.* – К.: BHV, 2009.- 400с.

2. *Хмеленко О.С.* Нарисна геометрія.: Підручник . – К.: Кондор, 2008.- 440с.

УДК 515.2:681.3

ГЕОМЕТРИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯЯ КОНСТРУКЦІЇ КОПАЧА БУРЯКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Бахмач О.С., студент,
Парахіна Н. А., ст. викладач,
Юрчук В.П., д.т.н.,
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Анотація *- в статті розглядається питання спрощення головних складових елементів конструкції копача бурякозбиральної машини.*

Ключові слова *- копач, біли, бітер, бурякозбиральна машина, зубчасте зчеплення, вальця, шнеки, диски.*

Постановка проблеми. Поширені копачі бурякозбиральної машини мають зазвичай спеціальні диски , призначені для викопування . Ці диски мають складну будову, а також, вони не достатньо очищують бульби буряка із-за відсутності відповідних елементів конструкції.

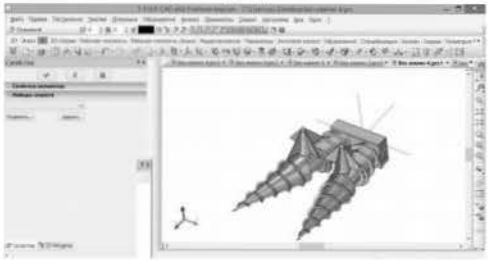
Аналіз останніх досліджень. Відомі бульбо-жнивні машини, що містять основну раму, закріплену на ній стійку з копачем, два бітери, огорожні диски для передачі бульб до шнекового чистильника, виготовленого у вигляді встановлених послідовно двох компонентів, що складаються відповідно із двох шнеків, вальця та опорного кронштейну. Копач містить перший та другий провідні диски. Кожен диск встановлений за допомогою підшипників на півосі під кутом до напряму руху і до поверхні грунту. Диски мають контур у вигляді вінця для зовнішнього зубчастого зачеплення і знаходяться в зачепленні з їх провідною шестернею, встановленою на провідному валу. Вал розташований в поперек напрямку руху копача. Диски встановлені так, що проекції їх контурів на повздовжньо-вертикальну площину сходяться в зоні найменшого проміжку між дисками.

Формування цілей. Запропонувати нову конструкцію копача зі спрощеною будовою. Розробити відповідні елементи копача для кращого очищення коренеплодів.

Основна частина. Для спрощення конструкції ми заміноємо диски на два барабани з пелюстками. Сам копач складається із рухомої частини (1) нерухомого корпусу (2), на якому встановлено барабан (3).

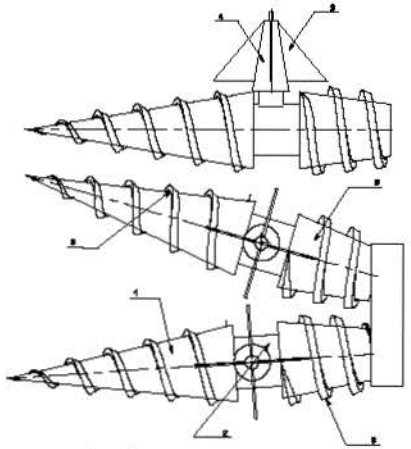
На барабані розміщенні пелюстки (4). Разом із рухомою частиною (1), основна частина копача містить також поверхню (5) у формі зрізаного конуса. Рухома частина (1) виконана у формі параболоїда. На ній розташований гвинтовий шнек (6). Поверхня (5) здійснює оберти навколо

осі. На цій поверхні також розташований шнек (7), який виконує роль транспортера коренеплодів до трансферу.



До шнеку коренеплоди потрапляють за допомогою барабану який обертаючись підштовхує їх до шнеку (7). Його дія полягає у тому, що занурений у землю копач зачіпляє коренеплоди і транспортує їх із землі за допомогою обертальних рухів до барабану, який в свою чергу подає їх до шнеку, що обертається.

Висновок. Даний конструктивний підхід дозволяє уникнути складних конструкцій. Запропонована форма копачів дозволить отримати



коренеплоди з меншою кількістю грунту на них на зменшити відповідно пошкодження. Запропонована конструкція зменшить кількість необхідних пристроїв для очистки коренеплодів та прискорить процес їх транспортування.

Бібліографічний список

1 Машины для свекловодства. Ъ Под ред. *А. Г. Цымбала и Ю. И. Ковтуна* М., Машиностроение, 1981. -368 с.

2. Бурякозбиральні машини / *Ю. Б. Аванесов ,В. И. Бессарабов, И. И. Русанов.*

3. RU 2390119C1 A01D 25/04 Копач свеклоуборочной машины. Опубл. 27.05.2010 Бюл. №15,7 с.

УДК 514.18+744 (038)

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Башта Е.Т., к.т.н., профессор
Джурик Е. В. , доцент
Джурик Н.А., аспирант
Национальный авиационный университет (Украина, г. Киев)
Изюменко Т.В., ассистент
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (Украина, г. Киев)

Аннотация *– рассматриваются вопросы формирования зрительных образов памяти и воображения при обучении графическим дисциплинам.*

Ключевые слова *– зрительное представление, метод абстракций, формирование образа, пространственное воображение.*

Постановка проблемы. Известно, что изображения, построенные по правилам, изучаемым в начертательной геометрии, позволяют представить мысленно форму предметов и их взаимное расположение в пространстве, определить их размеры, исследовать геометрические свойства, присущие изображаемому предмету. Моделирование и исследование геометрических моделей требуют знания инженерно-графических дисциплин. Но к большому сожалению, в настоящее время, решение инженерных задач вызывает у студентов трудности, так как в школе они привыкли к решению задач методом вычисления, а не с помощью графических построений.

При изучении курсов начертательной геометрии и инженерной графики очень важно преодолеть у студента барьер, заложенный школой. Необходимо перевести его мышление на алгоритмы вначале пространственного моделирования, а потом изображения на плоскости.

В начертательной геометрии, черчении, компьютерной графике, так же как и в других науках, огромную роль в познании играет использование метода абстракций, который позволяет познавать мир глубже, чем непосредственное наблюдение, и использовать силу абстракций для разработки конкретных категорий, а последние играют важную роль в методологии познания данной науки.

Познавательный образ объекта является результатом наложения процесса поступления информации о нем на процесс переработки чувственных данных на основе сформировавшихся у субъекта перцептуальных и понятийных средств интерпретивных матриц [2].

Основная часть. При изучении графических дисциплин большое внимание должно уделяться развитию пространственного воображения. В связи с этим, особо актуальным является вопрос о роли приемов умственной деятельности в формировании представлений.

Ниже мы излагаем результаты наших исследований по формированию у студентов зрительных представлений (зрительных образов памяти и воображения).

Авторы не ставили своей задачей изучить процесс формирования представления в целом. Основным являлся вопрос о роли приемов умственной деятельности в формировании зрительных образов памяти и образов воображения. Этими приемами являлись следующие:

1) абстракция;

2) установление пространственных соотношений.

Целью эксперимента было изучение формирования представлений о проекциях геометрического тела на основе проекционного чертежа.

Вначале у студентов формировались образы зрительного восприятия воображения при построении проекций геометрического тела.

В процесс построения проекций входят следующие действия:

- рассмотрение геометрического тела с трех разных сторон (главный вид, вид сверху, вид слева);
- представление того, как выглядит тело в проекциях с этих трех точек зрения, т.е создание образа;
- измерение размеров и вычерчивание проекций на бумаге.

Первые два действия являются основными в формировании образа воображения.

Исследование включало в себя три этапа.

На первом этапе студенты строили три проекции геометрического тела путем фактических действий, без использования представлений. Студентам были розданы макеты трех плоскостей проекций, макет призмы и металлические спицы, с помощью которых можно было спроецировать предмет на плоскости проекций. Соединив точки пересечения спиц с фронтальной плоскостью проекций, студент получал изображение главного вида и т.д. Далее производился разворот трехгранного угла, грани которого являлись плоскостями проекций.

На втором этапе часть фактических действий осуществлялась с помощью представлений. Студентам предлагалось поставить призму в трехгранный угол и проводить перпендикуляры не фактически, а мысленно. Вместо фактического разворота горизонтальной плоскости проекций, студенты выполняли этот разворот мысленно, но выполняли действительный разворот профильной плоскости проекций, как более трудный.

Задачей третьего этапа являлось обучение мысленному составлению проекций. От студентов требовался перенос усвоенного приема в план представлений. От студентов также требовалось, чтобы они умели своими словами рассказать о приеме составления проекций. Словесные

формулировки способствовали обобщению приема и его большей осознанности. На третьем этапе многие студенты встретились с большими трудностями, связанными с деятельностью воображения, их затруднял процесс абстрагирования. Частой ошибкой являлось смещение проекций. В затруднениях студенты искали опору в фактических действиях. В этом проявилась зависимость процесса абстракции от фактических, наглядных действий. Затруднения студентов объясняются тем, что переход к мыслеобразам требует перестройки приема составления проекций – он осуществляется деятельностью пространственного воображения.

Формирование представлений при построении студентами проекций геометрического тела характеризуется тем, что учащийся овладевает приёмами создания образа. Этот приём предъявляет требования к своеобразным процессам анализа и абстракции. В процессе усвоения этого приема имели место тесно связанные явления:

1) Студент переходит от фактических действий с целью получения проекций к процессам мысленной абстракции. Это достигается переносом приема наглядного материала на представление и перестройкой последнего, за счет включения деятельности воображения.

2) Уменьшается отрицательное влияние наглядного материала на процесс абстракции.

3) Обобщение приема создания образа имело место на уровне фактических действий и при переходе к мысленным действиям.

4) В некоторых случаях при дальнейшем закреплении приема мы отмечали сокращение и автоматизацию действий учащихся.

Выводы. Из всего сказанного можно сделать вывод, что при обучении студентов не уделяется достаточно внимания вопросу обучения учащихся приемам, которые нужны для формирования представлений. Необходимо обучать студентов не только приемам рассмотрения наглядного материала и приемам создания образов, но и дополнительным приемам, направленным на устранение затруднений в деятельности воображения.

Библиографический список

1. *Грюнбаум А.* Философские проблемы пространства и времени / Грюнбаум А. Пер. с англ. – М.: Наука, 1969. – 585 с.

2. *Лазарев В.Ф.* Информационные основы познавательного отражения / Лазарев В.Ф. Теория отражения в свете развития науки и практики: [в 2 т.] – Т. 1 – София: Наука и искусство, 1981. – С. 197 – 203.

3. *Грегори Л.Р.* Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия / Грегори Л.Р. Пер. с англ.. – М.: Мир, 1972. – 246 с.

4. *Бакалова В.М.* Вплив графічної підготовки учнів на якість навчання студентів / Бакалова В.М., Баскова Г.В., Овсиенко Л.Г. Тези доповідей 1-ї конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та інноваційна діяльність 15-16 травня 2012 р. / К.: ПП «Омега-Л», 2012. – С.37-39.

УДК 514.18

ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОСНОВНОГО ТРИГРАННИКА В СИСТЕМІ SOLID WORKS

Бездітний А.О., к.т.н.,
Літвінов А.І., аспірант *
Самойлова С.О.
Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького, (Україна, м. Мелітополь)

***Анотація** – в статті пропонується спосіб формування елементів тригранника Френе в точках просторової кривої лінії за допомогою системи SolidWorks.*

***Ключові слова** – просторова крива лінія, основний тригранник, головна нормаль, стичне коло.*

Постановка проблеми. Прискорення науково-технічного прогресу вимагає кардинального посилення підготовки інженерно-технічних і наукових кадрів. Важлива роль у рішенні цієї задачі покладається на комп'ютерну підготовку студентів.

Майбутні фахівці повинні вміти користуватися готовими пакетами прикладних програм, застосовувати їх при вирішенні інженерних та наукових задач.

У рамках курсу «Технології формоутворення складних технічних виробів» студенти вивчають методи формування складних робочих поверхонь.

Теоретичні знання отримані студентами, повинні бути закріпленні шляхом реального моделювання на лабораторних заняттях. Необхідні практичні навички набуваються при створенні геометричних комп'ютерних моделей динамічних поверхонь з використанням пакета SolidWorks.

Однією з задач прикладного характеру, яку доводиться вирішувати при формуванні моделей складних функціональних поверхонь – визначення диференціально-геометричних характеристик кривих ліній, які використовують при створенні каркасу поверхні.

При використанні просторових кривих ліній до таких характеристик слід відносити, перш за все, положення основного тригранника в точках кривої. Особливе значення вказана характеристика має при моделюванні поверхонь що направляють середовище, в яких осьова лінія є просторовою кривою. В цьому випадку, поперечні перетини каркасу, розташовують відносно осьової лінії з врахуванням положення основного тригранника [1,3].

* Науковий керівник – д.т.н., професор Найдиш А.В.

Проте, сучасні пакети геометричного моделювання, такі як КОМПАС, SolidWorks, AutoCAD, не містять функцію визначення положення основного тригранника.

Розрахувати положення елементів тригранника методами диференціальної геометрії, і сформувати тригранник за результатами розрахунків в пакеті геометричного моделювання – трудомістка задача, що вимагає спеціальних знань.

Розробка та вивчення методики визначення положення основного тригранника, з використанням пакета геометричного моделювання SolidWorks – актуальна задача підготовки спеціалістів в області створення комп'ютерних моделей складних функціональних поверхонь.

Аналіз останніх досліджень. Рівняння, що визначає елементи тригранника Френе (дотична, головна нормаль, бінормаль) в точках просторової кривої лінії, може бути визначене на основі вектор-функції кривої [2]. Проблема полягає в тому, що при моделюванні кривої лінії в пакеті геометричного моделювання (наприклад SolidWorks) аналітичне представлення кривої, як правило, невідомо. Крім того, формування геометричних образів по їх аналітичному представленню, в пакеті геометричного моделювання,є складним із-за необхідності додаткових розрахунків й проміжних побудов.

За допомогою стандартних функцій пакета SolidWorks, в автоматизованому режимі можливо створювати дотичну пряму до просторової кривої лінії [4]. Формування головної нормалі чи бінормалі при моделюванні кривої лінії в пакетах комп'ютерного геометричного моделювання (SolidWorks, AutoCAD, КОМПАС) не передбачено.

Формування цілей (постановка завдання). Метою статті є розробка методики визначення положення головної нормалі в точках просторової кривої лінії, сформованої в пакеті SolidWorks.

Основна частина. Вихідними даними при вирішенні поставленої задачі, є просторова крива лінія, сформована в 3D-ескізі системи SolidWorks.

Крива лінія може бути сформована за допомогою функції «Сплайн», або отримана як перетин двох криволінійних поверхонь.

Функції системи SolidWorks, в автоматизованому режимі, дозволяють створювати єдиний елемент основного тригранника – пряму дотичну до просторової кривої лінії (*t*). Для цього з використанням функції «Совпадение» створюється точка, яка належить кривій лінії та пряма, яка проходить через цю точку. Далі на пряму й просторову криву лінію накладають взаємозв'язок «Касательность».

Головну нормаль сформуємо як пряму, яка проходить через точку на просторовій кривій до центру відповідного стичного кола.

Стичне коло визначимо як коло, яке проходить через точку дотику з кривою лінією (ця точка є точкою дотику прямої *t* з кривою лінією) та дві нескінченно близькі до неї точки, які належать до цієї кривої [2].

Для цього створимо три точки, які належать до кривої лінії та довільне коло. На коло та кожну з точок, послідовно накладаємо взаємозв'язок «Совпадение». Між середньою з трьох розташованих на кривій точок – точкою дотику та іншими двома точками створюємо лінійні розміри (рисунок 1).

Система SolidWorks дозволяє корегувати значення створених розмірів з точністю до 10^{-6} мм.

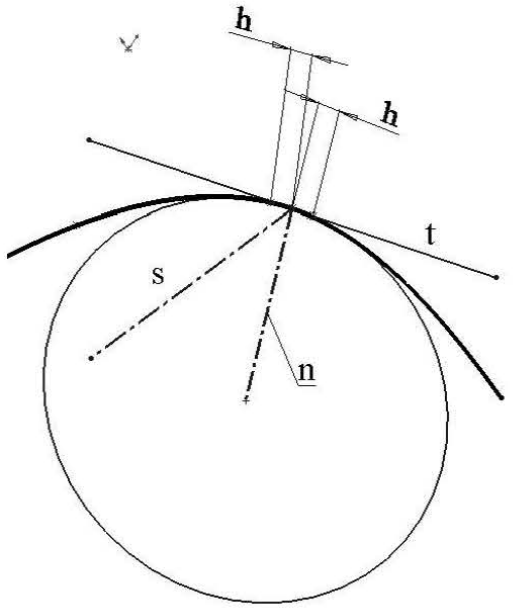


Рис. 1

Зменшуючи відстань *h* між вказаними точками, можливо як гідно точно визначити положення дотичного кола. При цьому, пряма, яка проходить через точку дотику і центр створеного кола (на рисунку це пряма *n*), наближається до положення головної нормалі просторової кривої лінії.

Існує можливість визначати положення довільної кривої сформованої в SolidWorks – система автоматично розраховує кути нахилу прямої до осей координат. Якщо при зменшенні відстані *h* пряма *n* не змінює своє положення, то це означає, що ми визначили положення головної нормалі з максимальною точністю можливою в системі SolidWokrs.

Після формування прямих *t* та *n* створюється бінормаль (*s*). Для цього на довільну пряму накладаються взаємозв'язки: «Совпадение» з точкою дотику та «Перпендикулярность» з прямими *t* та *n*.

Система SolidWorks дозволяє переміщувати точку дотику разом з моделлю основного тригранника вздовж кривої лінії. При цьому тригранник обертається навколо дотичної *t*, а стичне коло змінює свій розмір.

Створена модель дозволяє визначити локальні характеристики в довільній точці кривої лінії, а також допомагає зрозуміти їх геометричний смисл.

Висновки. В статті запропонована методика визначення положення головної нормалі в точках просторової кривої лінії. Головна нормаль визначається як пряма, яка проходить через задану точку кривої і центр відповідного стичного кола.

Формуючи за указаною методикою головну нормаль, студенти знайомляться з диференціально-геометричними характеристиками просторової кривої лінії й отримують навички рішення нестандартних практичних задач з використанням пакета SolidWorks.

Бібліографічний список

1. *Драганов Б.Х.* Конструирование впускных и выпускных каналов двигателей внутреннего сгорания. / Б.Х. Драганов, М.Г. Круглов, В.С. Обухова // .– К.: Вища школа, 1987. – 176 с.
2. *Рашевский П.К.* Курс дифференциальной геометрии. / П.К. Рашевский // – М.: ГИТТЛ, 1956. – 480 с.
3. *Осипов В.А.* Машинные методы проектирования непрерывно-каркасных поверхностей. / В.А. Осипов // – М., «Машиностроение», 1979. – 248 с.
4. *Прерис А.М.* SolidWorks 2005/2006. Учебный курс. / А.М. Прерис // – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.

УДК 515.2:536.3

ЗАСТОСУВАННЯ ПЛОЩИН ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ ЯК ПОСЕРЕДНИКІВ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ НА ПЕРЕТИН ПОВЕРХОНЬ

Білицька Н.В., к.т.н.
Гетьман О.Г., к.т.н.
Яцюк О.А., студент
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання можливості застосування площин загального положення в якості посередників при визначенні лінії перетину двох поверхонь загального положення.*

***Ключові слова** – перетин, площини-посередники, поверхні, зони неперетину.*

Постановка проблеми. В теперішній час, коли згідно з навчальними програмами на багатьох факультетах вивчення питання застосування площин-посередників загального положення при визначенні лінії перетину двох поверхонь не передбачено, воно має неабиякий інтерес для розвинених студентів, які розглядають додаткові розділи дисципліни.

Аналіз останніх досліджень. Застосування площин загального положення як посередників при знаходженні лінії перетину двох поверхонь загального положення – непросте питання. Розв'язання таких задач пов'язане з кропіткою побудовою та підвищеною увагою. Тому будь-яка задача з цього питання має певний інтерес.

Постановка завдання. Вивчення додаткових розділів курсу студентами, що мають бажання поглиблено вивчати інженерну графіку, надає їм можливість бути більш підготовленими до професійної, конструкторської діяльності. Тому розгляд питання перетину двох конусів загального положення також підпорядкується цій цілі.

Основна частина.

Площини загального положення застосовуються в якості посередників у тому випадку, коли задані поверхні також загального положення [1, 2]. Це похилі циліндри та конуси, похилі призми та піраміди.

Розглянемо загальний підхід до розв'язання таких задач на прикладі перетину двох похилих конусів. На рис.1 наведено просторовий рисунок, який ілюструє можливості застосування посередників-площин загального положення.

Через вершини конусів проводимо пряму ***SS'*** і знаходимо її горизонтальний слід ***M***. Усі сліди площин-посередників будуть проходити через цю точку, а усі площини – через пряму ***SS'***. Розв'язання задачі

починається із проведення крайніх площин, що дотичні до поверхні одного із конусів, а другий перетинають. Це дозволяє визначити характер лінії перетину.

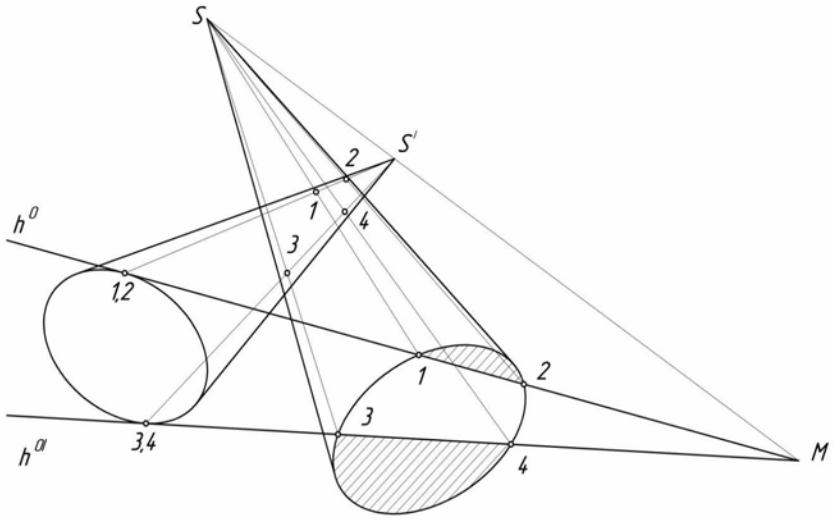


Рис. 1. Застосування площин загального положення як посередників для побудови лінії перетину двох конусів.

Можливі такі випадки розташування (рис. 2) крайніх слідів площин-посередників відносно основ тіл, що перетинаються [3].

Якщо слід однієї крайньої площини, що дотичний до основи першого тіла, перетинає у двох точках основу другого, а слід другої крайньої площини перетинає в двох точках основу першого тіла і дотичний до основи другого (рис.2а), то поверхні двох таких тіл перетинаються по одній замкненій кривій. Цей випадок має назву «врубка».

Якщо сліди двох крайніх допоміжних площин дотичні до основи одного тіла та перетинають основу другого, то поверхні цих тіл перетинаються по двом замкненим кривим (рис.2б). Цей випадок має назву «проникання».

Якщо слід однієї крайньої площини дотичний до обох тіл, а слід другої крайньої площини є дотичним до основи першого тіла та перетинає основу другого тіла, то дві криві лінії перетину мають одну спільну точку (рис.2в).

І якщо сліди крайніх площин дотичні до основ обох тіл, то поверхні таких тіл перетинаються по двом плоским кривим лініям з двома спільними точками (рис.2г).

В наведеному прикладі (рис.1) ми отримаємо лінію перетину, яка складається з двох просторових замкнених кривих. Цей кресленик також ілюструє алгоритм побудови точок, інцидентних лінії перетину конусів. Так, перша січна площина є дотичною до конуса з вершиною ***S'*** та перетинає конус з вершиною ***S***. Твірні ***S1*** та ***S2*** перетинаються з дотичною твірною конуса з вершиною ***S'*** у точках 1 та 2. Позначаємо точку дотику до основи цього конуса 1,2. Це центральна проекція точок лінії перетину поверхонь на основу конуса з вершини ***S'***. Таким чином, ми якби «скидаємо» точки лінії перетину поверхонь на основу конуса з вершиною ***S'***. Аналогічно проектуємо точки лінії перетину на основу іншого конуса. Така схема позначення надає можливість визначити порядок з'єднування точок лінії перетину конусів та визначати їх видимість (див. далі). Застосування останньої січної площини, що дотична до конуса з вершиною ***S'*** надає можливість знайти також дві точки 3, 4 лінії перетину.

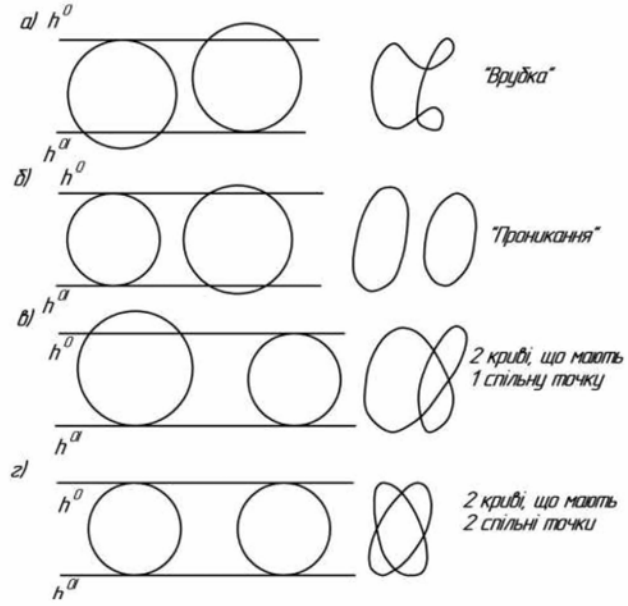


Рис. 2. Класифікація випадків перетину поверхонь.

Розглянемо алгоритм визначення лінії перетину двох похилих конусів на комплексному кресленику (рис.3). Тут направляючі обох поверхонь інцидентні горизонтальній площині Π_1.

Пряма SS' перетинається з нею у точці ***M***. Усі січні площини проходять через пряму ***SS'*** та перетинаються з площиною Π_1. Тому довільну площину пучка допоміжних площин можна задати прямою ***SS'*** і прямою, що проходить через точку ***M*** та інцидентною площині Π_1.

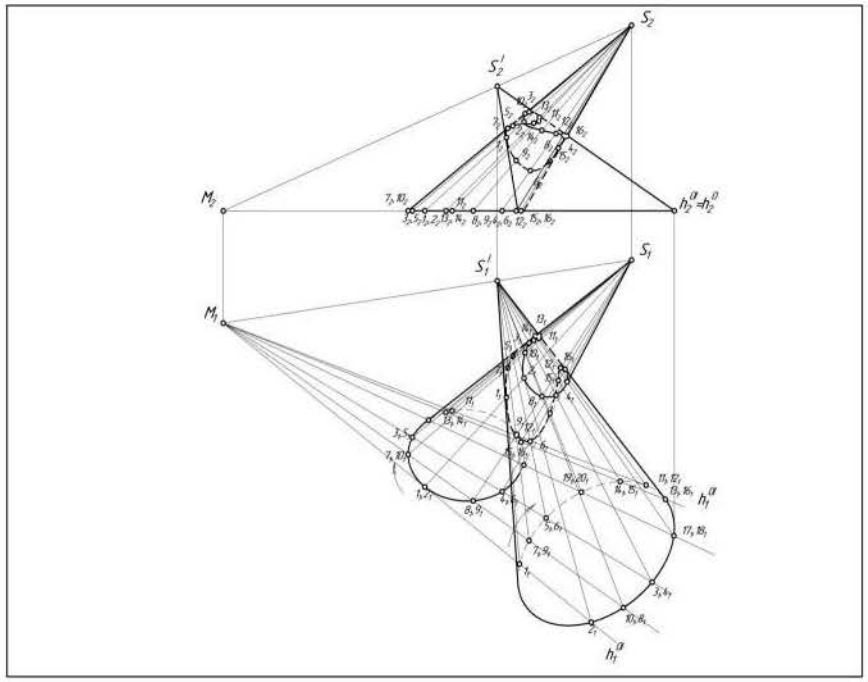


Рис. 3. Побудова лінії перетину поверхонь на комплексному кресленику.

Визначимо межі існування січних площин-посередників.

Проводимо пряму h^0 M_1, що дотична до основи поверхні з вершиною ***S***. Площина, що утворена цією прямою та прямою ***SS'***, перетне поверхню з вершиною ***S*** по одній твірній, поверхню з вершиною ***S'*** за двома прямими. Оскільки прямі ***S'1***, ***S'2*** та ***S1***, ***S2*** розташовані в одній площині, вони перетнуться у двох точках ***1*** та ***2***. Проводимо другу крайню дотичну площину та отримаємо точки з лінії перетину ***3*** та ***4***.

Між слідами h_1^0 та $h_1^{0'}$ проводимо сліди січних площин-посередників, за допомогою яких знаходимо необхідну кількість точок лінії перетину. Будь-яка з таких проміжних площин-посередників

перетинає кожний конус за двома твірними, тому в кожному випадку отримаємо по 4 точки з лінії перетину поверхонь.

Звертаємо увагу на те, що межі існування слідів січних площин посередників та основ поверхонь, що перетинаються, розташовані таким чином, що задані конуси загального положення перетнуться за однією просторовою кривою.

Після того, як знайдено необхідну кількість точок з лінії перетину, необхідно встановити порядок їх з'єднання. Для цього застосовуємо метод цифрових позначень [3].

Послідовність з'єднання встановлюємо не за самими точками, а за їх проекціями на основі фігур. Порядок з'єднання визначаємо способом обходу проекцій точок за основами заданих конусів. Обхід починаємо із спільної точки, та ведемо в одному напрямку, не переходячи зону неперетину (На рис.3 цей напрямок вказаний стрілками).

1 - 7 - 5 - 14 - 11 - 13 - 3 - 10 - 2 - 8 - 4 - 16 - 12 - 15 - 6 – 9 - 1

\- - - - - - + + + + + - - - - - -

Висновки. При роботі над такими досить складними задачами студент не тільки набуває досвід їх розв'язання, але й отримує навички інженерного та просторового мислення, яке буде йому необхідне в подальшій конструкторській діяльності.

Бібліографічний список

1. *Бубенников А.В., Громов М.Я.* Начертательная геометрия. – М: Высшая школа, 1973. – 286с.

2. *Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г.* Інженерна графіка. – К: Видавнича група BHV, 2009. – 399с.

3. *Чалый А.Т.* Курс начертательной геометрии. М: Машгиз, 1962. – 276с.

УДК 515.2:536.3

РОЗРАХУНОК ПРУЖИНИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМПАС

Білицька Н.В., к.т.н.,
Гетьман О.Г., к.т.н.,
Мартиненко Г.С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація *- розглядається питання застосування автоматизованої системи КОМПАС для проектування пружини стискування та автоматичного отримання її кресленика за результатами розрахунку.*

Ключові слова *– пружина, проектний розрахунок, перевірочний розрахунок, автоматизована система КОМПАС, просторова модель.*

Постановка проблеми. В сучасних умовах, коли іде бурхливий розвиток інформаційних технологій, спрощуються складні та трудомісткі процеси розрахунків на міцність багатьох конструктивних елементів за рахунок застосування автоматизованих систем проектування.

Аналіз останніх досліджень. Впровадження у конструкторську практику автоматизованих систем проектування дозволило значно скоротити час, необхідних для розрахунків та проектування складних технічних об'єктів. Тому завданням викладача є навчити студентів користуватися сучасними інформаційними технологіями.

Постановка завдання. Без вміння виконувати розрахунки конструктивних елементів та окремих деталей, створювати і читати їх кресленики формування інженера неможливо. Тому виникає необхідність навчати студентів користуватися автоматизованими системами проектування для грамотного виконання розрахунків деталей та створення їх креслеників при мінімальних затратах часу.

Основна частина.

На стадії створення робочої конструкторської документації розробка робочих креслеників оригінальних деталей будь-якого виробу конструктором носить творчій характер. Проектування пружини відрізняється від проектування інших складових частин складанної одиниці. Її форма та розміри залежать не тільки від компоновочного складального кресленика виробу в цілому, але й від того, як вона буде навантажена.

Тобто виконання робочого пружини традиційно починається з її силового розрахунку. Це досить кропіткий процес, який вимагає від конструктора додаткового витрачання часу. Але ситуація змінюється, якщо проектування такої деталі ведеться із застосуванням сучасних

інформаційних технологій. Серед впроваджених в конструкторську практику автоматизованих систем існують деякі, що пропонують автоматичне проектування пружини. Такий розрахунок пружини та виконання її робочого кресленика дозволяє виконати система автоматизованого проектування КОМПАС, яка вміщує у себе багато бібліотек автоматизації різних технологічних та розрахункових процесів.

У розділі «Машинобудування» є бібліотеки КОМПАС-SHAFT розрахунків зубчастого зачеплення та бібліотеки КОМПАС-SPRING для розрахунків різноманітних пружин: розтягування, стискування, тарельчастих та ін.

Розглянемо послідовність виконання розрахунку та автоматизованого створення просторової моделі та робочого кресленика пружини в автоматизованої системі КОМПАС на конкретному прикладі.

Завантажуємо в системі КОМПАС бібліотеку для розрахунку пружин та вибираємо циліндричну пружину стискування (рис.1).

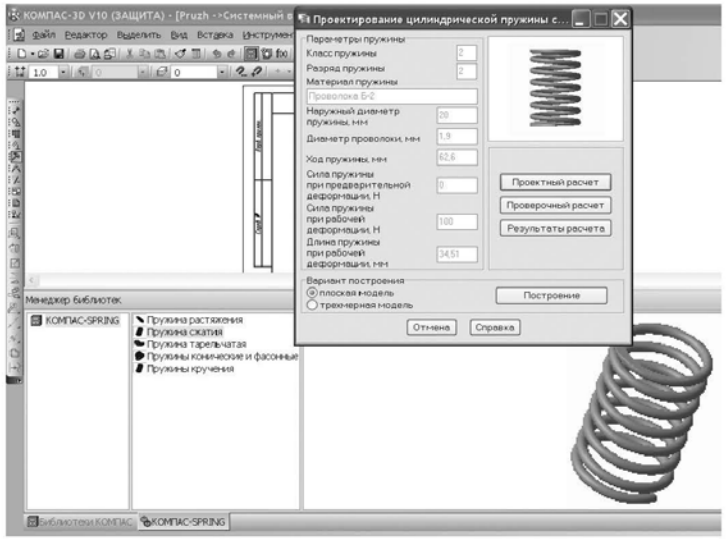


Рис.1 Бібліотека КОМПАС-SPRING для розрахунку пружин різних типів.

Для виконання проектного розрахунку завантажуємо вихідні параметри пружини (рис. 2). У правій частині діалогового вікна задається тип підготовки початкових та кінцевих витків пружини. Форма кінців пружини повинна бути такою, щоб прикладене зусилля не створювало момент, що викривлює пружину. Тому опорні витки пружини стискання із дроту великого діаметру підгинають або зашліфовують.

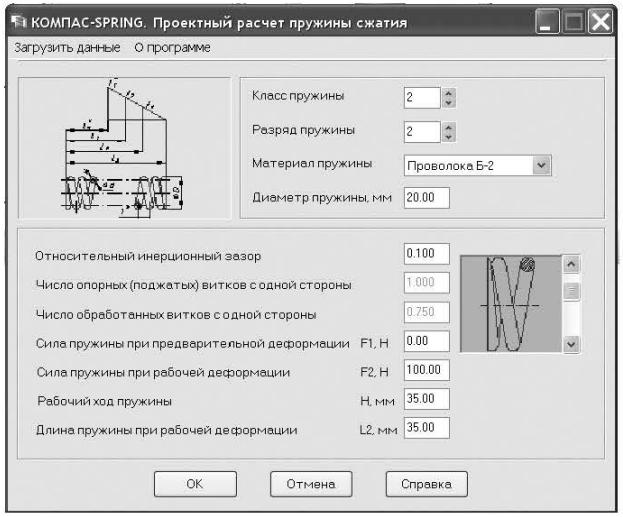


Рис.2. Діалогове вікно для завдання параметрів пружини.

В результаті автоматичного розрахунку можливих типорозмірів деталі отримуємо дані для її виготовлення та контролю (рис.3).

Рис. 3. Результати автоматизованого розрахунку.

Система надає різні варіанти розрахунку за різноманітними параметрами, є можливість вибрати діаметр дроту, і навіть навести свій варіант розрахунку.

Якщо вибрано бажаний варіант, то система інформує про результат розрахунку (рис. 4).

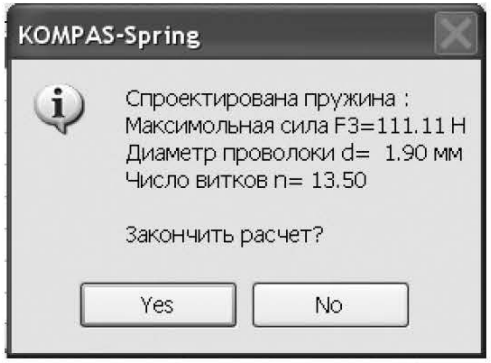


Рис. 4. Розрахункові параметри пружини.

При згоді проектувальника для формування робочого кресленика пружини пропонується нанести на кресленику розміри и накреслити діаграму навантажень (рис.5).

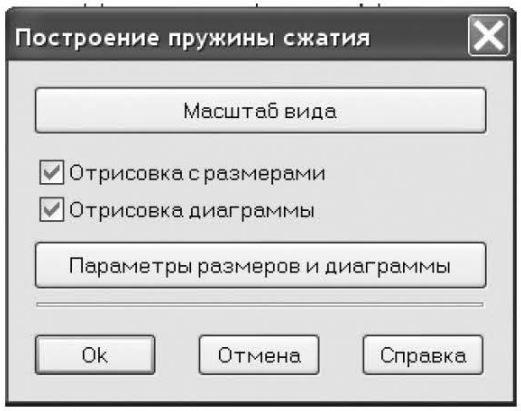


Рис. 5. Діалогове вікно для завдання параметрів кресленика пружини.

На рис. 6 наведено автоматично створений робочий кресленик пружини.

При необхідності виконується не тільки проектний, але й перевірочний розрахунок (рис.1), за яким надається побудова пружини чи у вигляді плоского зображення, чи просторової моделі (рис.7).

Просторова модель деталі може застосовуватись для створення просторової моделі виробу, до якого входить ця пружина. Система КОМПАС дозволяє в напівавтоматичному режимі створювати також специфікацію до виробу на етапі створення його просторової моделі .

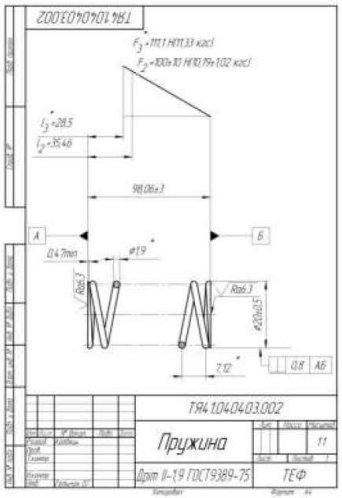


Рис. 6. Робочий кресленик пружини.

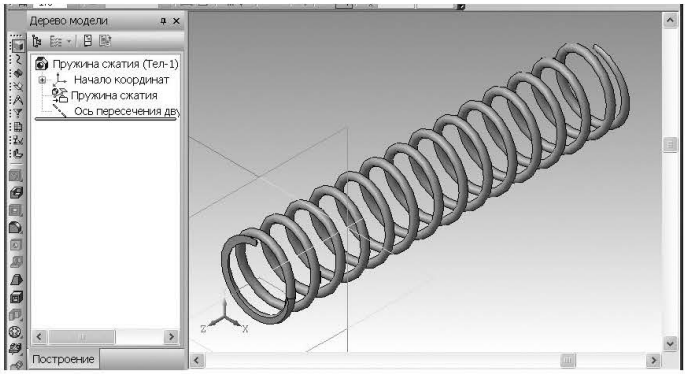


Рис. 7. Просторова модель пружини.

Виходячи із компоновочного складального кресленика складанної одиниці, в яку входить пружина, визначаємось із тим варіантом розрахунку, який задовольняє усім вимогам функціонування цієї деталі. Причому графічний пакет КОМПАС надає можливість як отримати робочий кресленик пружини, так і її просторову модель.

Висновки. Застосування сучасних засобів інформаційних технологій дозволяє не тільки суттєво скоротити процес проектування та розрахунку складних елементів виробів, але й перевірити багато різних варіантів та вибрати оптимальний.

УДК 514.18:536.3

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Болдирєва Л. В., асистент*
Болдирєва М.О.
Демиденко Р.В, студент
Христич С.А. , студент
Національний авіаційний університет

Анотація *– розглядається питання аналізу методів геометричного моделювання робочих органів ґрунтообробних сільськогосподарських машин.*

Ключові слова *– робоча поверхня, робочий орган, геометричне моделювання, грунт, параметри.*

Постановка проблеми. Існує дуже багато способів геометричного моделювання робочих органів сільськогосподарських ґрунтообробних машин, для визначення яких враховуються складні процеси зміни структури ґрунту, що обробляється, та комплекс агротехнічних та технологічних вимог, що відноситься до даного процесу.

Аналіз останніх досліджень. Графічна інтерпретація зв'язку між формою робочих органів , що моделюються, та ґрунтообробними процесами, є геометричною передумовою методів конструювання робочих поверхонь сільськогосподарських машин.

Оскільки методи геометричного моделювання , які застосовуються на практиці, в основному дають опис раніше використаних криволінійних форм (циліндри, циліндроїди, гелікоїди), а їх параметри визначають експериментально, то принципово важливим у пошуку форм нових поверхонь, що моделюються, є визначення зв'язку між заданими взаємодіями та формою робочого органу.

Формулювання цілей (постановка завдання). Проведемо аналіз основних вимог та переваг геометричних способів моделювання робочих органів ґрунтообробних сільськогосподарських машин.

Основна частина. Геометричне моделювання робочих органів ґрунтообробних машин виконується за умови, що ґрунт має ідеальні властивості. На практиці ідеальних умов ґрунту не існує,тому, наприклад, поверхні, які моделюються за теоретичними передумовами, під час результатів з урахуванням швидкості корегуються за параметрами, пов'язаними з їх довжиною.

І, як результат, маємо геометричну форму поверхні, загальний характер дії якої є типовий для різних видів ґрунтів. А вже отримані параметри змодельованої поверхні та її розміщення в просторі корегуються додатковими теоретичними та лабораторними дослідженнями.

* Науковий керівник – д.т.н., професор Юрчук В.П.

Таким чином, властивості ґрунтів та швидкість руху робочого органу ґрунтообробних знарядь сільськогосподарських машин є одними з важливих факторів при моделюванні робочих поверхонь.

Головною перевагою геометричного моделювання є доступність до експериментального контролю нових поверхонь на різних типах ґрунтів та у можливості діалогової корекції геометричної форми ґрунтообробного органу, яка моделюється, на всіх стадіях її проектування.

Пошук нових форм дії на ґрунт робочих органів необхідний для створення комплексу агробіологічних умов, які сучасні ґрунтообробні сільськогосподарські машини виконують не в повній мірі. Тому завдання під час моделювання таких поверхонь повинно ґрунтуватися на розробці органів, які є конструктивним початком будь-якої ґрунтообробної машини, а в основному, на створенні в ґрунті конкретних станів, які виражені в структурі шарів та їх розміщенні.

Якщо отримана в результаті геометричного моделювання поверхня робочих органів ґрунтообробних машин по типу не відрізняється від існуючої, тоді стає зрозумілим, що шлях її пошуку був традиційним , а отже, необхідно застосовувати нові методи відображення агротехнічних вимог, що в свою чергу збільшать коректність створеної моделі і знищить повторення недоліків. Вдосконалення змодельованих поверхонь робочих органів елементами перевірених на практиці геометричних форм, або їх геометричний синтез, дає можливість знайти максимально ефективне рішення для вирешення поставленої задачі в технологічному плані.

Висновки. Враховуючи аналіз методів геометричного моделювання робочих органів сільськогосподарських ґрунтообробних машин, важливо, щоб моделювання достовірно і максимально повноцінно відображало форму поверхні, було зрозумілим для спеціалістів, які задають агротехнічні та технологічні передумови до техніки, яка моделюється.

Бібліографічний список

1. *Болдирєва Л.В.,Демиденко Р.В.* До питання моделювання форми поверхонь робочих органів ґрунтообробних знарядь/ Матеріали II-ї Міжнародної наково-практичної конференції студентів,аспірантів та молодих учених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності», Вип. 2.- К: ДІЯ, 2013 р.- с.11-12.

2. *Корабельский В.И.* Графоаналитический метод конструирования робочих поверхностей почвообрабатывающих машин по наперед заданым технологическим требованиям: Дис. … канд.техн.наук.- К., 1972

3. *Горячкин В.П.* Собрание сочинений. Т.2.- М.: Колос, 1968.

4. *Волоха М.П.,Волоха В.М., Болдирєва Л.В.* Геометричне моделювання технологічних процесів підготовки ґрунту та сівби цукрових буряків і знарядь для їх виконання / Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип.4, т. 52. – С.128 – 133.

УДК 514.2:631.372

ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФОРМ ОБ'ЄМІВ КАБІН ТРАКТОРІВ

Василів П.А., к.т.н.
Хмельовський О.В., магістр.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Україна, м.Київ)

Анотація - розроблена геометрична модель форми для об'єму кабіни трактора з врахуванням мінімальних витрат тепла для даного об'єму, а також одержаний показник оцінки форм об'ємів різних конфігурацій кабін по співвідношенню параметрів поверхні до об'єму кабін різних форм.

Ключові слова - оператор, форма, об'єм і розміри кабіни, теплові показники, конструкція.

Постановка проблеми. Розробка теоретичних варіантів геометричних моделей і оптимізація їх параметрів для вибору раціональних форми об'ємів кабін тракторів.

Аналіз останніх досліджень. Щоб забезпечити нормальні умови для організму людини було розроблено одяг, житло, а також кабіну для оператора, який управляє трактором, комбайном. Так, параметри клімату в зоні об'єму кабіни трактора є нестабільні, а організм людини може перенести невеликі зміни параметрів робочого середовища без зниження працездатності. Тому забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату і ергономічних зручностей в управлінні агрегатом для даної конструкції форми об'єму кабіни трактора є одними із основних передумов при проектуванні кабіни трактора.

Формулювання цілей статті. Геометричне моделювання і оптимізація форми об'єму кабін тракторів.

Основна частина. Розробка геометричної моделі раціональної форми кабіни базується на системі «людина - машина» адже організм людини постійно реагує на зміни навколишнього середовища, невід'ємною частино якого є атмосферне повітря. Процеси, які відбуваються атмосфері, формують погодні умови на землі. З погодою тісно пов'язані такі фізичні фактори як температура і вологість повітря, атмосферний тиск, вітер, опади, сонячна радіація. Щоб забезпечити нормальні умови для організму людини було розроблено кабіну для оператора, який управляє машиною. Кабіна захищає операторі від дощу, снігу, вітру, сонячних променів, але при цьому виникає проблема забезпечення нормального мікроклімату в ній, оглядовості з робочого місця оператора, зниження рівня шуму,

зручності управління, тобто забезпечення ергономічних показників для даної конструкції кабіни.

Теперішній розвиток техніки змінює роль «людського фактора» в управлінні машиною, яку не можна розглянути окремо без людини. Людина стає діючою частиною системи «людина – машина». Ми знаємо, що наука, яка займається дослідженням системи «людина – машина – робоче середовище» – ергономіка.

Оточуючі фактори в яких протікає процес управління людиною машини дуже впливають на працездатність оператора. Внаслідок незначних змін параметрів робочого середовища, порушується рівновага між навколишнім середовищем та організмом людини, яка веде до зниження діяльності органів чуття, серця, нервової системи, і т.д. Основне навантаження припадає на центральну нервову систему та органи чуття людини, що приводить до погіршання самопочуття її, внаслідок чого зазнає змін робота системи «людина – машина – середовище».

Необхідність забезпечення благоприємного мікроклімату є свого роду задача окрема. Однак ця проблема не проста. Оскільки пристрої для створення мікроклімату в кабіні трактора повинні відповідати наступним вимогам – бути простими по конструкції, невисокої вартості; зручні для обслуговування персоналом невисокої кваліфікації, зберігатись під відкритим небом. Ці пристрої повинні забезпечувати стабільні параметри середовища при постійних змінах режиму роботи машини в різні періоди дня і року. При цьому форма і розміри кабіни повинні бути оптимальними.

Одним із підходів розрахунку форми і конструктивних розмірів кабіни може бути зроблений по тепловим показникам. Виходячи з того, що нормальна життєдіяльність та висока працездатність людини можлива лише за умов збереження теплової рівноваги організму без значного напруження механізму терморегуляції, якщо при цьому зберігається відповідність між протіканням тепла і його віддачею в навколишнє середовище.

Теплові витрати в стаціонарному режимі для кабіни трактора можна записати в наступному вигляді:

$$Q = Q_{обм.} + Q_{вент.} \qquad (1)$$

де $Q_{обм.}$ – витрати тепла через поверхні , які обмежують об'єм кабіни, дорівнюють $\sum AU\Delta t_2$; $Q_{вент.}$ – витрати тепла на інфільтрацію повітря в кабіну, відповідно рівняються $\left(\frac{Vn}{3}\right)\Delta t_2$; Δt_1, Δt_2 – відповідні різниці температур; $\sum AU\Delta t_1$ – величина, яка враховує матеріал кабіни; $\left(\frac{Vn}{3}\right)$ - повітрообмін, або об'єм повітря, який потрібно нагріти; V, U – об'єм і площа кабіни.

Ясно, що конструктор може впливати на перший параметр просто міняючи матеріал або конструкцію кабіни. Щоб проектувальник міг змінювати кожну величну залежності (1). При цьому, для любого замкнутого об'єму існує багато варіантів зміни лінійних розмірів його –

довжини, ширини, висоти, що призводить до рівної сумарної площі поверхні. Тому дві кабіни одного об'єму, можуть бути виготовлені з одного і того ж матеріалу, але мати різну площу поверхні, звідси і різні витрати тепла.

Вирішуючи рівняння (1) відносно Δt отримаємо:

$$\frac{Q}{\Delta t} = \sum AU + \frac{Vn}{3} \qquad (2)$$

З врахуванням ряду факторів, потрібно оптимізувати мінімальні втрати тепла для даного об'єму кабіни тобто Q/Q_t віднести до розмірів кабіни.

$$\frac{Q}{\Delta tV} = \frac{\sum AU}{V} + \frac{n}{3} \qquad (3)$$

Із цього рівняння (3) одержуємо два важливих показника: величина $\frac{\sum AU}{V}$ - залежить не стільки від величини U, але від співвідношення $\frac{A}{V}$, якщо $\frac{\sum AU}{V}$ менше $\frac{n}{3}$ значить, витрата тепла на інфільтрацію повітря більші чим через зовнішні стінки кабіни.

Таким чином, співвідношення $\left(\frac{U}{V}\right)$ – поверхні до об'єму кабіни являється важливим показником при проектуванні кабіни трактора.

Оптимізація співвідношення, яке цікавить нас залежить, від лінійних параметрів розмірів кабіни (довжини, ширини, висоти), особливо від їх величини. Останнє представимо на прикладі, коли кабіна має форму у вигляді куба зі стороною X (табл.1).

Таблиця 1

Геометрчні параметри кабіни кубічної форми

Лінійний розмір кабіни, X(м)	Площа поверхні кабіни, $6x^2(м^2)$	Об'єм кабіни, $X^3(м^3)$	Відношення поверхні/об'єму кабіни, U/V, 6/x
1	6	1	6
1,5	13,5	3,375	4
2	24	8	3
2,5	37,5	15,625	2,4
3	54	27	2

Аналіз наведеної таблиці, показує нам, що оптимальні параметри висоти в границях 1,5-2 м.

Розглянемо 4 моделі форми кабін: циліндр, куб, призми (висотою 1,5 м; призми - довжиною 1,7 м; 1,3 м; шириною – 1,3 м; 1,7 м)

В кожному випадку об'єм моделі був один і той же, а величина площі поверхні різна. Що призводить до різних відношень площі поверхні до об'єму кабін. Таким чином, найменше значення цього відношення одержали для циліндра (табл. 2).

Таблиця 2

Геометричні параметри об'ємів кабіни при різних формах геометричних тіл.

Тип моделі	Площа поверхні ($м^2$)	Об'єм, ($м^3$)	Відношення площі поверхні до об'єму кабіни
циліндр	12,5	3,375	3,7
куб	13,5	3,375	4
призма(1,7*1,3)	13,56	3,375	4,01
призма (1,3*1,7)	13,58	3,375	4,02

Висновки. Вирішення поставленого завдання дозволить підвищити комфортабельність робочого місця, зменшити втомленість механізатора та відповідно збільшити продуктивність роботи. Раціональна форма для кабіни відповідає формі в вигляді циліндра. Дана форма кабіни відповідає вимозі по оглядовості для кабіни трактора, а також дозволяє оптимально розміщувати по об'єму кабіни важелі керування трактором по відношенню до поста керування оператора. Циліндрична форма кабіни має також свої недоліки технологія виготовлення і поєднання з рамою трактора. Тому приходиться поєднувати форму циліндра з формою призми при виготовленні кабін тракторів. На основі даних викладок можливо потрібно ввести коефіцієнт параметра теплової характеристики форми, з допомогою якого можна оцінити теплову ефективність кабіни. Величину даного коефіцієнта визначають як відношення мінімально можливих витрат тепла до дійсних витрат тепла. Даний коефіцієнт можна використати в якості показника, наскільки конкретні форми кабіни відповідають оптимальній.

Бібліографічний список

1. *Илинич И.М., Никонов В.В., Кальченко Б.И.*, «Расчет, проектирование и испытание кабин тракторов». М.: ВО Агропромиздат, 1987р., с.214
2. *Марккус Т.А., Морис Э. Н.* «Здания, климат и енергия». Л.: Гидрометеоиздат, 1985., с.544

УДК 514.2:631.372

ГЕОМЕТРИЧНЕ КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ ОПЕРАТОРА ДЛЯ КАБІН ТРАКТОРІВ

Василів П.А., к.т.н.
Корж Р.М., магістр
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Україна, м. Київ)

***Анотація** – в статті дана залежність для ергономічної системи «людина – трактор – предмет праці – зовнішнє середовище». Обґрунтовані зони розміщення важелів керування по об'єму кабіни трактора.*

***Ключові слова** – кабіна, пульт керування, ергономічна система, оператор, робоче місце, робоча зона.*

Постановка проблеми. Засоби геометричного конструювання дозволяють вивчити сутність явища що досліджується. Так, при проектуванні і конструюванні пультів керування і, зокрема, засобів відображення інформації потрібно забезпечити не тільки їх раціональне розміщення, але врахувати абсолютні і диференційовані границі відчуття зорових, слухових і других аналізаторів, а також їх пропускну спроможність. Проблема полягає в тому, що оператор (тракторист) повинен правильно і своєчасно відреагувати на робочі сигнали, а також, щоб потік інформації надходження сигналів не перевищував границю психологічної можливості людини.

Аналіз останніх досліджень. В роботі [1,2] зроблений аналіз взаємозв'язків роботи трактора і умов праці оператора. Однак в цих матеріалах не зроблені підходи для проектування кабін тракторів з ергономічної точки зору.

Для вирішення даної проблеми, якій присвячено статтю, відносяться задачі проектування кабін на основі аналізу комплексу ергономічної системи зв'язків «людина – трактор – предмет праці(технологічна операція) – зовнішнє середовище».

Формулювання цілей статті. Розробка граничних геометричних параметрів для конструювання робочого місця оператора в кабінах тракторів.

Основна частина. Продуктивність роботи комбінації «трактор+агрегат» буде залежати не тільки від характеристик двигуна, сільськогосподарської машини, але і від раціонального розміщення робочого місця оператора для даного агрегата. Розглянемо модель «людина – трактор – предмет праці (технологічна операція) – зовнішнє середовище», яке досліджується на основі геометричних та ергономічних

підходів, дозволить оптимізувати аспекти геометрії та ергономіки і визначити оптимальні розв'язки серед множини допустимих розв'язків, тих рішень, які можуть бути віднесені до оптимальних в тому чи іншому сенсі[2]. Таким чином ми приходимо до того, що кабіна трактора повинна бути спроектована так, щоб вона забезпечила обслуговування трактора в зручній робочій позі з використанням зусиль рук, траєкторії, швидкості і кількості рухів суглобів в фізіологічно допустимих границях, а також повинні бути науково обґрунтовані кути зору, рівні інтенсивності сигналів, параметри величини інформації, які поступають.

Ергономічна система є складним поняттям, тому що вона включає в себе людину, машину, предмет праці, оточуюче середовище, людей, які задіяні в даній системі.

В результаті дослідження ергономічної системи (Е.С.) потрібно врахувати:

- антропометричні параметри людини (А.Л.);
- визначити кількість рухів рук ($\sum l$) їх швидкість (l_v), траєкторію (l_s);
- врахувати зусилля рук особливо для рульового колеса (F_p);
- використати матричну методику для визначення розміщення важелів керування в найбільш оптимальних місцях ($n_K l_V$), а також навантаження на пальці рук (F_{ln} *і* F_{tp})
- визначити границі зон видимості ($\lim\varphi_{зор}$);
- врахувати фізіологічні фактори (границя шуму)($\lim$ I)
- мікроклімат в кабіні (t_K , v_n , φ_n , $\sum M_{пов}$)
- вібрацію ($\lim W$).

Звідси випливає, що:

Е.С.=*f*[А.Л.;($\sum l, l_v, l_s$);F_p;$n_K l_V$; (F_{ln} ; F_{tp}); $\lim\varphi$; $\lim$ I; (t_K , v_n , φ_n , $\sum M_{пов}$); $\lim W$]

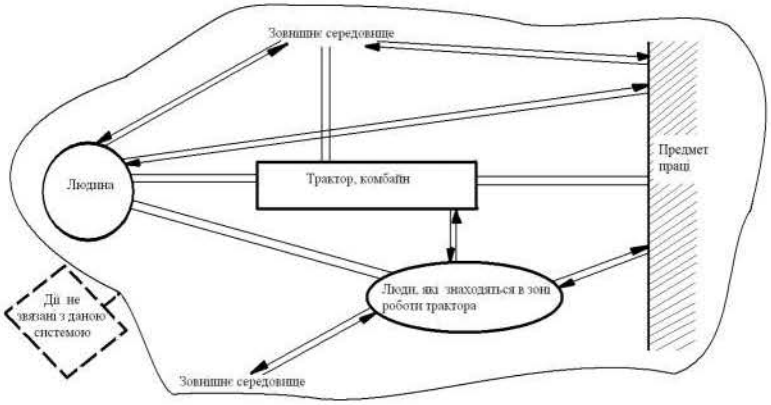


Рис. 1. – Схема зв'язків в системі «Людина – трактор – предмет праці – зовнішнє середовище».

Даний комплекс залежностей можна розбити на групи факторів:

Е.С.=*f*[А.Л.;($\sum l, l_v, l_s$);F_p;$n_K l_V$; (F_{ln} ; F_{tp}); $\lim\varphi$; $\lim$ I; (t_K , v_n , φ_n , $\sum M_{пов}$); $\lim W$]

Параметри ергономічної системи залежать в основному від 4 груп факторів. В даному рівнянні першим фактором є антропометричні дані людини, другим - конструкція кабіни і організація робочого місця, третім - фізіологічні можливості людини, четвертим - мікроклімат. Ми розглянемо перших два фактори показників, які потрібно врахувати при проектуванні робочого місця і пульта керування трактора.

Тому відповідність конструкції кабіни і організації робочого місця, антропометричні дані, фізіологічні і психологічні можливості людини являються основною умовою оптимальної взаємодії між людиною і тракторами або комбайнами в системі - «людина - машина».

В теперішній час в наслідок технічного ускладнення машин і механізмів, збільшення їх швидкості роботи, ергономічні вимоги до конструкцій обслуговуючої техніки і організації робочого місця підвищується.

Так, фізіологічні дослідження показали, що недодержування даних вимог при виконанні роботи в незручній позі, приводить до небажаних фізіологічних змін.

Тому, що основними робочими позами являються пози - сидяча і стояча. При виконанні ряду робіт найдоцільніше становитися поза сидячи-стоячи. При проектуванні робочої постанови потрібно виходити з величини затрачених м'язових зусиль, степені точності і швидкості руху рук, характеру виконуємо роботи, мінімальних затрат енергії, максимальної виробничої результативності рухів.

При виборі основної робочої пози перевагу потрібно віддавати позі сидя перед позою стоячи. Поза сидячи менш стомлює людину, так як в результаті зменшення висоти центра ваги над площею опори збільшується рівновага тіла; при цьому зменшується навантаження на м'язи, потрібні для збереження постави, зменшується гідростатичний тиск і навантаження на сердечно - судинну систему.

Виконання робіт в положенні сидячи забезпечує велику точність робочих рухів, тому для управління трактора оптимальна робоча поза являється - сидячи.

При виконанні роботи сидячи статичні навантаження припадають в основному на групу м'язів шиї, плечового пояса і спини. При довготривалій роботі в умовах даної пози можуть виникнути такі захворювання як сутулість, травматичний радикуліт та інші. Статичні навантаження м'язів приводять до порушення нормального кровообігу в них, застою крові, деформації опорно-рухомої системи та ін..

Для багатьох випадків більш раціональним являється робоче місце, яке дає можливість працювати сидячи-стоячи. Зміна пози вносить деяку різновидність при виконанні монотонної роботи.

Для того, щоб робота виконувалась в зручній, правильній позі, при проектуванні кабіни і робочого місця потрібно врахувати антропометричні

дані, при цьому потрібно знати, що вони для людей різних країн неоднакові, а також можуть розрізнятися і для людей одної національності, проживаючих в різних регіонах країни.

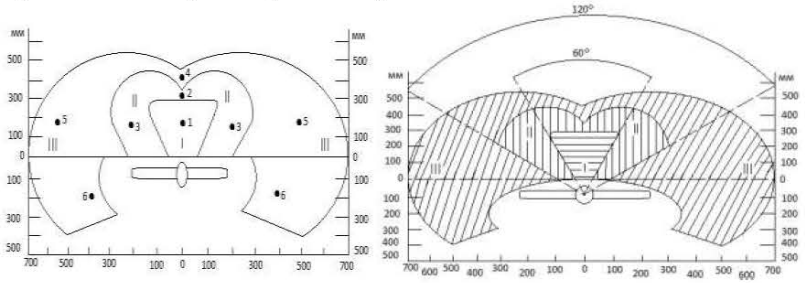


Рис.2. – Зони розміщення важелів керування в горизонтальній площині

На основі антропометричних даних і вивчення закономірностей роботи системи руху людини встановлені границі зон робочого місця. Різні автори ділять робочі зони на декілька зон - від 2 до 7 , даючи різні назви. Проте всі автори виділяють основні зони - оптимальну і зону досяжності. Робота в границях цих зон забезпечує оптимальну робочу позу, тобто вільну і не напружену, без нахилу тулуба в бік. Корпус оператора при цьому зберігає вертикальне розміщення або нахилений вперед до 10 - 15°.

Із сказаного, можна відмітити, що довге виконання роботи в границях зон досяжності, зв'язаних з періодичним рухом рук, приводить до стомлення, так як при цьому, збільшується енерговитрати організму.

В зв'язку з цим, що невідповідність параметрів робочого місця антропометричним даним виявляється в фізіологічні реакції організму, яке виражається на напруженості функцій і розвиває втому, тому основні параметри робочого місця повинні мати фізіологічну основу.

Аналіз літературних джерел доводить, що в горизонтальній площині при роботі сидячи встановлено, що найбільш швидко права і ліва руки досягає органів управління, розміщених в границях зони I і II, особливо в зоні I. При русі рук з початкового положення до органів керування, розміщених в зоні III, час на виконання завдання суттєво зростає для всіх секторів зон. В найбільші степені він зростає, коли органи керування розміщенні за нульовою лінією (точка 6).

Рух рук в границях зони I були найбільш точними. Найменше точними вони були, коли задані точки розміщувалися в зоні III, особливо коли вони находились ззаду від нульової лінії.

На основі отриманих даних можна зробити висновки, що рух правої руки (у людей з провідною правою рукою) більш точніший і швидший, чим лівою. Електронографічні дослідження по фізіологічному обґрунтуванню робочих зон в вертикальній площині показали, що найбільш малі величини біоелектричної активності м'язів рук

спостерігаються при русі їх з початкового положення до органів керування, розміщених на висоті 1100, 1200мм від підлоги.

Таким чином, як в горизонтальній так і вертикальній площині найбільш зручною, тобто оптимальною, являється зона I. В границях цієї зони можуть виконуватися найбільш точні рухи, та ті, які дуже часто повторюються, а значить в цій зоні повинні бути розміщенні найбільш важливі і часто використовувані органи керувань. В зоні II (зона легкої досяжності) можна виконувати точні і часті рухи і розміщувати важливі і часто використовувані важелі керувань. В границях зони III (зона досяжності) можна виконувати менш точні і нечасті рухи, так як в результаті збільшення амплітуди рухів та їх виконання витрачається більш часу і при великій частоті рухів в цій області становляться енергетично некорисні. В зоні III можна розміщувати менш важливі і нечасто використовувані важелі керування. Найрідше повинні бути рухи рук на зад від нульової лінії, які вимагають повороту тулуба.

Головним параметром робочого місця, який впливає на формування пози, являється, висота робочої поверхні відстані по вертикалі від підлоги до горизонтальної площини, (реально існуючої або уявної), в якій виконуються основні при керуванні трактором рухи. При роботі, яка потребує значних зусиль, висота робочої поверхні може бути дещо менше (700-800мм).

Висновки. Реалізація рекомендацій збільшить працездатність людини, ефективність виконання виробничих завдань і дасть можливість створити таку кабіну трактора, яка би відповідала фізіології і психології людини і викликає позитивні емоції, а також створювала добрий настрій в людині при виконанні робіт на тракторі.

Бібліографічний список

1. *Водяник І.І.* Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів, К: Урожай, 1994р., с.322
2. *Горшкова С.И.* Производственная эргономика, М: Медицина, 1979р., с.312

УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧНИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО КІНЦЕВОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ПЛОЩИНИ НА ЗЕМЕЛЬНІЙ ДІЛЯНЦІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ

Верещага В.М., д.т.н.,
Бездітний А.О., к.т.н.,
Павленко О.М., аспірант*
Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького,
(Україна, м.Мелітополь)

Анотація *– тезісно викладено план розв'язання задачі отримання рельєфу земельної ділянки у вигляді горизонтальної площини, яке досягнуто у точковому БН - численні.*

Ключові слова *– рельєф, горизонтальна площина.*

Постановка проблеми. З метою оптимізації ресурсів у зрошувальному садівництві, у деяких технологіях видобутку рідкоземельних елементів та іншому, виникає необхідність вертикального планування рельєфу земельної ділянки до стану горизонтальної площини, яку потребує технологічний процес. Як виявилося задача є і складною і актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Запропонований геометричний алгоритм, розрахований на реалізацію в точковому БН-численні [1,2,3], у цих роботах отримано точкові рівняння площини, у тому числі і горизонтальні, апліката яких обирається без усіляких умов, що не завжди є достатнім.

Формування цілей статті. Розробити алгоритм визначення аплікати горизонтальної площини, яка поділяє рельєф земельної ділянки таким чином, що сумарний об'єм усіх горбів дорівнює сумарному об'єму усіх западин.

Основна частина. Ми поділяємо вертикальне планування на попереднє і кінцеве. Попереднє пов'язане з виконанням великих об'ємів земляних робіт, зв'язаних з вийманням ґрунту в одному місці і підсипанням його в іншому місці земельної ділянки (ЗД), яке застосовується у разі наявності перепаду висот, що перевищує більш як 0,5 метри. Кінцеве вертикальне планування застосовується для ділянок, у яких перепад висот не перевищує 0,5 метри. Такий поділ є умовним і його межі можуть змінюватись в залежності від певних умов. У результаті наземного лазерного сканування (НЛС) утворюється хмара, що складається з мільйонів точок, які відображають навіть грудки на поверхні ЗД.

1. Визначаємо середній розмір грудки, який пов'язаний з типом ґрунту.
2. Визначати перепад висот ЗД як різницю між аплікатами найвищої та найнижчої точок.
3. Визначити кількість зон по вертикалі як відношення перепаду до середнього розміру грудки.
4. Розподілити всі точки хмари, отримані в результаті НЛС ЗД, у відповідності до визначених зон.
5. Обрати аплікатою горизонтальної площини, що відповідає зоні, у якій знаходиться найбільша кількість точок.
6. становити межі земельної ділянки у плані.
7. Для усіх точок, визначеної у п.6 межі, прийняти аплікату горизонтальної площини з п.5.
8. У певному симплексі визначити точкове рівняння горизонтальної площини H.
9. У тому ж симплексі побудувати складену поверхню M, сегментами якої є точкові рівняння поверхонь типу луна.
10. Визначити точкові рівняння G – горизонталей, як лінії перетину H і M.
11. Визначити окремо об'єми V_2 усіх горбів, що вище H та V_3 усіх западин, що нижче за H.
12. Врахувати $_{\Delta}V = V_2 - V_3$. У разі, якщо $_{\Delta}V > 0$ необхідно його половину додати до об'єму під площиною H і уточнити висоту розташування горизонтальної площини. У разі, якщо $_{\Delta}V < 0$, то його половину треба відняти від того ж об'єму. Ці операції виконувати доки $_{\Delta}V = 0$.
13. З урахуванням уточненої висоти горизонтальної площини остаточно визначити об'єми кожного з горбів V_2 та кожної із западин V_3.
14. Визначаються координати вершин для усіх горбів і западин, відносно яких розв'язується транспортна задача.

Висновки. Запропонований алгоритм призначений для реалізації, через формалізоване геометричне моделювання, оптимального кінцевого вертикального планування горизонтальної площини на земельній ділянці, вихідними даними для якої є хмара точок, що отримана за результатом наземного лазерного сканування.

Бібліографічний список

1. *Балюба И.Г* Конструктивная геометрия многообразий на основе точечного исчисления. Автореф. докт. техн. наук. – К.: КГТУСА, 1955 – 36с.
2. *Конопацький Є.В* Геометричні моделювання алгебраїчних кривих та їх використання при конструюванні поверхонь у точковому численні Балюби-Найдиша: канд. техн. наук. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012 –26с.
3. *Кучеренко В.В.* Формалізовані геометричні моделі нерегулярної поверхні для гіперкількісної дискретної скінченої множини точок: Мелітополь: ТДАТУ, 2013 – 232с.

УДК 347.778

ПРАКТИЧНІ ПИТАННЯ РОБОТИ З ПАТЕНТНИМИ БАЗАМИ ДАНИХ

Ветохін В.І., д.т.н., професор
Вознюк Т.А., доцент
Трубчінова Д.І., студентка
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація *– розглядаються практичні питання роботи з патентними базами даних різних країн дослідником-початківцем.*

Ключові слова *– технічний рівень, патенти, бази даних, тенденції розвитку, дослідник-початківець.*

Постановка проблеми. В студентській практиці при виконанні курсових (дипломних) проектів, та у подальшій інженерній або науковій роботі, виникає потреба проведення патентних досліджень. Метою таких досліджень є, зокрема, виявлення світових тенденцій в галузі, запобігання дублювання розробок, формування бази посилань для патентування власних розробок, та таке інше. Патентні документи можуть бути посібником при вивченні історії розвитку та сучасних розробок, тим самим формувати культуру інженера.

Аналіз останніх досліджень. Відома значна кількість методичних порад [1-4], а також стандарт [5], відносно роботи з базами патентної інформації, котрі орієнтовані на спеціалістів з елементами фахової освіти, передбачає суттєві попередні знання з патентознавства, та досить громіздкі. Звичайна практика патентних досліджень передбачає звернення до баз даних національних патентних відомств, що доступні через інтернет [6-8]. Для цього необхідно знати клас за міжнародною або національною класифікацію, та ключові слова. Деякі бази даних надають доступ за номером патенту [9]. Електроні адреси національних патентних відомств містяться, наприклад, в публікації [1] (Таблиця). Згадані національні бази даних мають деякі відмінності в організації доступу, потребують початкові знання, у тому числі іноземних мов. Виділити провідну державу, на початку досліджень в необхідній пошукачеві галузі, також досить складно.

Значна кількість студентів та аспірантів, котрі вперше стикаються з потребою патентного пошуку, мають потребу отримати перші результати в стислі терміни. При потребі, в майбутньому будуть поглиблювати знання в даній сфері.

Формулювання цілей (постановка завдання). Ціллю нашого дослідження є опрацювання конкретних порад, орієнтованих на студентів-дослідників, аспірантів, початківців в роботі з патентними базами даних.

Основна частина. Пошук патентів всіх країн світу доцільно проводити з використанням відповідних інтернет-сервісів. Для цього звернемося до можливостей, що надає інтернет-сайт Всесвітньої

організації інтелектуальної власності WIPO (World Intellectual Property Organization, створена в 1883 р., до складу входить 148 країн) [10].

Таблиця

Перелік електронних адрес зарубіжних баз даних об'єктів промислової власності, до яких надається безоплатний доступ в Інтернеті (фрагмент, за даними [1])

Назва організації або держави	*Зміст. Адреса в Інтернеті*
Австралія	Офіційні бюлетені патентів на винаходи (з 2002р.) http://pericles.ipaustralia.gov.au/ols/epublish/content/olsEpublications.jsp Описи до заявок і патентів Австралії (з 1975р.) http://pericles.ipaustralia.gov.au/aub/aub_pages_1.intro
ЄАПВ Євразійське патентне відомство	Євразійська патентно-інформаційна система ЄАПАТІС: Бібліографічні дані, реферат або формула винаходу, креслення http://www.eapatis.com Євразійський сервер ESP@CENET http://ea.espacenet.com (*Російськомовний інтерфейс)*
Німеччина Федеративна Республіка Німеччина	Електронно-цифрова бібліотека Відомства з патентів і торговельних марок: Патентна документація Німеччини за весь період публікації та інших країн світу на значну глибину (повнота не гарантується) http://www.depatisnet.de/
	Реєстри торговельних марок, патентів на винаходи, корисні моделі та промислові зразки; патентний реєстр колишньої НДР **https://dpinfo.dpma.de**

Здійснивши запит «WIPO» в пошуковій системі, отримаємо список посилань на інтернет-ресурси Всесвітньої організації інтелектуальної власності (рис.1).

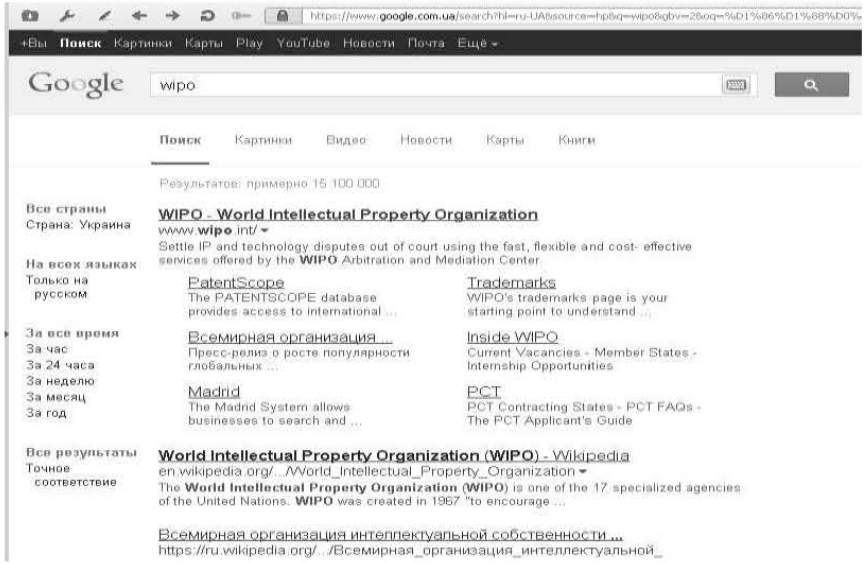


Рисунок 1 – Вигляд сторінки з результатами пошуку по запиту «WIPO»

Здійснивши перехід за першим посиланням, потрапляємо на головну сторінку офіційного сайту WIPO. У верхньому кутку сторінки праворуч знаходиться віконце Search WIPO (рис.2).

Рисунок 2 – Головна сторінка офіційного сайту WIPO

Для практики роботи з даною системою ми обрали запит за ключовими словами «Аналого-цифровий перетворювач», який потрібно сформулювати англійською мовою, а саме «Analog-to-digital converter». На даний запит отримуємо сторінку з посиланнями на значну кількість патентів (Рис.3).

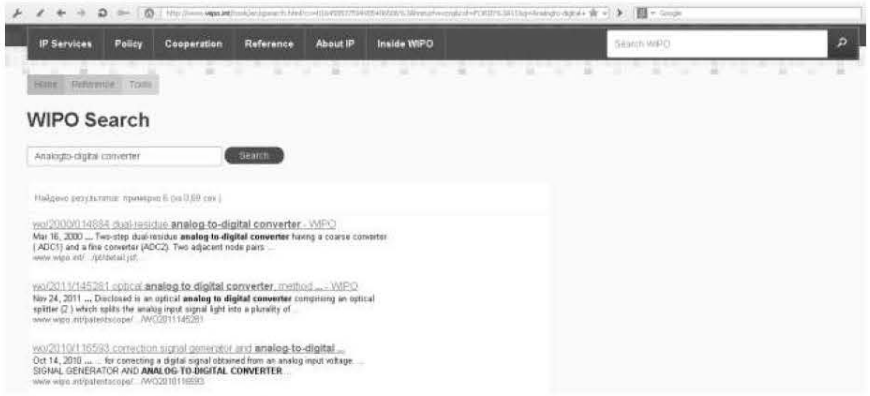


Рисунок 3 – Вид сторінки з результатами пошуку за ключовими словами «Analog-to-digital converter»

Обираємо строчку з посилання wo/2011/145281 optical analog to digital converter, method of ... . з назвою «Optical analog-to-digital converter». Перейшовши за посиланням, маємо сторінку PCT Biblio. Data з інформацією по патенту (рис. 4). Інформації достатньо для складання стандартного бібліографічного опису патенту, та уявлення технічної суті винаходу.

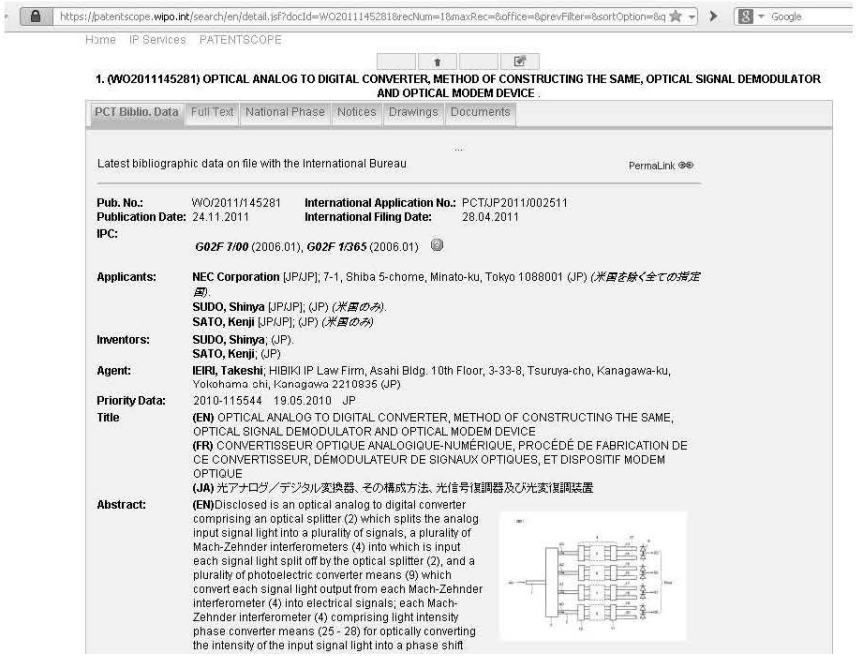


Рисунок 4 – Вид сторінки з описом патенту WO2011145281 Optical Analog To Digital Converter, Method Of Constructing The Same, Optical Signal Demodulator And Optical Modem Device

На сторінці, поруч з записом I P C : ***G02F 7/00*** (2006.01), ***G02F 1/365*** (2006.01) (класи за міжнародною патентною класифікацією) міститься кнопка , при підведені курсору до якої, з'являється вікно з описом змісту цих класів.

Існує доступ до повного тексту патентного документу, для чого потрібно перейти на вкладку Full Text.

Переглянувши інформацію за всіма посиланнями (див. рис. 3), з'ясовуємо, що заявники всіх патентів японські підприємства та установи, назви котрих не потребують перекладу, а саме NEC Corporation [JP/JP], OLYMPUS CORPORATION [JP/JP], NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY [JP/JP], KAGOSHIMA UNIVERSITY [JP/JP], NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY [JP/JP]; Hitachi, Ltd. [JP/JP].

Привертає увагу, що половина заявників Японські університети.

Значні можливості для пошуку інформації надають спеціалізовані інтернет-сервиси та пошукові системи. Одна з надпотужних - Google Patent Search (**www.google.com/patents**). Деякі складнощі представляє встановлення термінологічної відповідності термінів на різних мовах. Наприклад, нас цікавила «Голчаста борона». Відповідний англомовний термін «Soil rotary harrow» (Ґрунтообробна роторна борона), не є результатом прямого перекладу. Зрозумілі історичні та мовні розбіжності при формуванні термінології, але сам процес пошуку відповідності значно розширює уявлення про предмет. Результати запиту за ключовими словами Soil rotary harrow представлені на рис. 5.

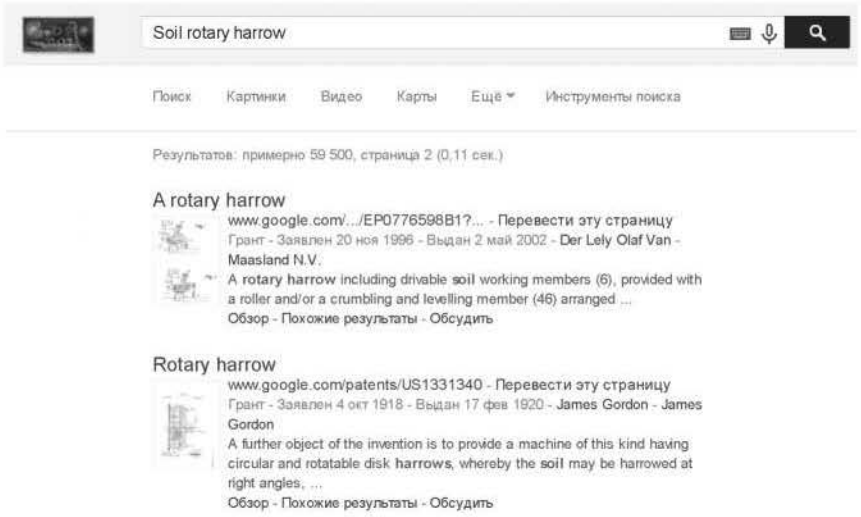


Рисунок 5 – Вид сторінки з результатами пошуку в системі Google Patent Search за запитом «Soil rotary harrow»

Здійснивши перехід за обраним посиланням **www.google.com/patents/US5040617** отримаємо сторінку наступного вигляду (рис. 6).

Рисунок 6 - Вид екрану монітору з результатами переходу за посиланням www.google.com/patents/US5040617 :
а – фрагмент сторінки з рефератом та даними реєстрації патенту US5040617; б – фрагмент сторінки з даними про патенти, що взяті до уваги при проведені експертизи патентним відомством

В нижній частині сторінки (рис. 6 б) містяться посилання на патенти, що взяті до уваги при проведені експертизи патентним відомством, так звані «Протиставлені патенти». Номери патентів «активні», тобто при наведені на них курсору здійснюється перехід на сторінку з інформацією по обраному патенту. Обраний патент можливо отримати в повнотекстовій версії у форматі PDF. Основні зображення, що ілюструють патент, завантажуються безпосередньо зі сторінки **www.google.com/patents/US5040617** .

Інформація на сайті Google Patent подана в більш зручному для користувача-початківця вигляді, ніж на сайті американського патентного відомства **USPTO (United States Patent and Trademark Office)** [9], та адаптована до неангломовних користувачів.

За необхідністю пошуку виключно національних патентів в спеціалізованій бази даних "Винаходи (корисні моделі) в Україні" [11] доцільно скористуватися інструкцією по використанню інформаційно-пошукової системи Укрпатенту [12].

Висновки. В сучасних умовах, при роботі з патентною інформацією, окрім баз даних промислової власності окремих країн, доцільно використовувати можливості пошукових WEB-систем, зокрема, FINDPATENT (**www.findpatent.com.ua, www.findpatent.ru**), **Google Patent Search** (**www.google.com/patents**). **Google Patent Search** в зручній формі надає інформацію щодо патентів, взятих до уваги при проведені експертизи патентним відомством. Така інформація дозволяє охопити поле пошуку, як по історичній глибіні, так і по технічним ознакам. Значні можливості для пошуку та аналізу інформації надає WEB-сайт Всесвітньої організації інтелектуальної власності WIPO. Експрес виявлення провідних країн, заявників, динаміки патентування, тощо.

Таким чином розвиток сучасних комунікацій значно розширів можливості дослідника, у тому числі у досягненні світового рівня власних розробок.

Бібліографічний список

1. *Методичні вказівки* до виконання індивідуальних робіт з дисциплін «маркетинг інтелектуальної власності» та «науково-технічні інформаційні ресурси та патентно-кон'юнктурні дослідження» (відповідно до вимог ECTS) для студентів 5-6 курсу. електронне видання / Уклад.: *Лерантович Е.Т., Капінос М.М.* – Х.: Національний технічний університет «ХПІ», 2011. – 64 с. Режим доступу: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/13362/1/prohramy_2011_Marketynh_intelektualnoi.pdf.

2. Патентні дослідження. Робоча програма навчальної дисципліни для студентів за напрямом підготовки 0601 «Право», спеціальністю 7.03040101 «Правознавство». «__» вересня, 2012. – 15 с. chttp://www-jurfak.univer.kharkov.ua/201213news/CPD_RP/patent.pdf .

3. Патентные исследования: Метод. пособие. – Часть 1. Порядок проведения поиска патентной информации / Сост.: В.В. Коробко. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://edu.dvgups.ru/MetDoc/Patent/Patent_Issled/1/MP.htm

4. Консолидация патентной информации из различных источников / Алешкина Ю.А., Деревянко А.С. // Вестник НТУ "ХПИ". Тематический выпуск: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2008. – №. 49. – С. 3 – 10.

5. ДСТУ 3575-97 Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення [Текст]. - Вид. офіц. - Введено вперше; Введ. з 1997-06-06. - К.: Держстандарт України, 1997. - 14 с.

6. Офіційний веб-портал Державної служби інтелектуальної власності: http://sips.gov.ua/

7. Офіційний веб-сайт Науково-дослідного інституту інтелектуальної власності Національної академії правових наук України: http://www.ndiiv.org.ua/

8. Офіційний сайт «Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент)» [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/link_resources/pat_y_mejd_org.

9. Офіційний сайт United States Patent and Trademark Office [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.uspto.gov/.

10. Офіційний сайт Всесвітньої організації інтелектуальної власності World Intellectual Property Organization (WIPO) [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.wipo.int/portal/en/index.html.

11. Спеціалізована БД "Винаходи (корисні моделі) в Україні" [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://base.uipv.org/searchINV/ .

12. Інструкції по використанню інформаційно-пошукової системи [Електронний ресурс] / Державне підприємство Український інститут промислової власності (Укрпатент). – Режим доступу: http://www.ukrpatent.org/old/instructions.html.

УДК 514.18:631.31

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ ГЕОМЕТРО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ПРИ КОНСТРУЮВАННІ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

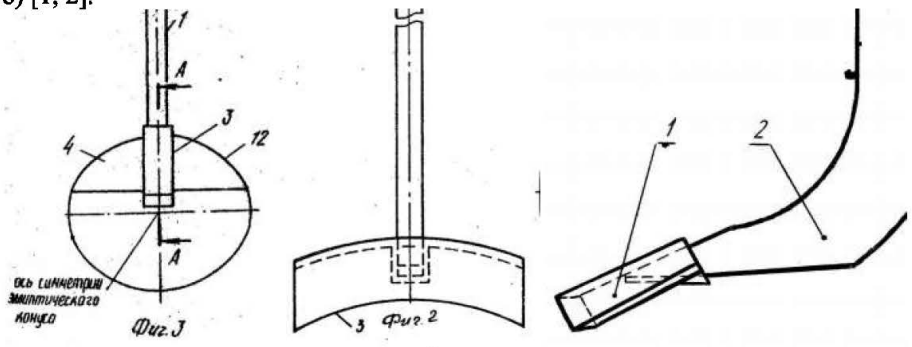
Ветохін В.І., д.т.н.,
Парахіна Н.А., ст. викладач,
Мироненко М.А., студент
Демиденко Д.В., студент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація *– досліджуються геометрично-функціональні параметри конічних поверхонь, що пов'язано з використанням у якості робочих поверхонь ґрунтообробних знарядь.*

Ключові слова *– геометричні функціональні параметри, робоча поверхня, ґрунтообробні знаряддя, конструювання.*

Постановка проблеми. Ґрунтообробні знаряддя працюють в жорстких умовах механічних навантажень та впливу середовища, що зношує. Ефективність використання залежить від відповідності геометричних параметрів, а саме кутів кришення та розкриття робочої поверхні, необхідним енергетичним та якісним показникам їх роботи. В той самий час необхідно забезпечити економічність виготовлення конструкції, що можливо при більш простих формах заготовок, використанні розгортних поверхонь та листових матеріалів. Таким чином поєднання функціонально доцільних параметрів ґрунтообробних знарядь з простотою їх виготовлення є актуальна проблема.

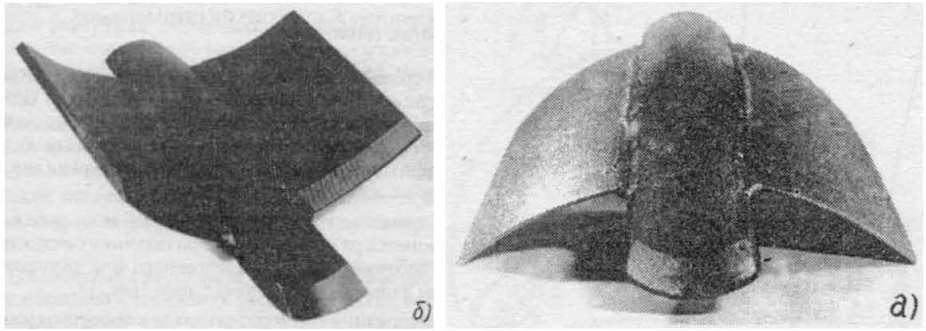
Аналіз останніх досліджень. Відомі конструкції розпушувачів ґрунту в яких використана розгортна робоча поверхня, а саме виконана по формі конічної (рис. 1 а, б) [1, 2].



а б в

Рисунок 1 – Вид ґрунтообробних знарядь, робочі поверхні яких утворені відсіками поверхні конуса:
а – за винаходом по а.с. 1033018 [1]; б, в – за винаходом по а.с. 1442093 [2]

Також відомо використання розгортних конічних поверхонь при проектуванні серії ґрунтообробних знарядь (рис. 2) [3].



в г

Рисунок 2 – Вид робочих органів глибокорозпушувачів ґрунту, робочі поверхні відкрилків яких утворені відсіками поверхні конуса [3]:
а – впуклої форми; в – опуклої форми

Серія досліджень, присвячено проектуванню розпушувачів ґрунту з використанням розгортних поверхонь [4-6]. Відомі рекомендації щодо раціональних значень кута кришення та кутів розкриву передньої крайки робочого органу. Також відомо, що геометричні параметри визначають функціональні параметри робочих органів, а саме якість кришення ґрунту та тяговий опір (рис. 3, 4) [7]. Однак, у зазначених публікаціях недостатньо висвітлено, які геометро-функціональні параметри мають забезпечуватися при цьому, а саме як має змінюватися кут кришення за шириною робочого органу, та яким чином він залежить від положення січної площини, що утворює передню крайку робочого органу.

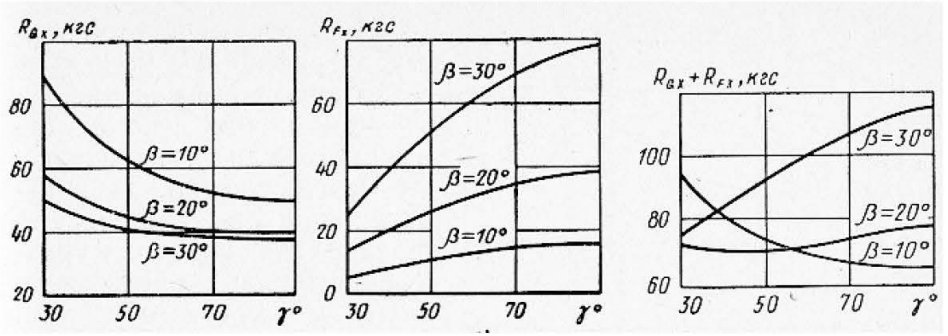


Рисунок 3 – Взаємозалежності функціональних та геометричних параметрів розпушувачів ґрунту [7, с.71]:
β, γ – кути кришення кдину та розкриву передньої крайки; R_{gx}, R_{fx} - складові тягового опору

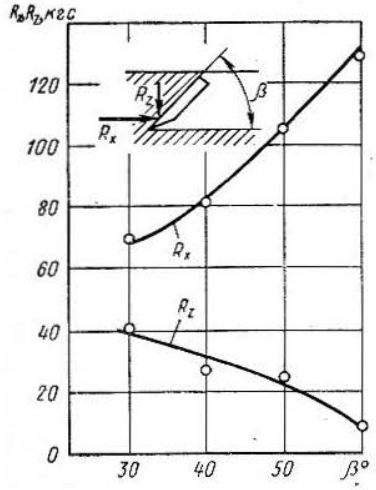


Рисунок 4 – Взаємозалежності функціональних та геометричних параметрів розпушувачів ґрунту [7, с.61]:
β – кут кришення плаского клину; R_x, R_z – повздовжня та вертикальна складові тягового опору

Формулювання цілей. Ціллю нашого дослідження є аналіз закономірностей зміни кута кришеня по ширині робочої поверхні, утвореної відсіком поверхні конуса.

Основна частина. Дослідження геометричних параметрів проводилося за допомогою безкоштовної студентської версії комплексу AutoCAD 3D [8]. Досліджувалися робочі поверхні, передня крайка яких утворена січною площиною, що розташована під різними кутами до горизонту або до твірних конуса.

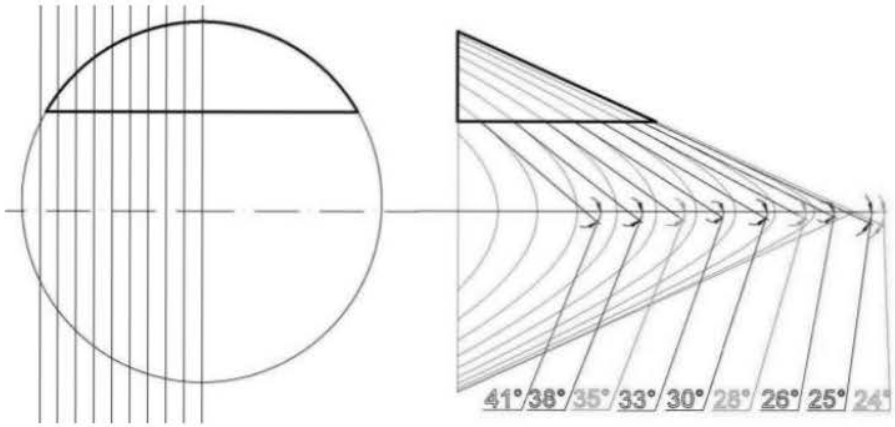
Для аналізу взяті робочі поверхні, що відсікаються від поверхні конусу горизонтальною площиною (рис. 5 а) [1], та площиною перпендикулярною твірній конуса (рис. 1 б) [1, 2]. Горизонтальна січна площина утворює передню крайку гіперболічної форми зі змінним кутом розкриву по ширині робочого органу, та більш відповідає умовам використання у засміченому рослинними включеннями шарі ґрунту (рис. 5).

Січна площина, що перпендикулярна верхній твірній конусу, утворює передню крайку еліптичної форми зі кутом розкриву близькому до 180°, та більш відповідає умовам використання при глибокому розпушені ґрунту (рис. 6).

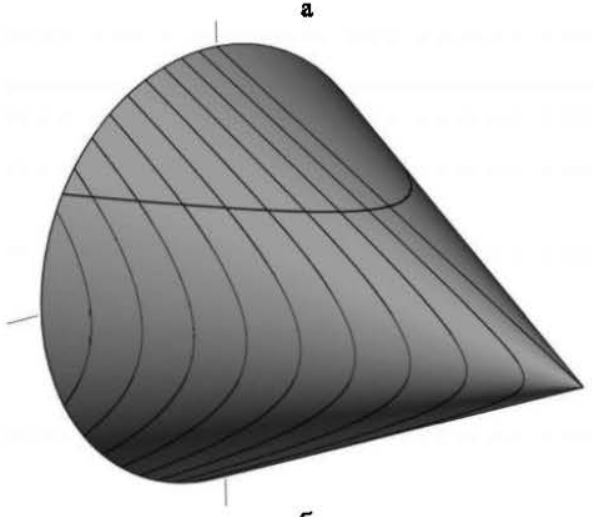
Поверхня конусу перетиналася повздовжньо-вертикальними площинами з кроком $R/10$, де R – радіус основи кругового конусу. В точках перетину передньої крайки відсіку робочої поверхні будувались дотичні до сімейства гіперболічних кривих. Кут нахилу дотичних прямих вимірювався відносно горизонтальної площини. Згаданий кут нахилу дотичних є деяким аналогом кута β кришення елементарного плаского клину (див. рис. 4).

Просторове зображення редагувалось у графічному редакторі.

Результати побудов та вимірів представлені на рисунках (рис. 5, 6).



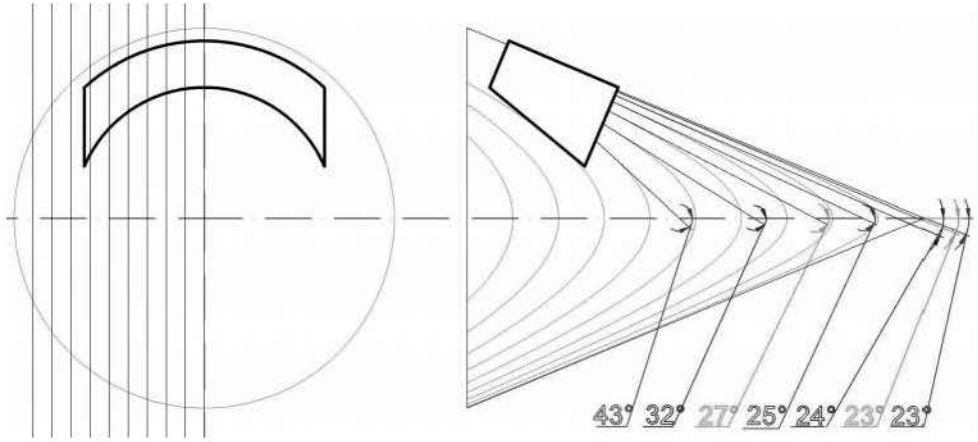
а



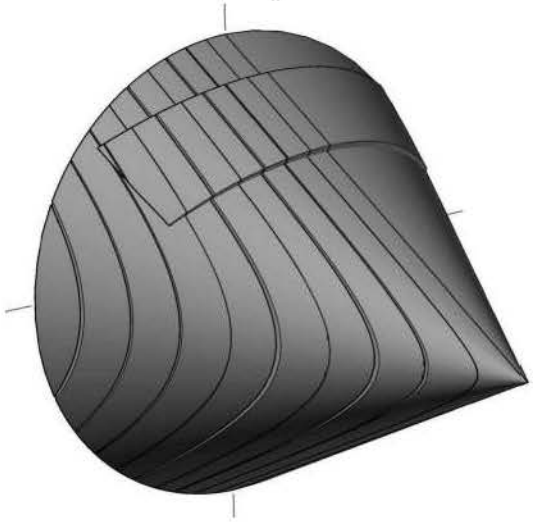
б

Рисунок 5 – Вид робочої поверхні ґрунтообробного знаряддя, утвореною відсіком поверхні конуса горизонтальною площиною
а - прямокутні проекції; б - просторове зображення

Значення кутів нахилу дотичних у площинах, найбільш віддалених від осі конусу, виходять за межи рекомендованих раціональних значень. Вказане можливо виправити обираючи інші параметри конічної поверхні та положення площин, що формують відсік робочої поверхні.



а



б

Рисунок 6 – Вид робочої поверхні ґрунтообробного знаряддя, утвореною відсіком поверхні конуса площиною, що перпендикулярна твірній конуса: а - прямокутні проекції; б - просторове зображення

Висновки. Проведений аналіз свідчить, що робоча поверхня, передня крайка якої утворена січною площиною перпендикулярною твірним конуса, має менш інтенсивне зростання кута кришення по ширині захвату, ніж робоча поверхня, передня крайка якої утворена горизонтальною січною площиною.

У подальшому доцільно дослідити геометричні характеристики робочих поверхонь розпушувачів ґрунту, виконаних по формі конічних поверхонь, твірні яких сходяться позаду робочого органу.

Бібліографічний список

1. *А.с. 1033018* СССР, МКИ А 01 В 13/18. Глубокорыхлитель / И.М. Панов, В.А. Юзбашев, Ю.А. Кузнецов, В.И. Корабельский, В.И. Ветохин, П.М. Гильштейн, З.Г. Сонис. - № 3409477/ 30-15; Заявл. 15.03.82; Опубл. 07.08.83. Бюл. N 29

2. А.с. 1442093 СССР, МКИ А 01 В 13/08. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы / И.М. Панов, Ю.А. Кузнецов, В.И. Ветохин, В.И. Корабельский, З.Г.Сонис, Л.И. Ройтберг. - № 3737841/30-15; Заявл. 04.05.84; Опубл. 07.12.88. Бюл. № 45.

3. *Ветохин В.И. Применение системы поверхностей* с переменной кривизной при создании серии рабочих органов / В.И. Ветохин // Тракторы и с.-х. машины. – 1994. - № 4. - С. 26-28.

4. *Кобець__А.С. Геометрична модель* поверхні культиваторної лапи [Електронний ресурс] / А.С. Кобець, О.М. Кобець, А.М. Пугач, Г.В. Хотюн, С.О. Слаква // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. - 2011. - № 2. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vddau_2011_2_18.pdf .

5. *Сокол С.П. Визначення геометричних розмірів* робочого органу типу «скоба» для викопування коренеплодів / С.П. Сокол, А.С. Кобець, М.М. Науменко // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – Винниця, - №11, - Т.2(66), - 2012, - С.270-275.

6. *Тищенко С.С. Основи проектування адаптивних поверхонь* робочих органів для диференціації процесів обробітку ґрунту [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11 / С.С. Тищенко; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - К., 2011. - 40 с.

7. *Синеоков Г.Н.* Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.

8. *Офіційний сайт Autodesk.* Программа «3D ОБРАЗОВАНИЕ» [Електронний ресурс] / Autodesk. - Режим доступу: http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/index?siteID=871736&id=9467118

УДК 515.2:536.3

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ НАД ЕСКІЗОМ ПРУЖИНИ ПРИ ВИКОНАННІ СКЛАДАЛЬНОГО КРЕСЛЕНИКА З НАТУРИ

Гетьман О.Г., к.т.н.,
Білицька Н.В., к.т.н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація *- розглядається питання розрахунку параметрів пружини стискання при виконанні її ескізу у темі «Складальний кресленик» .*

Ключові слова *– циліндрична гвинтова пружина стискання, діаграма випробувань , допустиме напруження , робочий кресленик пружини.*

Постановка проблеми. Сучасна організація виробництва, нова техніка та науково-технічний прогрес вимагають глибоких та всебічних знань. Методами виконання складальних креслеників та їх читання майбутній інженер повинен володіти досконало.

Аналіз останніх досліджень. При роботі над виконанням складального кресленика з натури у студентів виникають неабиякі труднощі. Тому для поглибленого вивчення цієї теми виникає необхідність чіткої організації їх самостійної роботи. І тільки поєднання кропіткої роботи викладача та студента дадуть бажаний результат.

Постановка завдання. Без вміння виконувати та читати кресленики формування інженера неможливо. Тому при роботі над темою «Складальний кресленик» завдання викладача в першу чергу полягає в тому, щоб навчити студента ескізувати деталі з натури будь-якої складності.

Основна частина.

При виконанні ескізу будь-якої нестандартної деталі заданої за варіантом складанної одиниці студент повинен передати її форму, нанести розміри, шорсткість поверхонь, надати іншу інформацію для виготовлення і контроля за цією деталлю. Але при роботі над ескізом пружини цього недостатньо: виникають деякі питання щодо врахування режима її навантаження, у якому вона буде працювати.

Умовні зображення пружин встановлює ГОСТ 2.401-68*. Як правило, пружини на кресленнках зображують з правою навивкою. Дійсний напрямок навивки вказують в технічних вимогах. На ескізах вісь пружини розташовують горизонтально, причому витки гвинтової циліндричної або конічної пружини показують прямими лініями, що з'єднують відповідні частини контуру.

Пружину в розрізі зображують прямими лініями, що з'єднують перерізи, або тільки перерізами. Гвинтову пружину з кількістю витків більше чотирьох показують спрощено, з кожного кінця показують один-два витки, не враховуючи опорних, і по всій довжині пружини через центри перерізів витків проводять осьові лінії. При перерізі пружини менше 2мм її зображують лініями товщиною 0,6…1,5мм.

В більшості випадків використовують гвинтові пружини, навиті з круглого дроту, рідше – з дроту прямокутного або квадратного перерізу. У гвинтової пружини, що працює на стискання, у вільному стані між витками є прозір, який забезпечує її хід. Форма кінців пружини повинна бути такою, щоб прикладене зусилля не створювало момент, що викривлює пружину. Тому опорні витки пружини стискання із дроту великого діаметру підгинають або зашліфовують. Оскільки опорні витки не робочі, то при розрахунку їх не враховують.

В складанних одиницях, запропонованих студентам, зустрічаються, як правило, циліндричні гвинтові пружини стискання.

Наведено основні дані, необхідні для оформлення ескізу такої пружини.

На ескізі крім зображення розміщують діаграму випробувань, на якій показують залежність навантаження від деформації (рис.1). При розрахунку пружини задані її осадка і зовнішнє навантаження; необхідно знайти діаметр дроту ***d***, діаметр пружини ***D*** і кількість робочих витків ***n***, виходячи з умов міцності.

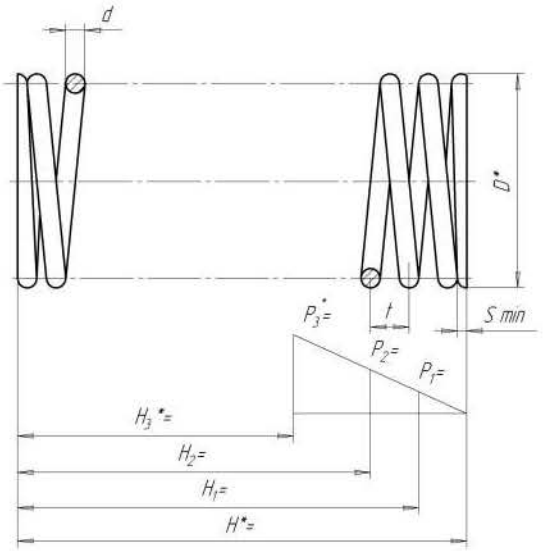


Рис. 1. Розташування діаграми випробувань на ескізі.

При виконанні ескізу реальної пружини з натури ці дані (***d, D, n***) відомі. Виходячи з умови роботи витка циліндричної гвинтової пружини стискання на закручування, визначають максимальне навантаження, на яке була розрахована пружина, використовуючи залежність [5] :

$$P_{max} = \frac{\pi d^2}{8kD}[\tau],$$

де

$$k = \frac{4c+2}{4c-2},\ c = \frac{D}{d}.$$

Допустимі напруження $[\tau]$ залежать від тимчасового опору σ_M матеріалу пружини. Так, для сталі 65Г $[\tau]$ = 294…588 Мпа. Потрібно врахувати, що сила попередньої деформації P_1 = (0,3-0,8) P_2 (P_2 — сила при робочій деформації). Силі попередній P_1, робочій P_2, а також максимальній деформації P_3 відповідають довжині під навантаженням H_1, H_2, H_3. Довжина пружини у вільному стані дорівнює H_0 (рис.1). Залежність між цими параметрами з достатньою для практики точністю приймається лінійною.

При побудові діаграми довжини H_1, H_2, H_3 співвідносять з довжиною пружини H_0, в якості величини P_3 береться будь-який відрізок, що відповідає максимальному зусиллю в масштабі. Оскільки H_0 відповідає навантаженню P_0, що дорівнює нулю, з'єднуємо відрізки P_0 і P_3 прямою лінією. Максимальному зусиллю відповідає деформація, при якій витки пружини стискаються, тобто $H_3 = H_0 - d\,n$ (рис.1).

Сортамент матеріалу пружини, що повністю визначає розміри поперечного перерізу, вказують в графі «Матеріал» основного напису кресленика. В технічних вимогах ескізу записи роблять у такій послідовності:

G = ... Мпа
E = ... Мпа
σ_M = ... Мпа
Напрямок навивки пружини…
n = ...
n_1 = ...
$D_г$ = ...
D_c = ...
**Розміри для довідок*

Тут G — модуль зсуву, E — модуль пружності, σ_M — тимчасовий опір, HB — твердість матеріалу пружини по шкалі Бріннеля (це довідкові дані), які вибираються в залежності від конструкційного матеріалу. Так, для найбільш поширеної сталі 65Г G = 8·10-2 Мпа, E = 204·10-3 МПа, σ_M = 980 МПа, HB=241…283), n – робоча кількість витків,

n_1 — повна кількість витків, $D_г$ — діаметр контрольної гільзи, D_c — діаметр контрольного стрижня. Причому $D_c \geq D$, $D_c = D - d_{др}$ ($d_{др}$ — діаметр дроту), $n_1 = n + 1{,}5$, якщо витки підігнуті або пошліфовані, $n_1 = n$, якщо крайні витки не оброблені.

На рис. 2 наведено кресленик пружини за виконаним розрахунком.

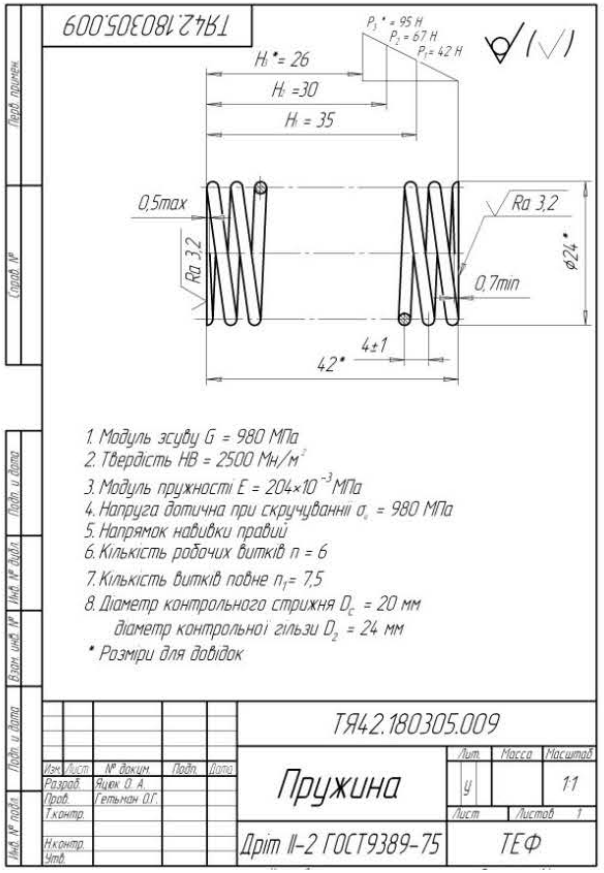


Рис.2. Робочий кресленик циліндричної пружини стискання.

Висновки. Безумовно, цей розрахунок є навчальним. Але студент, виконуючи його, набуває досвід інженерного підходу у своїй майбутній професійній діяльності. Необхідність такого підходу може виникнути при виході з ладу пружини в реальних обставинах на виробництві: у випадку необхідності заміни такої деталі при ремонті прилада, при зміні технічних умов, за яких експлуатувалась дана складанна одиниця і т.ін.

УДК 514.18:536.3

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ ПРОФІЛЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ РОЗПУШУВАЧА ҐРУНТУ

Глінський Є.М., студент,
Коваленко І.В., доц.
Юрчук В.П., д.т.н.
Національний Технічний Університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, м.Київ)

Анотація *– розглядається питання зниження трудомісткості процесу визначення 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 спосіб визначення 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 способи визначення профілів робочих поверхонь ґрунтообробних знарядь, які включають стійку, до якої кріпляться L-подібні подовжувачі.

Формулювання цілей. Конструктивним недоліком цього способу 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 степінь 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 ($Ф_1$, $Ф_2$, $Ф_3$, …) бокового профілю, що відповідає ряду різних тисків ($P_1>P_2>P_3>P_i$), фіксуються на вертикальній площині (наприклад фотографується), що можливо завдяки прозорості стінок 12 і 15, [2].

При роботі запропонованого способу 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 спосіб є більш точним, оскільки безпосередньо робоча поверхня служить засобом, який самопідлаштовується, відображаючи силову дію на ню оброблюваного матеріалу, [3].

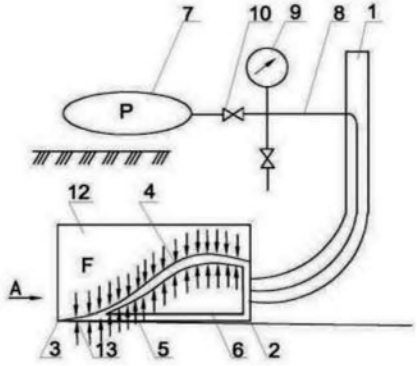


Рис.1. Розпушувач, вид збоку

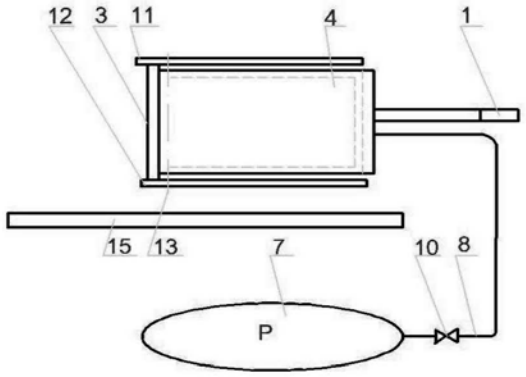


Рис 2. Розпушувач, вид зверху

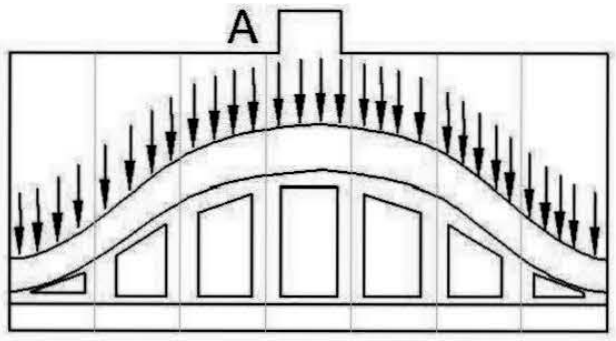


Рис.3. Поперечний переріз для рис.1

Висновки:

1. Таким чином, використання винаходу дозволяє визначати 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 спосіб є більш точним, оскільки безпосередньо робоча поверхня служить засобом, який самопідлаштовується, відображаючи силову дію оброблюваного матеріалу.

Бібліографічний список

1. *Басай Е.С, Верняєв О.В, Смирнов И.И.* Теория, конструкция и расчет сельськохазяйственных машин. М.: Машиностроение 1997-568с.

2. *Завгородний А.Ф, Кравчук В.Н, Юрчук В.П.* Геометрическое констуирование рабочих органов корнеуборочных машин – Киев, Аграрна наука, 2004-240с.

УДК 004.896 (075)

ІНОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ДИДАКТИЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ В КУРСІ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

Гнітецька Т.В., к.т.н., доцент
Гнітецька Г.О., к.п.н., доцент
Карбушева Ю.С., студентка ОЗ-31
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація *– робота присвячена дослідженню методичного забезпечення організації самостійної роботи студентів при вивченні курсу інженерної графіки з використанням інноваційних технологій.*

Ключові слова *– розробки та оформлення конструкторської документації, організація самостійної роботи студентів, дистанційне навчання.*

Постановка проблеми. На кожному історичному етапі свого розвитку суспільство висуває відповідні вимоги до системи освіти. Основною задачею вищої школи в сучасному розумінні є, крім формування у студентів фундаментальних та професійних систем знань, створення вмінь постійного оновлення знань, отриманих як в процесі навчання, так і після закінчення навчального закладу. Тобто отримання навичок організації своєї пізнавальної діяльності. Потужним дидактичним інструментом при вирішенні цієї проблеми в організації навчального процесу є використання інформаційних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Актуальність проблеми організації самостійної роботи студентів і ймовірні шляхи її вирішення розглядались на протязі досить довгого часу, як в класичній педагогіці [1], так і в сучасній [2].

Формулювання цілей статті. Мета даної статті представити один з аспектів досвіду організації самостійної роботи учнів за допомогою інноваційних технологій при вивченні курсу інженерної графіки студентами першого курсу НТУУ «КПІ».

Метою запровадження інформаційних технологій при організації самостійної роботи студентів при підготовці до практичних занять з інженерної графіки є створення системи формування у студентів знань основ інженерної графіки; вміння розв'язання задач курсу та виконання креслеників, розробки та оформлення конструкторської документації; навичок в розробці та аналізі складних геометричних форм, навичок в розв'язку задач, пов'язаних з прикладною геометрією.

Основна частина. Тип даного дидактичного засобу : консультаційний і керуючий. Консультаційна функція включає: надання студентам певної інформації з навчальної програми курсу, керуюча функція – керівництво процесом навчання і контроль за засвоєнням знань у відповідності до робочої навчальної програми. Програмне забезпечення розроблено і реалізовано на базі Macromedia Flash. Особливістю розробленого програмного забезпечення є його малий об'єм і можливість використання на WEB сторінках (без інсталяції додаткових програм).

Основною особливістю цієї оболонки є можливість оволодіння навчальним матеріалом шляхом покрокового нарощування кресленика, на прикладі якого відбувається пояснення навчального матеріалу (фактично динамічний розв'язок задачі з елементами анімації), включаючи супроводження кожного кроку короткими теоретичними поясненнями (рис.1, рис.2).

Кожне таке зображення містить інтерактивні кнопки «Далі», «Назад», «Спочатку», які дозволяють в зручному для студента режимі розглянути послідовність побудов, при необхідності повернутися на крок назад або ж повторити побудови спочатку для повторення та уточнення інформації. Кожний крок супроводжується поясненням (рис.3, рис 4).

Завдання відповідають аудиторним заняттям з інженерної графіки відповідно до навчальної програми, якій відповідає робочий зошит [3].

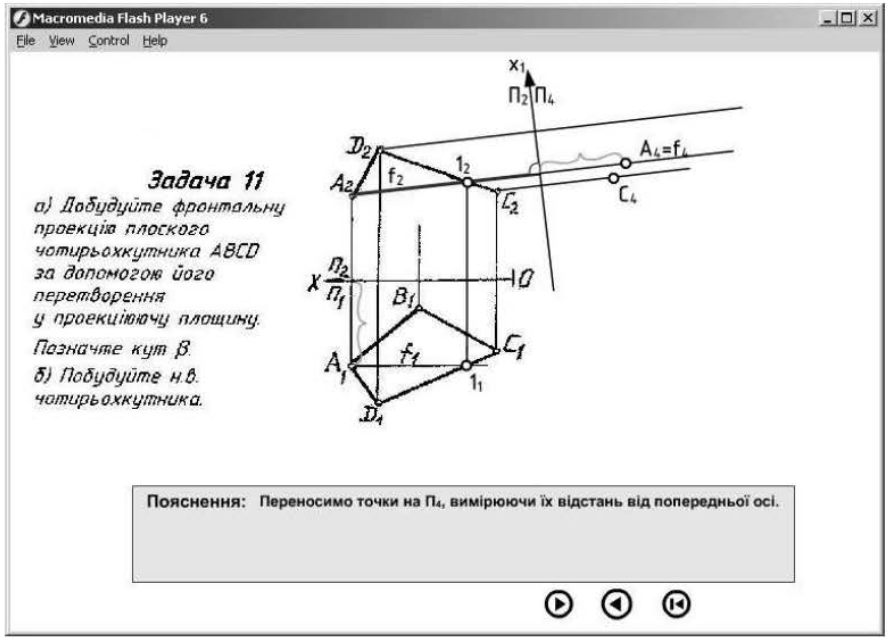


Рис. 1. Етапи розв'язку задачі. Крок 4.

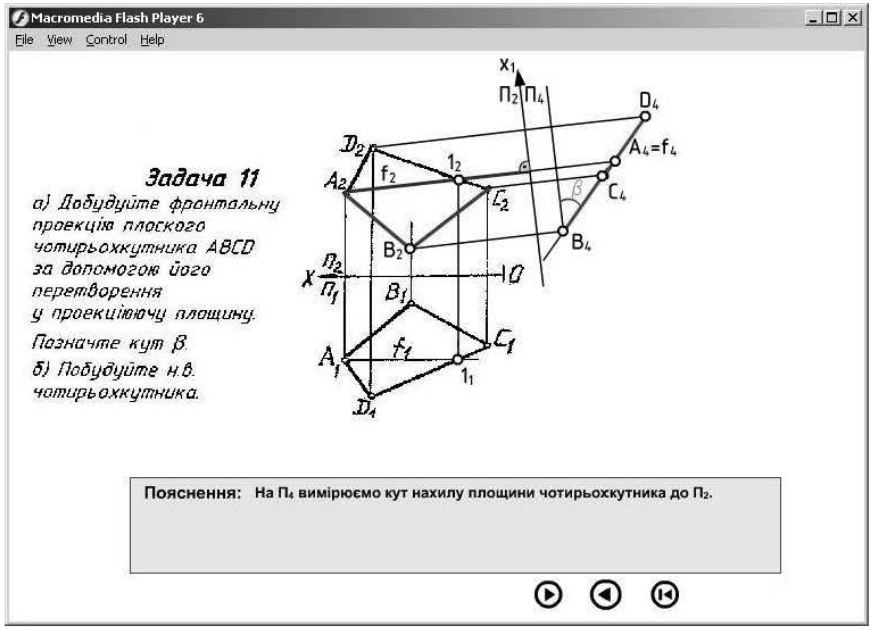


Рис. 2. Етапи розв'язку задачі. Крок 6.

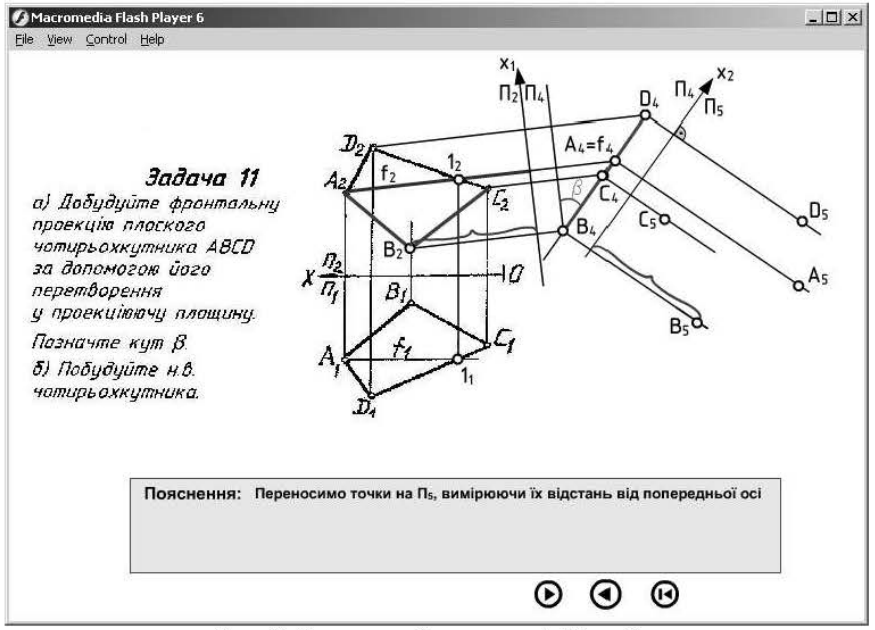


Рис. 3. Етапи розв'язку задачі. Крок 8.

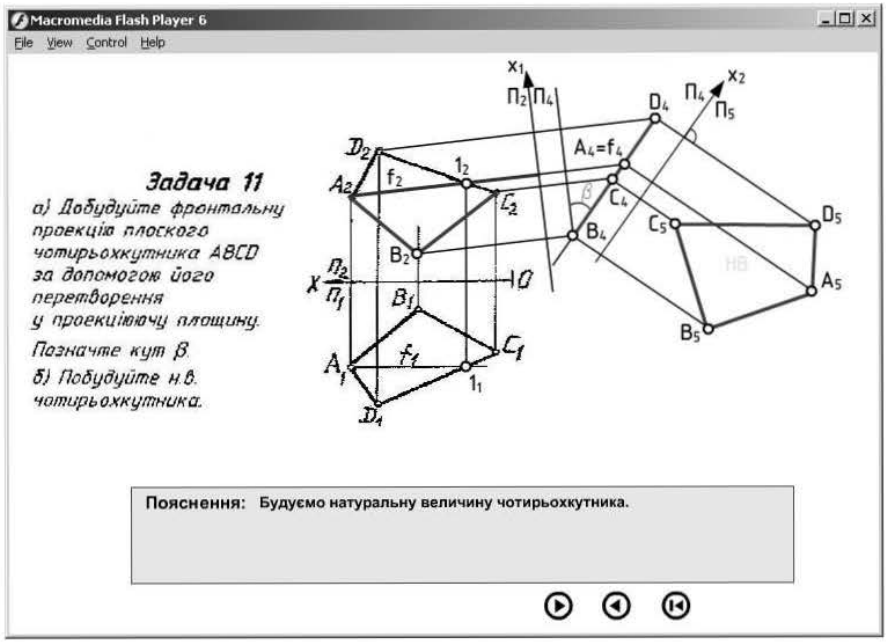


Рис. 4. Етапи розв'язку задачі. Крок 10.

Висновки. У першу чергу таке дидактичне доповнення, що використовує інноваційні технології, до системи організації самостійної роботи студентів, запровадженої на кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, є ефективним при організації дистанційного навчання, для студентів, які з якихось причин були відсутні на заняттях, та для тих студентів, які прагнуть оволодіти навчальним матеріалом курсу на більш якісному рівні. Описані матеріали розміщені на сайті кафедри.

Перспективи подальшого дослідження. За зразком даного дидактичного забезпечення можна розробляти подібні інформаційні доповнення до методичних систем організації самостійної роботи студентів відповідно до інших робочих програм.

Бібліографічний список

1. *Архангельский С. И.* Лекции по теории обучения в высшей школе. *К.:Высш. Школа, 1974. – 384с.*

2. http://medvo.com.ua/distancionnoe-obrazovanie-v-ukraine.asp

3. Збірник задач і методичних рекомендацій до вивчення дисципліни для студентів хіміко-технологічного факультету / *Укладачі: А. Є. Ізволенська, Д.К. Луданов, Г.С. Подима. – К.: НТУУ «КПІ», 2014.-99 с.*

УДК 515.2:536.3:664.8

ПРИКЛАД ЗАДАЧІ ПІДВИЩЕНОЇ СКЛАДНОСТІ ДЛЯ ОЛІМПІАДИ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Вознюк Т.А., ст.викл.
Голова О.О., к.т.н.
Допіра Г.Г., ст.викл.
Дмитренко В. К., студент
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація. *Розв'язання задачі підвищеної складності для олімпіади з нарисної геометрії декількома способами, її аналіз, сприяють самостійному поглибленому вивченню предмета як студентами, так і молодими викладачами.*

Ключові слова: *нарисна геометрія, геометричні місця, натуральна величина, заміна площин проекцій.*

Мета роботи. Актуальна задача сучасної освіти – орієнтація на запити особистості, створення умов для самовизнання, самовираження. Олімпіада в навчальному процесі виконує ряд функцій: ігрову, естетичну, конкурсну, мотиваційну, комунікативну, інформаційно-індикативну. Головна освітня функція – організаційно-методична. Олімпіадна задача з нарисної геометрії повинна поєднувати створення просторової моделі з використанням геометричних місць, складання алгоритму та мати варіативність побудови.

Виклад основного матеріалу. Умова. На сфері **Ф**, яка дотична до площини $\sum$ **(a** $\cap$ **f)**, знайти точку **A**, яка розташована найближче до прямої **a**, якщо радіус сфери **R** = 20 мм, а її центр розташований вище точки дотику.

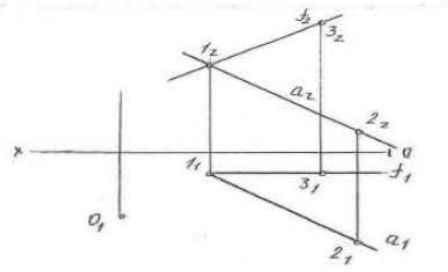


Рис. 1. Умова задачі

Розв'язанням задачі буде знаходження точки перетину перпендикуляра, проведеного із центра **O** сферичної поверхні **Ф** до прямої **a**, зі сферою, тобто точки **A**.

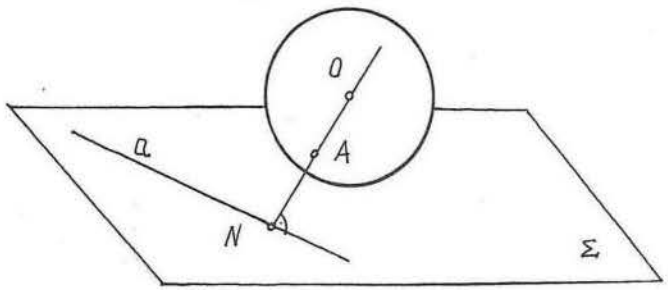


Рис. 2. Просторова модель

Геометрично задачу можна розв'язати декількома способами.

Спосіб 1.

Спроектуємо задану площину $\sum (a \cap f)$ на площину проекцій Π_4, що перпендикулярна до фронталі та побудуємо у Π_4 проекцію сферичної поверхні **Ф**. З центра сфери побудуємо перпендикуляр **n** до прямої **a**.

Перетин прямої **n** із сферичною поверхнею дає шукану точку **A**.

Виконується робота за наступним алгоритмом:

1. $\Pi_4 \perp f_2 \Rightarrow \sum_4$.
   $O_4 \,!\, l_0 \parallel \sum_4$, $|l_0 \sum_4| = 20$ мм,
   $O_4 \in l_0 \Rightarrow \Phi_4 \cap l_0 = O_4$.
2. $O_2 \,!\, O_1, O_4$.
3. $O \in n$, $n \perp a$.
   $n \in \Gamma\ (h \cap f) \perp a$,
   $\Gamma \cap a = N$,
   $O \cup N = n$.
4. $A \,!\, A = n \cap \Phi$,
   $n \in H$, $H \perp \Pi_2$,
   $H \cap \Phi = d$,
   $d \cap n = A$.

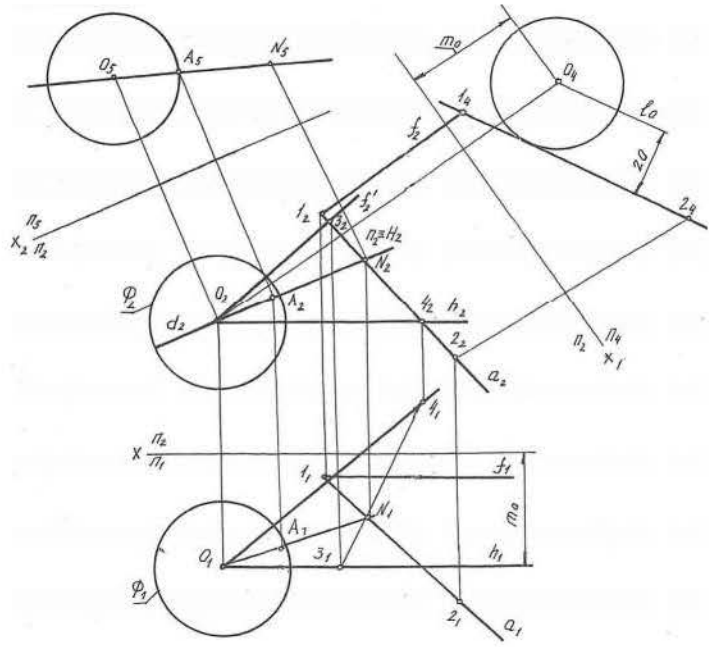


Рис. 3. Розв'язання задачі (спосіб 1)

Наведемо інший спосіб розв'язання задачі.

Спосіб 2. Другий спосіб розв'язання задачі дає простіший варіант знаходження точки **A**: виходячи з того, що точка **A** належить прямій **n**, яка проходить через центр сфери **O**, і знаходиться на сферичній поверхні, то цілком очевидно, що відрізок **OA** дорівнює радіусу сфери 20 мм.

Тому за правилом прямокутного трикутника знаходимо горизонтальну проекцію точки **A**, що належить прямій **n**, якщо $|OA| = 20$ мм.

Алгоритм виконання задачі:

1. $\Pi_4 \perp f_2 \Rightarrow \sum_4$.
   $O_4 \,!\, l_0 \parallel \sum_4$, $|l_0 \sum_4| = 20$ мм,
   $O_4 \in l_0 \Rightarrow \Phi_4 \cap l_0 = O_4$.
2. $O_2 \,!\, O_1, O_4$.
3. $O_5 \,!\, \Phi_5$!
   $x_2 \parallel a_1$.
4. K_5 !
   $O_5\ K_5 \perp a_5$.
5. A !
   $A \in OK$;
   $|AO| = 20$ мм.

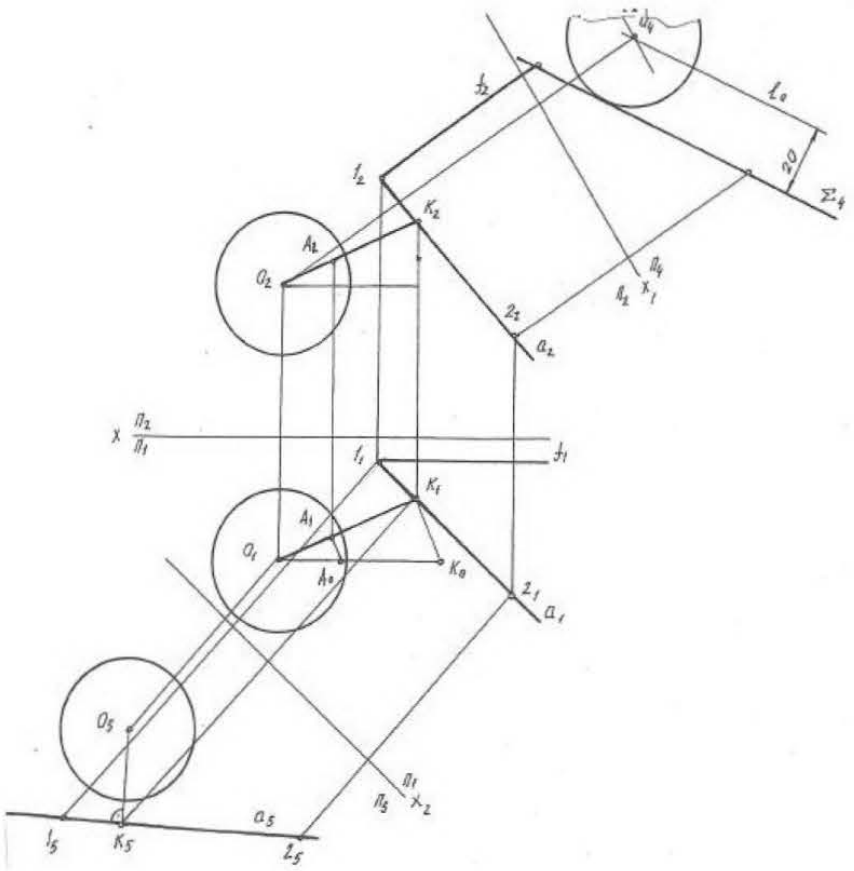


Рис. 4. Розв'язання задачі (спосіб 2)

Висновки. Функції заочного етапу навчання виконують предметні гуртки з нарисної геометрії по факультетах, вони дозволяють додати до загального змісту занять зі студентами окремі прийоми розв'язання графічних задач, методи та методики, підготувати гуртківців до вирішення комплексних задач нарисної геометрії.

Бібліографічний список.

1. Учбові завдання з нарисної геометрії і інженерної графіки для програмованого навчання / Сост. *Н.К. Віткуп, Н.Д. Бевз, В.В. Ванін* та ін. - К. : НТУУ «КПІ», 2011,- 58с.
2. *Лосев Н.В.* 200 олимпиадных задач по начертательной геометри. Практ. пособие. / Лосев Н.В. – М.: Высш.шк., 1992,- 144с.: ил.

УДК 514.18

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ ТА АРХІТЕКТУРІ

Гумен О.М., д.т.н.,
Панченко В.В.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання лазерного сканування різного роду поверхонь, доцільність використання, сфери застосування.*

***Ключові слова** – лазерне сканування, архітектура, інфраструктура, моделі об'єктів, перерізи, 3D-сканування.*

Постановка проблеми. Дослідження перспектив розширення сфери застосування технологій лазерного сканування дуже актуальне на даний час. Показання множини можливостей використання лазерних технологій дозволить окреслити нові напрямки наукових досліджень.

Аналіз останніх досліджень. Технологія наземного лазерного сканування дозволяє дистанційно досліджувати і, за отриманими даними, створювати кресленики, перерізи, плани та тривимірні цифрові моделі об'єктів складної геометричної форми [1]. Даний метод є найбільш раціональним та точним і реалізується через лазерні сканери (рис.1).

Основні технічні характеристики наземних лазерних сканерів [2] (коротко):

Точність	від 5 мм до 5 см
Дальність	від 25 до 2500 м
Поле зору	від 40×40° до 360×180°
Час сканування	від 15 с до 15 хв.
Кількість точок	від декількох тис. до декількох млн.

Рисунок 1 – Сучасні лазерні сканери

Формулювання цілей. Ціллю даної роботи є виявлення множини можливостей застосування лазерних технологій сканування у сучасному динамічному світі. Також поставлена задача показати нешаблонність їх застосування, універсальність, незамінність, розглянути інтерпретації лазерного сканування, що дасть змогу окреслити подальші напрямки розвитку і удосконалення таких технологій та прискорити їх впровадження у практичну діяльність у найрізноманітніших галузях.

Основна частина. Суть технології лазерного сканування полягає у визначенні просторових координат точок поверхні об'єкта. Кількість точок визначається регулярною сіткою (кількість рядків і кількість стовпчиків задаються користувачем) – так звана, матриця сканування [1]. Чим більша щільність матриці сканування, тим більша щільність точок на поверхні об'єкта. Результатом роботи являється множина точок з відомими тривимірними координатами. Такі набори точок прийнято називати хмарами точок або сканами. Кількість точок в одному скані може варіюватись від декількох десятків тисяч до десятків і сотень мільйонів [3]. Робота по скануванню, найчастіше, відбувається в декілька сеансів через форму об'єкта, коли всі поверхні не видно з однієї точки (наприклад, чотири стіни будівлі). Отримані з різних точок стояння скани суміщаються за допомогою спеціального програмного модуля в єдиний простір – хмару точок всього об'єкта. Хмара точок всього об'єкта несе максимум інформації про нього. В подальшому по цій хмарі точок можна вирішувати найрізноманітніші задачі:

- отримання тривимірної моделі об'єкта;
- отримання креслеників, у тому числі, перерізів, планів, фасадів;
- виявлення дефектів конструкцій шляхом порівняння з проектною моделлю;
- визначення і оцінка значень деформації шляхом порівняння з раніше проведеними вимірами;
- отримання топографічних планів методом віртуальної зйомки;
- розрахунок об'ємів між поверхнями та ін.

Переваги технології лазерного сканування:

- суттєве зменшення термінів польових робіт;
- точність, як у традиційних геодезичних методів;
- легка інтеграція у виробництво;
- сумісність з традиційними геодезичними методами;
- отримання максимально повної інформації про об'єкт;
- можливість повторного використання результатів зйомки;
- отримання точних і наочних результатів вже на попередньому етапі робіт.

Множина застосування досить широка, тому в даній роботі буде показане використання лише в деяких галузях.

Розглянемо приклади застосування та основні переваги технології лазерного сканування у деяких галузях будівництва, архітектури, дорожньо-транспортної сфери.

Архітектура

Рисунок 2 – Застосування лазерних сканерів для архітектурних моделей

Основні переваги застосування:

- архітектурні обміри;
- геодезичне забезпечення проектування і монтажу фасадних конструкцій;
- 3D-моделювання будівель, вулиць і кварталів;
- складання детальних планів і 2D-креслеників;
- контроль деформацій;
- моніторинг фасадів (рис.2);
- створення і відновлення виконавчої документації та створення робочих креслеників;
- реставрація пам'ятників та споруд, що мають історико-культурну цінність.

Будівництво та експлуатація споруд

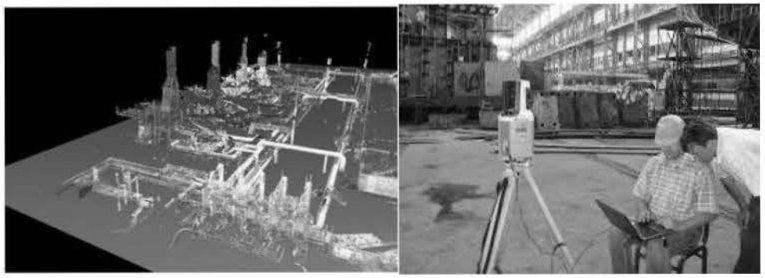


Рисунок 3 – Результат та процес створення 3D-моделі

Основні переваги застосування:

- 3D-моделювання (рис.3);
- коригування проекту в процесі будівництва;
- оптимальне планування і контроль переміщення, установки і видалення великих частин споруд або обладнання;
- монтажні роботи;

- моніторинг стану об'єкта при експлуатації;
- відновлення втрачених креслеників.

Дорожньо-транспортна сфера

Рисунок 4 – Застосування лазерних сканерів для контролю за дорогою

Основні переваги застосування:
- знімання дорожнього полотна;
- створення 3D-моделі рельєфу;
- проектування, реконструкція та будівництво об'єктів інфраструктури;
- діагностика стану рейкової колії;
- будівництво під'їзних шляхів;
- контроль граничних відхилень;
- можливість застосування системи автопілот;
- підвищення безпеки на дорогах (рис.4).

Висновки. Загалом вказані вище переваги використання 3D-лазерних технологій дуже вагомі. Подальший їх розвиток відкриє людству нові напрямки та можливості використання. Дані технології мають найбільш високу точність (4 мм) зчитування матеріальних точок різного роду об'єктів. Також слід відмітити високу автоматичність процесу, порівняну дешевизну та простоту в використанні.

Сфера використання лазерів у сучасному інформатизованому суспільстві майже безмежна, тому описані та показані не всі можливі види застосування. Дана робота має більш оглядовий характер. Також матеріал поданий стисло та максимально просто, дана наукова робота лише привідкриває та показує перспективи майбутніх досліджень.

Бібліографічний список

1. Лазерне сканування / методичний посібник. – К.: ЗАТ Науково-виробниче підприємство НАВГЕОКОМ, 2006.

2. Прилади зчитування компанії Faro [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://faro.in.ua/focus3d.html.

3. Лазерное сканирование [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ukrgeo.com.ua/ua/473/678.

УДК 004.925.8

МОВА ПРОГРАМУВАННЯ PROCESSING ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ АНАЛІТИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Журавська Г. В., к. ф.-м. н.,
Демидюк Т. П., студент,
Національний Технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація *– розглядається можливість використання мови програмування Processing для візуалізації геометричних об'єктів, що вивчаються в курсі вищої математики.*

Ключові слова *– мова програмування Processing, комп'ютерна графіка, аналітична геометрія у просторі.*

Постановка проблеми. Впровадження комп'ютерних технологій в дидактичний матеріал вищої школи є одним із шляхів інформатизації освіти. Це дозволяє створити цікаве і яскраве середовище навчання, розвинути інтелектуальні та творчі здібності студентів, отже, сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

Важливу роль серед дисциплін фундаментального циклу підготовки випускників інженерних спеціальностей грає курс вищої математики. Для розвитку просторової уяви доцільно використовувати елементи комп'ютерної графіки для ілюстрування основних геометричних об'єктів та їх властивостей.

Аналіз останніх досліджень. Традиційно проблеми використання комп'ютерних технологій в навчальному процесі розглядаються за наявності комп'ютерних практикумів в програмі навчання. Викладачі намагаються знайти нові методичні способи та ідеї. Тому існує багато досліджень про впровадження в навчання новітнього програмного забезпечення, зокрема математичних пакетів (Matlab, Mathcad) та графічних редакторів (AutoCAD, Компас). Ті самі математичні пакети часто використовуються і для створення матеріалів при вивченні вищої математики.

Формулювання цілей (постановка завдання). Основної ідеєю роботи є альтернатива математичним пакетам типу Matlab або Mathcad при створенні ілюстрацій для курсу вищої математики, зокрема аналітичної геометрії.

Для цього використовується мова програмування Processing. Ця мова дає можливість розробляти графіку, анімацію та інтерактивні додатки.

Processing знаходиться у вільному доступі, є сі-подібною та спеціалізується на візуалізації. Зазвичай працює з допомогою графічних примітивів, але є можливість підключити OpenGL, дозволяє реалізацію

2D та 3D моделей, а також вивід в форматі PDF. Зручна в користуванні, оскільки є крос-платформенною мовою, працює на GNU/Linux, Mac OS X, Windows, а також на мобільній платформі Android. Processing має можливість імпортувати та експортувати аудіо- та відео-файли, підключати понад 1000 бібліотек.

Основна частина. Розглянемо роботу мови Processing на прикладі візуалізації стрічки Мебіуса. Маємо параметричні рівняння, що задають цю поверхню $x = (1 + 0{,}5v\cos 0{,}5u)\cos u$, $y = (1 + 0{,}5v\cos 0{,}5u)\sin u$,

$z = 0{,}5v\sin 0{,}5u$, $0 \le u \le 2\pi$, $-1 \le v \le 1$.

Середньостатистичному студенту ці формули мало-що кажуть, але тут на допомогу уяві студента приходить мова програмування Processing. Розглянемо, як відбувається візуалізація даної задачі.

Циклом програма задає значення u та v в обумовлених межах. Далі, обчислює значення x, y, z, використовуючи вищенаведені формули. Маючи в пам'яті пораховані значення x, y, та z, програма може побудувати поверхню по точках.

Результат представлено на рисунку нижче.

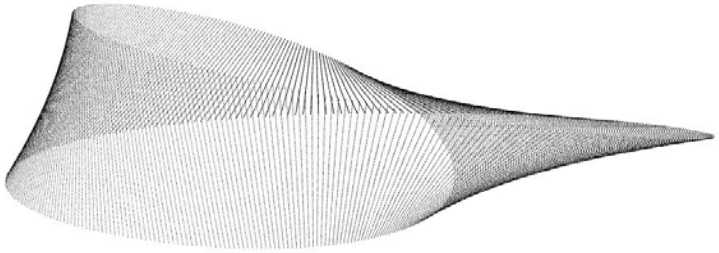


Рис. 1

Висновки.

Отримані результати можуть бути використаними як ілюстрації при вивченні курсу вищої математики.

Мова програмування Processing також може бути корисна і для інженера, оскільки є можливість виконувати великий об'єм розрахунків та робити графічні зображення на основі цих даних.

Бібліографічний список

1. processing.org
2. Casey Reas Processing: A Programming Handbook for Visual Designers /Casey Reas and Ben Fry. − 2014, The MIT Press. − 720 pages.
3. *Журавська Г.В.* Візуалізація задач математичної фізики за допомогою мови програмування процесінг / Журавська Г.В., Демидюк Т.П. − VI Міжнародна наукова конференція "Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації". Тези. − Кам'янець-Подільський − 2014.

УДК 512.5

НЕТРАДИЦІЙНЕ РІШЕННЯ ЗАДАЧ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ СПОСОБОМ ЗАМІНИ ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ

Коваль Г.М., к.т.н.
Курусь Т.Е., студент
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" (Україна, м. Київ)

Анотація – *розглянуто нетрадиційний спосіб рішення задач нарисної геометрії з застосуванням заміни площин проекцій..*

Ключові слова *- нарисна геометрія, спосіб заміни площин проекцій.*

Постановка проблеми. Одним з найефективніших способів розв'язку задач нарисної геометрії є спосіб заміни площин проекцій. Однією з особливостей цього способу є те, що для деякого класу задач перетворення площин проекцій рекомендується виконувати в певному напрямку.

Аналіз останніх досліджень. Однією з таких задач є задача побудови відсутньої проекції прямої, яка паралельна до заданої прямої загального положення (*AB*) та віддалена від неї на задану відстань *m* ([1], задача №77).

Шукана пряма, як відомо, належить циліндру обертання, для якого пряма *AB* є віссю, а радіус дорівнює *m*. Після виконання двох класичних перетворень задана пряма *AB* проекціюється в точку, а циліндр – в коло. В залежності від умови задача може мати два розв'язки, один, або не мати жодного. Традиційно при поясненні задачі звертається увага на те, в якому напрямку необхідно виконувати перетворення при рішенні цієї та подібних задач – а саме, в напрямку "більшої інформації" (рис. 1).

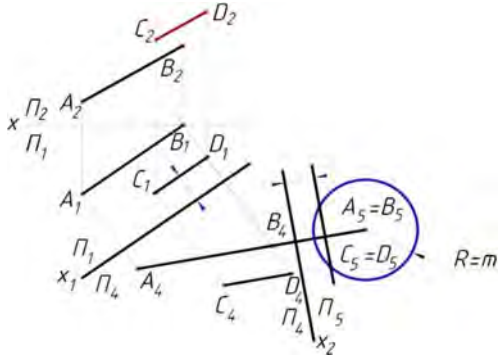


Рис.1. Традиційне рішення задачі.

Постановка завдання. Показати спосіб рішення описаної задачі в напрямку "меншої інформації", запропонувати алгоритм рішення подібних задач.

Основна частина. Алгоритм рішення запропонованої та подібних задач в "нетрадиційному" напрямку зводиться до включення неповністю заданого елемента в елемент більшої розмірності – точку треба включити в пряму, пряму – в площину.

Так, через пряму $CD(C_1D_1)$ проведена площина $\Delta \perp \Pi_1$ (рис. 2). Після двох перетворень пряма AB, як і в попередньому випадку, проекціюється в точку, циліндр – в коло. Оскільки площина $\Delta \parallel AB$, то на площину Π_5 вона проекціюється в слід-проекцію Δ_5, що дозволяє визначити твірні, по яким площина Δ перетинає циліндр (для обох способів наведено один й той самий розв'язок з двох можливих при такій умові розв'язків задачі).

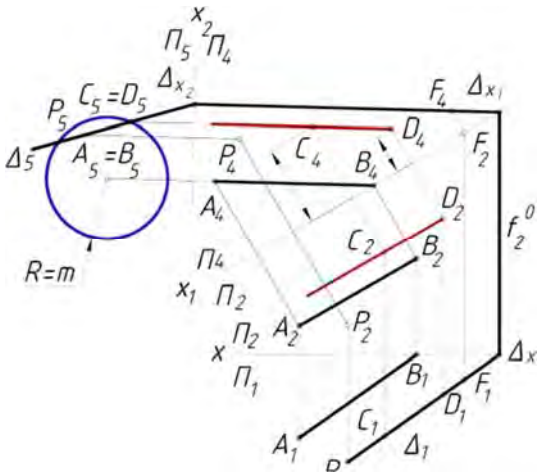
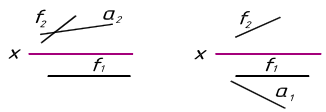


Рис.2. Нетрадиційне рішення задачі.

Розглянемо використання запропонованого алгоритму при рішенні іншої задачі. В [2] запропонована задача на побудову відсутньої проекцію прямої $a(a_2)$, яка віддалена від заданої прямої f на відстань m та нахилена до неї під кутом ϕ (рис.3а).

Після незначної зміни умови (рис.3б, пряма $a(a_1)$) задача дещо ускладнюється.



а *б*

Рис.3. Графічна умова задач

Для рішення задачі включаємо пряму $a(a_1)$ в площину $\Delta(\Delta_1)$ і проводимо в цій площині пряму $b // a \wedge b \cap f$. В площині Π_4, яка перпендикулярна до прямої f, будуємо основу конуса, вісь якого – пряма f, вершина $S = b \cap f$, а кут при вершині дорівнює 2ϕ, та пряму $c^0{}_4$ – слід площини Δ. Пряма b належить площині Δ і нахилена до прямої f під кутом ϕ, шукана пряма $a//b$ і віддалена від неї на задану відстань m.

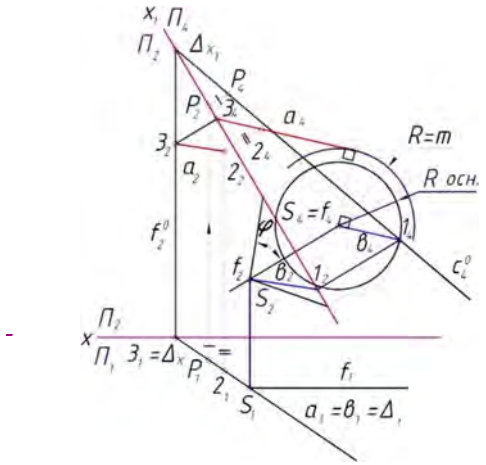
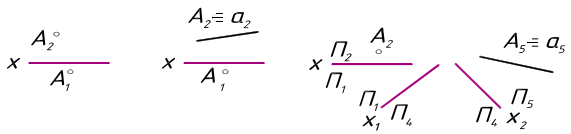


Рис.4. Розв'язок задачі

Запропонований алгоритм дозволяє також визначити відсутню проекцію точки в системі Π_1/Π_2, заданої будь-якими двома проекціями, причому для коректності завдання одна з проекцій точки має бути задана за допомогою прямої, яка містить цю точку (рис.5).



а. Точка задана некоректно. *б. Точка задана в системі Π_1/Π_2* *в.* $A(A_2, A_5 \in a_5)$

Рис.5. Завдання точки

Для побудови проекції A_1 (рис. 5в) включаємо точку A в пряму $m \perp \Pi_2$, на площині Π_5 визначаємо $A_5=a_5 \cap m_5$ і повертаємо точку A в вихідну систему координат.

Висновки. Запропоновано алгоритм рішення певного класу задач нарисної геометрії , який зводиться до включення неповністю заданого елементу (точки або прямої) в елемент більшої розмірності (в пряму або площину).

Бібліографічний список

1. Навчальні завдання з нарисної геометрії для програмованого навчання. /Укл. *Крот О.М., Петіна Л.В., Гумен М.С.* - К.: КПІ, 1991.- 87 с.

2. Методические указания по решению задач повышенной сложности по начертательной геометрии. / Сост. *Петина Л.В., Гумен Н.С.*- К.: КПИ, 1978.- 88 с.

УДК 512.5

ЗАСТОСУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОСЕРЕДНИКІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ПОВЕРХОНЬ

Коваль Г.М., к.т.н.
Ширяєва Д.П., студент
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" (Україна, м. Київ)

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

Ключові слова *- перетин поверхонь, циліндричні посередники, лінія перетину поверхонь.*

Постановка проблеми. В зв'язку з невпинним скороченням годин на вивчення нарисної геометрії – однієї з фундаментальних дисциплін для підготовки фахівців – поза увагою лишаються цікаві та дуже корисні частини курсу. Так, наприклад, в практичній діяльності інженера-конструктора зустрічаються задачі, в яких необхідно побудувати лінію перетину поверхонь.

Аналіз останніх досліджень. Традиційно при викладанні способів побудови лінії перетину поверхонь наводяться приклади, при яких в якості посередників застосовують площини та сфери. Існує певний клас задач побудови лінії перетину поверхонь, для яких такі посередники або незручні, або й зовсім непридатні. Так, при побудові лінії перетину циліндричної поверхні та довільної поверхні обертання доцільним є використання циліндричних поверхонь-посередників [1].

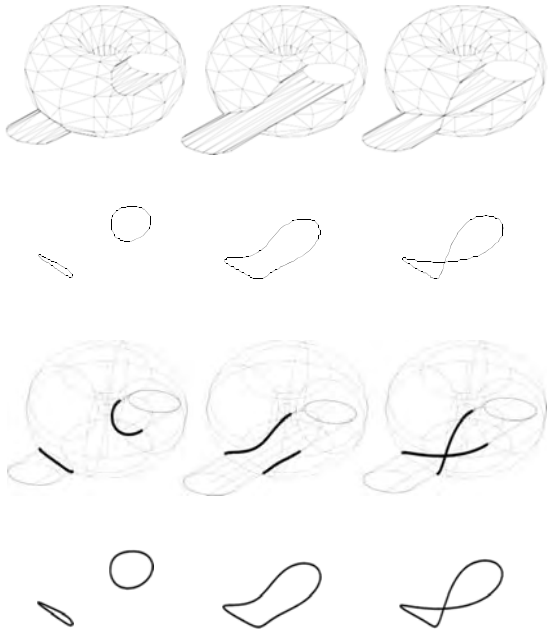
Постановка завдання. Вирішити задачу побудови лінії перетину поверхні еліптичного циліндра з поверхнею тора на конкретному прикладі.

Основна частина. Відомо, що форма лінії перетину поверхонь залежить як від форми поверхонь, що перетинаються, так і від їх взаємного розташування. При цьому розрізняють такі випадки перетину: проникання та врубку. При проникненні одна поверхня охоплює іншу, а лінія перетину розпадається (рис.1а), при врубці лінія перетину – єдина замкнена просторова лінія (рис.1б).

Існує також проміжний випадок розташування поверхонь, при якому поверхні дотикаються одна одної. Лінія перетину в цьому випадку містить особливу точку (рис.1в)

Розглянемо задачу побудови лінії перетину поверхонь еліптичного циліндра $\boldsymbol{\alpha}$ та тора $\boldsymbol{\beta}$.

При такому взаємному розташуванні поверхонь, як показано на рис.2, точка А – точка дотику поверхонь, є особливою точкою лінії перетину.



а.
Врубка.
Лінія перетину розпалася

б.
Проникання.
Лінія перетину – просторова замкнена крива.

в.
Лінія перетину – просторова замкнена крива, яка містить особливу точку

Рис. 1. Приклади перетину поверхонь
(окремо показана лінія перетину для відповідного виду перетину поверхонь)

Для побудови лінії перетину таких поверхонь в якості поверхонь-посередників доцільно обрати еліптичні циліндри, осі яких паралельні до осі заданого еліптичного циліндра, а напрямні є паралелями тора.

На рис.3 показана побудова лінії перетину заданих поверхонь.

Побудова лінії перетину виконується за наступним алгоритмом:

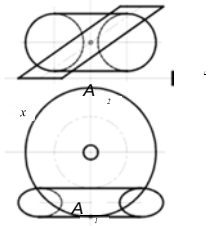


Рис.2. Задані поверхні.

- Перетинаємо поверхню тора площинами Δ, Δ', Δ", …, паралельними до площини $П_1$. Отримані таким чином кола – паралелі тора *m*, *m*', *m*", … , – приймаємо за напрямні циліндричних поверхонь-посередників Ψ, Ψ', Ψ", … .
- В площині основи заданого еліптичного циліндра, суміщеної з $П_1$, будуємо горизонтальні сліди цих посередників $\boldsymbol{d}_1$, $\boldsymbol{d}_1$', $\boldsymbol{d}_1$", … і визначаємо точки перетину цих слідів з основою заданого циліндра $\boldsymbol{\alpha}$.
- Через отримані точки проводимо твірні заданого циліндра δ, $\underline{\delta}$, δ', $\underline{\delta}$', δ", $\underline{\delta}$"… , по яких поверхні-посередники Ψ, Ψ', Ψ", … перетинають поверхню заданого циліндра α.
- В перетині концентричних кіл *m*, *m*', *m*", … (центр – точка B_1) з відповідними твірними циліндра δ, $\underline{\delta}$, δ', $\underline{\delta}$', δ", $\underline{\delta}$"… знаходимо горизонтальні, а потім і фронтальні проекції точок лінії перетину заданих поверхонь.

Точка А – вузлова точка лінії перетину – належить екватору тора.

Отримані точки лінії перетину сполучаємо з урахуванням видимості.

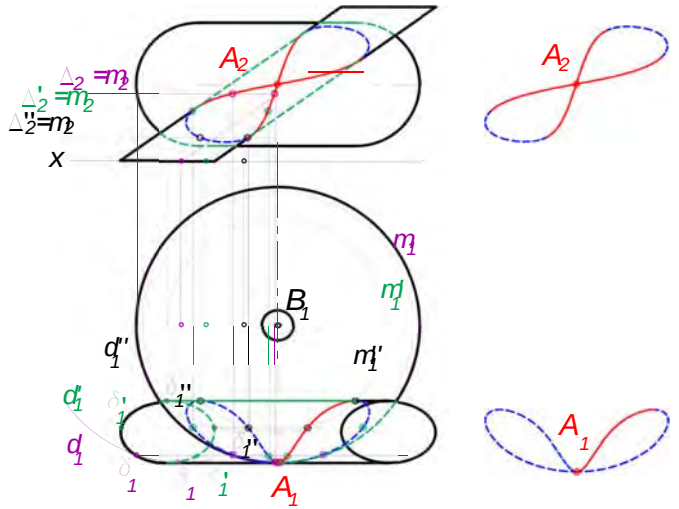


Рис.3. Побудова лінії перетину поверхонь еліптичного циліндра та тора за допомогою циліндричних поверхонь-посередників
(окремо показані проекції лінії перетину поверхонь)

Висновки. Застосування циліндричних поверхонь-посередників дозволяє визначити лінію перетину поверхонь в таких випадках, коли використання більш поширених посередників, таких як площини та сфери, ускладнює задачу.

Бібліографічний список

1. *Фролов С.А.* Начертательная геометрия / *С.А. Фролов.* – М.: Машиностроение, 1983, -240 с.

УДК 515.2

ФОРМИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЬЕВ ВЕНЦОВ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ НАПЛАВКОЙ

Козулин С.М., к.т.н.,
Институт электросварки им. Е.О. Патона Национальной академии наук Украины (Украина, г. Киев)
Подыма Г.С., ст. преподаватель
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (Украина, г. Киев)

Аннотация *– описана конструкция формирующего устройства для восстановления изношенных и поломанных крупномодульных зубьев венцов электрошлаковой наплавкой. Показано, что, возможность его оперативной переналадки на разные типоразмеры профилей зубьев позволит повысить эффективность выполнения ремонтных работ.*

Ключевые слова *– крупномодульные зубья венцов, изношенный профиль, модуль зуба, угол главного профиля, восстановление, электрошлаковая наплавка.*

Постановка проблемы. Восстановление ответственных деталей машин, эксплуатирующихся в металлургической, горнодобывающей, цементной, деревообрабатывающей и других отраслях промышленности Украины служит значительным резервом экономии материальных и энергетических ресурсов, т.к. во многих случаях позволяет существенно продлить их срок эксплуатации, а также высвободить уникальное оборудование, необходимое для изготовления новых деталей [1, 2]. Увеличение ресурса работы зубчатых передач крупногабаритных агрегатов, вышедших из строя в процессе эксплуатации, с использованием сварочных процессов является актуальной задачей.

Основными причинами выхода из строя зубчатых венцов вращающихся обжиговых печей, шагающих экскаваторов, окорочных барабанов и др., наружный диаметр которых достигает 10м, а масса 100 т, являются: абразивный износ, выкрашивание активных поверхностей зубьев, разрушение отдельных зубьев (рис. 1) [3, 4].

Анализ последних исследований. Восстановление дефектных зубьев венцов известными методами электродуговой наплавки отличается низкой производительностью и нестабильным качеством наплавленного металла в результате опасности возникновения несплавлений, неметаллических включений, микротрещин, пор и других дефектов [1].

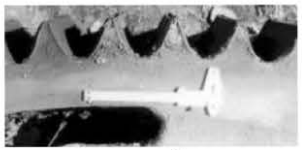


Рис. 1. Внешний вид изношенных зубьев венцовой шестерни ($m = 36$).

В настоящее время наиболее эффективным методом их реставрации является электрошлаковая наплавка с использованием специального формирующего устройства, профиль рабочей поверхности которого соответствует требуемой форме зуба (рис. 2) [5, 6].

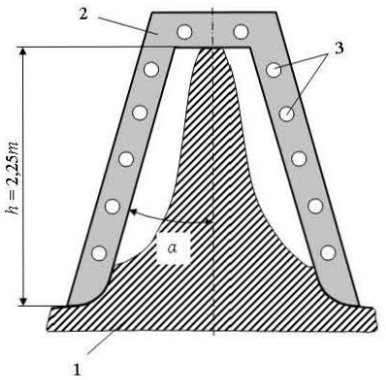


Рис. 2. Схема устройства для восстановления зубьев крупномодульных венцов электрошлаковой наплавкой: 1 – профиль изношенного зуба; 2 – кристаллизатор; 3 – каналы для подачи охлаждающей жидкости; h и m – высота и модуль зуба соответственно; α – угол главного профиля исходного контура.

Однако существенным недостатком известного формирующего устройства является невозможность его применения для восстановления других типоразмеров зубьев венцов. Это вызывает необходимость изготовления для каждого типоразмера зуба нового формирующего устройства, что значительно снижает эффективность выполнения ремонтных работ.

Формулировка целей (постановка задачи). Разработка формирующего устройства, отличающегося возможностью его переналадки для восстановления нескольких типоразмеров профилей зубьев венцов электрошлаковой наплавкой, что позволит существенно экономить цветные металлы, а также уменьшить материально-трудовые затраты на изготовление специальной технологической оснастки.

Основная часть. Поставленная цель достигается тем, что указанное устройство предложено изготавливать из трёх водоохлаждаемых секций, соединённых между собой таким образом, чтобы формирующая поверхность устройства представляла собой в поперечном сечении

трапецию с незамкнутым основанием, соответствующую профилю исходного контура зуба (рис. 3).

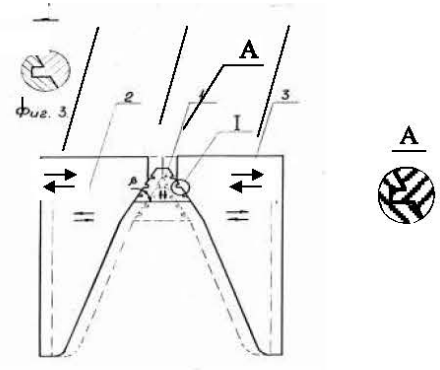


Рис. 3. Принципиальная схема конструкции формирующего устройства для восстановления зубьев венцов электрошлаковой наплавкой: 1 – вставка; 2 и 3 – боковые секции.

При этом боковые секции 2 и 3 (рис. 3) соединены между собой через вставку (призму) 1, боковые грани которой наклонены под углом, обеспечивающем взаимное перемещение указанных секций на новый типоразмер с учётом сохранения требуемой формы зуба.

Переналадка устройства на другой профиль зуба осуществляется дискретным перемещением вставки на определённую величину относительно боковых секций, что одновременно в необходимой пропорции изменяет толщину и высоту зуба.

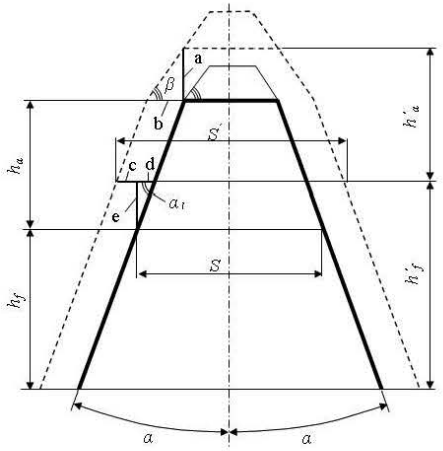


Рис. 4. Схема определения угла наклона граней призмы 1 (рис. 3).

Исходя из того, что основные размеры исходных контуров зубьев рассчитываются в зависимости от величины модуля зуба m [7], угол боковых граней вставки (призмы) β (рис. 4) можно определить из следующего уравнения

$$\beta = arctg\frac{a}{b}, \tag{1}$$

где $a = (h'_f + h'_a) - (h_f - h_a)$,

h_f и h_f – высота ножки зуба, h_f=1,25m_1; h_f'=1,25m_2;

m_1 и m_2 – модули зубьев;

h_a и h_a' – высота головки зуба, h_a= m_1; h_a' = m_2.

Тогда $a = 2.25(m_2 - m_1)$; (2)

$b = c + d$,

где $c = S' - S$;

S и S' – толщина зуба на делительной прямой, S = 0,5πm_1; S'= 0,5πm_2.

$$d = \frac{e}{tg\alpha_1},$$

где $e = (h'_f - h_f) = 1.25(m_2 - m_1)$;

$\alpha_1 = 90^\circ - \alpha$,

α – половина угла схождения формирующих поверхностей боковых секций, соответствующая углу главного профиля исходного контура зуба [7].

Тогда катет b можно определить из уравнения

$$b = \frac{\pi(m_2 - m_1)}{4} + \frac{1{,}25(m_2 - m_1)}{tg(90^\circ - \alpha)}. \tag{3}$$

Подставив выражения (2) и (3) в уравнение (1) и проведя сокращения, получим величину искомого угла β

$$\beta = arctg\frac{9}{\pi + \frac{5}{tg(90 - \alpha)}},$$

Учитывая то, что у большинства зубчатых цилиндрических эвольвентных передач угол главного профиля исходного контура равен 20° [7], при разработке чертежей формирующего устройства угол наклона граней вставки-призмы должен составлять

$$\beta = arctg\frac{9}{\pi + \frac{5}{tg(90^\circ - 20^\circ)}} = 61^\circ 7' 59''.$$

Переналадка формирующего устройства для восстановления другого модуля зуба осуществляется следующим образом. Передвигая вставку (призму) 1 (рис. 3), имеющую наклон боковых граней к основанию под углом β, относительно прилегающих поверхностей боковых секций 2 и 3 (рис. 3) на необходимую величину при взаимно параллельном перемещении, получим в сечении форму другого профиля зуба. Для сокращения времени переналадки и повышения точности геометрических параметров восстанавливаемых зубьев при переходе к новому типоразмеру, на части боковых секций имеются шипы, а на призме – пазы, повторяющие форму шипов (рис.3). При этом пазы расположены на определённом расстоянии, обеспечивающем установочное перемещение секций до конфигурации формирующей поверхности соответствующей одному модулю зуба.

Вариант конструкции формирующего устройства для восстановления зубьев крупномодульных венцов электрошлаковой наплавкой содержит две медные водоохлаждаемые боковые секции 2 и 3 (рис. 5), между которыми установлена медная водоохлаждаемая вставка 1, перемещение которой осуществляют при помощи винтовой пары 4. На торцевых поверхностях боковых секций 2 и 3 установлены винтовые стяжки 5 (рис. 5). Для обеспечения достаточной жесткости конструкции на секции 2 закреплена пластина 6 с пазами. После установки необходимого размера формирующей поверхности, пластина 6 жестко прижимается к секции 3, имеющей резьбовые отверстия, болтами 7. Для подвода и отвода охлаждающей жидкости в нижней и верхней частях секций 1, 2 и 3, имеющих внутренние каналы, установлены штуцеры 8.

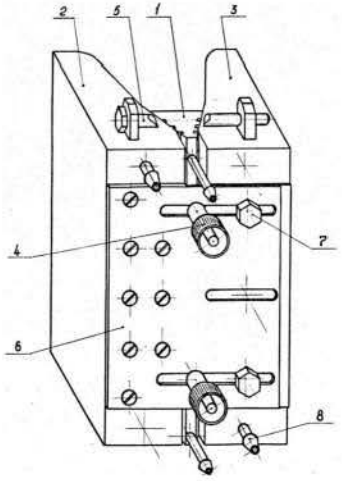


Рис. 5. Общий вид конструкции формирующего устройства для восстановления зубьев крупномодульных венцов электрошлаковой наплавкой.

Выводы. Применение предложенного формирующего устройства для восстановления изношенных и поломанных зубьев крупномодульных венцов электрошлаковой наплавкой позволит существенно повысить эффективность ремонтных работ за счёт возможности его использования для исправления нескольких типоразмеров профиля зуба.

Предложенную конструкцию устройства также можно использовать для восстановления других быстроизнашивающихся рабочих элементов машин, профили которых имеют форму трапеции, например, грунтозацепов траков гусеничных машин и др.

Библиографический список.

1. Восстановление деталей и ремонт машин: [*под ред. Е. Л. Воловика*]. – Калуга.: ГОСНИТИ, 1975. – 280 с.

2. Восстановление деталей машин: Справочник / *Ф. И. Пантелеенко, В. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов [под. ред. В. П. Иванова*]. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

3. *Коржов В. П.* Повышать коэффициент использования оборудования / В. П. Коржов // Цемент. – 1978. – № 10. – С. 2 – 3.

4. Ремонт шагающих экскаваторов / [*Бубновский Б. И., Буйный И. К., Ефимов Е. Н. и др.*]. – М.: Недра, 1982. – 280 с.

5. *Козулин С. М.* Электрошлаковая наплавка зубьев крупномодульных шестерен / С. М. Козулин, Иг. И. Лычко // Автоматическая сварка. – 1987. – № 3. – С. 62 – 64.

6. *Лычко И. И.* Электрошлаковая наплавка – эффективный способ восстановления крупномодульных шестерен / И. И. Лычко, С. М. Козулин. – К: Общество «Знание» Украинской ССР, 1988 – 20 с.

7. Зубчатые передачи: справочник / [*под ред. Е. Г. Гинзбурга*]. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1980. – 414 с.

УДК 378.12

НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ У СТУДЕНТІВ

Н. М. Коломийчук, старший викладач
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання стосовно різних форм мислення, які допомагають формуванню студента як різнобічної і успішної особистості.*

***Ключові слова** – інженерна графіка і нарисна геометрія, методика проведення лекцій, практичних та лабораторних занять, підвищення якості та ефективності навчального процесу.*

Постановка проблеми. Кожен викладач вищої школи вважає своїм обов'язком формування мислення у студентів. Він викладає матеріал так, щоб на кожному практичному занятті або лекції формувалося, розвивалося та удосконалювалося вміння студента спостерігати, робити висновки, робити визначення, бачити закономірності. Викладач розуміє, що тільки при регулярному і цілеспрямованому здійсненні роботи з формування наукового мислення студента, аналізі та обліку досягнутого, можливо отримати бажаний результат – формування різнобічної та успішної особистості.

Аналіз останніх досліджень. У багатьох країнах світу в школах і вузах популярні різноманітні теорії розвитку інтелекту. У штатному розкладі передбачені посади фахівців, які пройшли спеціальну підготовку і підтримують напрямок концепції навчального закладу, які вміють вибудовувати навчальний процес, свій предметний курс за єдиною логікою, незважаючи на різноманітність навчальних матеріалів. У нашій країні цю роль брав на себе викладач. Засобами своїх дисциплін педагоги під час аудиторних занять та самостійної роботи допомагають студентам розвивати й удосконалювати вміння логічно мислити, розуміти форму, ритм, краще розуміти себе та оточуючих людей.

Формування цілей (постановка завдання). Привернути увагу до професії викладача. Під час взаємодії студента та викладача формується єдиний інформаційний простір, в якому здійснюється передача знань і в якому дії викладача можуть виявитися як конструктивними – такими, що зберігають індивідуальність того, кого навчають, так і деструктивними, які руйнують її.

Основна частина. Наше мислення є в основному вербальним. Наші думки формуються зі слів, словесних понять або словесних міркувань. Перші роки життя дітей пов'язані саме з розвитком вербальних навичок –

вони вчаться говорити і розуміти мову людей, читати і писати. Люди, які вміють ясно і чітко викладати свої думки сприймаються оточуючими як розумні, цікаві співрозмовники. Вони мають успіх в суспільстві і хорошу роботу. Для подальшого розвитку вербального мислення студентам рекомендується більше читати художню літературу, розповідати історії з життя, пояснювати задачі, виступати з доповідями, брати участь у дискусіях, спілкуватися з викладачем на теми, які не пов'язані з предметом.

Для майбутнього інженера вербального мислення та вміння оперувати цифрами недостатньо.

Людство ще в давні часи відчувало потребу у двох видах діяльності: у трудовій та створенні почуття прекрасного, розвитку свого естетичного мислення. Це визначило два напрямки розвитку методів зображення. Трудова діяльність людини неможлива без зображення тих об'єктів, які вона бажає побудувати, а виховання почуття прекрасного, неможливе без побудови зображень, що нагадують тобі прекрасний навколишній світ, або тварин, або інших відчуттів, які хотілося б відчути самому та дати можливість відчути іншим.

Нарисна геометрія є наукою про методи побудови зображень, а завданням цієї науки є формулювання законів побудови цих зображень.

Нарисна геометрія розвиває просторову уяву студента і сприяє розвитку творчого мислення.

Інженер створює собі уявлення про ті механізми, які він планує накреслити, а потім починає креслити основні їх деталі. Протягом подальшого креслення зображення, він одразу вирішує завдання узгодження окремих частин, які б не заважали одна одній, витримували належну відстань тощо. В процесі зображення інженер вирішує також конструкторські питання. Таким чином зображення дає інформацію не тільки про закінчений виріб, але й інформацію про процеси творчості інженера. Інженер уявляє собі об'єкт і вирішує як його зобразити. Але в процесі зображення удосконалюється сам виріб. Саме в цьому і є творчий елемент діяльності інженера. Тому предмет нарисної геометрії формує саме творче мислення.

Творче мислення передбачає народження чогось нового. Термін "латеральне мислення" був вигаданий Едвардом де Боно як альтернатива традиційному, і передбачає не пряме зіткнення з проблемою, а підхід з іншого боку. Де Боно визначає чотири основні аспекти латерального мислення:

- усвідомлення головних ідей;
- пошуки різних підходів до вивчення явищ;
- звільнення з-під жорсткого контролю традиційного мислення;
- використання випадку.

Латеральне мислення передбачає свідому відмову від традиційних підходів і розглядає питання з незвичної точки зору. Яскравим представником латерального мислення був Пікассо.

Нарисна геометрія дає інженеру не тільки апарат виготовлення креслеників, за якими можна організувати виробництво. Найголовніше те, що творче мислення людини, яка опановує нарисну геометрію, істотно поліпшується, тому ми бачимо своє завдання не тільки у вивченні законів зображення і розв'язання по ним позиційних і метричних задач, але також і розвиток творчих можливостей людини.

Висновки. Інтелект майбутнього фахівця може бути використаний у різних областях: роботи з цифрами, пристроями і механізмами, управління персоналом тощо. Професійна компетентність інженера значною мірою визначається вмінням дізнатися про технічний об'єкт, його будову, функціональне призначення та принцип дії за конструкторською документацією, зафіксувати інформацію у графічній формі, використати графічне зображення з метою комунікації. Особливістю графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей є необхідність врахування тісної інтеграції графічної діяльності з професійною діяльністю фахівця та потреба постійного оперування та обміну графічною інформацією.

Бібліографічний список

1. *Павлов А.В.* Лекції з нарисної геометрії//– http://ng-kg.kpi.ua
2. *Пол Слоан* «Искусство мыслить незаурядно» //–К.: ТОВ «Компаньон Груп», 2012. –11 с.

УДК 514.18: 678.5.059: 535.024:620.168:678.02:678.5.059

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНО-ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ НА БАЗІ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Колосов О.Є., д.т.н.,
Вірченко Г.А., д.т.н.,
Колосова О.П., асистент,
Вірченко Г.І., здобувач
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація *– запропоновано підхід до застосування принципів автоматизованого проектування на базі методології структурно-параметричного геометричного моделювання для визначення конструкторсько-технологічних параметрів ефективних технічних засобів при формуванні реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів із застосуванням ультразвукової кавітаційної обробки.*

Ключові слова *– композиційно-волокнистий матеріал, конструкторсько-технологічне проектування, реактопласт, структурно-параметричне моделювання.*

Вступ. Обґрунтований вибір ефективних конструкторсько-технологічних параметрів технічних засобів для одержання реакто-пластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ) з певним, наперед заданим комплексом властивостей, залишається актуальним завданням. КВМ широко використовуються, зокрема, в силових елементах і конструкціях, що застосовуються в хімічній, нафтогазовій, авіаційний, медичній промисловості тощо [1, 2].

Формування КВМ і подальше виготовлення виробів із них - порівняно складний технологічний цикл, заснований на необхідності апріорного визначення режимних параметрів процесів одержання КВМ, у результаті яких змінюються їх фізико-механічні властивості. Тому вибір та обґрунтування ефективних режимних параметрів процесів виробництва КВМ, а також конструкторсько-технологічних параметрів застосовуваного при цьому технологічного обладнання та інструменту мають принципове значення [3-5].

Постановка задачі. У даній праці аналізується підхід до застосування принципів автоматизованого проектування на базі методології структурно-параметричного геометричного моделювання для детермінування конструкторсько-технологічних параметрів технічних

засобів, зокрема, базових процесів та обладнання (інструменту) для виготовлення реактопластичних КВМ із застосуванням ультразвуку.

Аналіз останніх досліджень. Вирішення досліджуваної задачі є виключно складною науково-технічною проблемою з ряду причин. Адже досі відсутні досить чіткі теоретичні уявлення, математичні залежності та відповідні методики, що дозволяють з достатньою точністю прогнозувати режимні параметри, зокрема, для базових процесів виготовлення КВМ. Серед останніх - приготування просочувальних складів, дозований нанос, в тому числі із застосуванням ультразвуку (УЗ), як найбільш ефективного інтенсифікуючого методу [6-8].

Тому доцільним є створення науково обґрунтованої системи уявлень, яка охоплює конкретні питання, що відносяться до проектування досліджуваних процесів одержання КВМ, включаючи використовуване при цьому устаткування, із застосуванням сучасної методології автоматизованого проектного моделювання.

В останні роки активно розвивається науковий напрямок, що включає методологію структурно-параметричного геометричного моделювання (СПГМ) із застосуванням засобів комп'ютерної техніки, який є важливим елементом прикладної геометрії та інженерної графіки [9-14].

Використання цієї методології дозволяє при відносно невеликих часових витратах отримувати досить точні математичні залежності, що описують варіантні взаємозв'язки між параметрами та характеристиками проектованих технічних об'єктів. Так, зокрема, застосування методології структурно-параметричного моделювання поширюється на складні геометричні об'єкти, серед яких, наприклад, різні компоненти та обладнання (інструмент) для машинобудування, у тому числі хімічного і нафтогазового, технологічні процеси їх виготовлення і т.п.

У рамках структурно-параметричної методології геометричного моделювання переважним є застосування системного підходу, який передбачає подання будь-якого об'єкта або процесу його формоутворення як певної впорядкованої сукупності деяких окремих складових компонентів, які, у свою чергу, можуть включати інші елементи.

При практичному використанні розглянутої методології широко застосовуються принципи комплексного підходу, варіантності, оптимальності, а також принцип відкритості та розвитку, який передбачає можливість легкого оновлення та розширення складових компонентів СПГМ [9].

Виходячи з вищесказаного, представляється доцільним теоретичне і прикладне застосування цієї перспективної сучасної методології автоматизованого проектування для детермінування конструкторсько-технологічних параметрів базових процесів та обладнання (інструменту) при одержанні реактопластичних КВМ.

На рис.1 показана загальна схема виробництва реактопластичних КВМ із використанням низькочастотної УЗ-обробки.

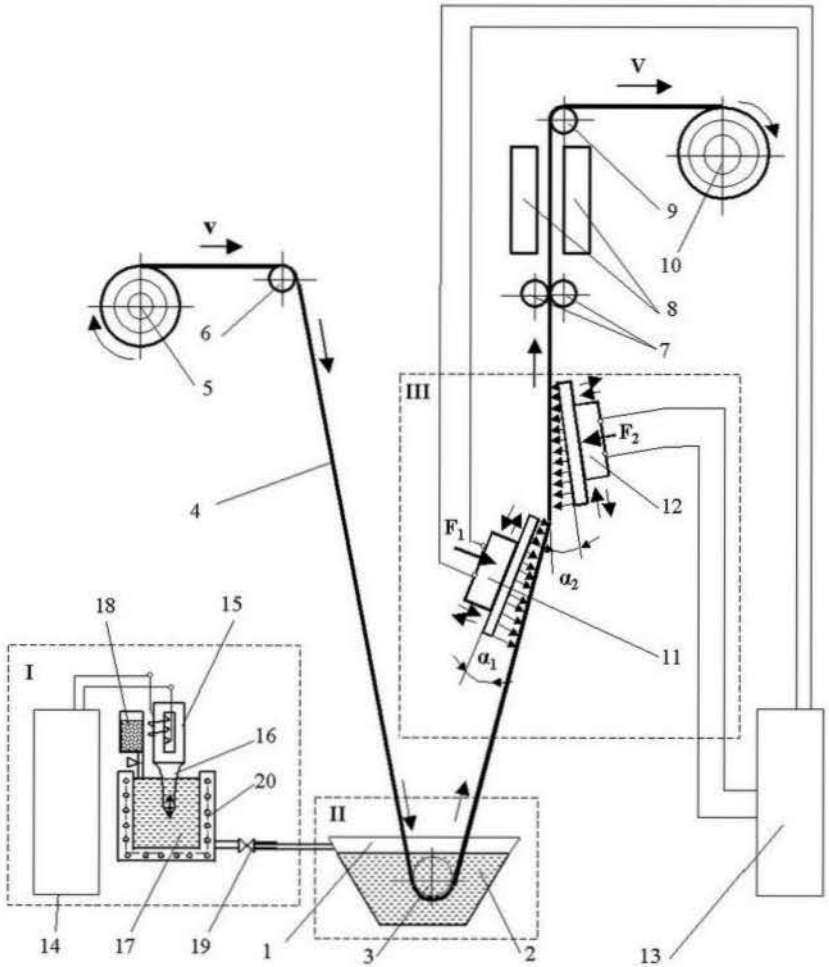


Рис. 1. Схема просочення та дозованого наносу полімерного зв'язуючого на довгомірний волокнистий матеріал:

1 - просочувальна ванна; 2 - рідке полімерне зв'язуюче; 3 - огинальний валок у просочувальної ванні; 4 - довгомірний волокнистий матеріал; 5 - бобіна з сухим волокнистим матеріалом; 6, 9 - огинальні валки; 7 - віджимні валки; 8 - сушильна камера; 10 - приймальня бобіна; 11, 12 - пара робочих УЗ-інструментів (випромінюючих УЗ пластин); 13, 14 - УЗ-генератори; 15 - магнітострикційний перетворювач; 16 - хвилевід-концентратор УЗ; 17 - ємність з епоксидною смолою; 18 - ємність із затверджувачем епоксидної смоли; 19 - кран; 20 - терморегулюючий осередок; F_1 і F_2 - зусилля притиснення робочих інструментів 11 і 12 до

просочених волокнистих матеріалів; α_1 і α_2 - кути нахилу робочих інструментів 11 і 12 до поверхні просоченого волокнистого матеріалу

Основні етапи отримання реактопластичних КВМ із застосуванням УЗ полягають у наступному. Попередньо, до стадії просочення, проводять УЗ-обробку епоксидної смоли в ємності 17 за допомогою УЗ-концентратора 16, що має кілька форм виконання. УЗ-концентратор підключений до магнітострикційного перетворювача 15, який живиться від УЗ-генератора 14 (блок I на рис.1).

Залежно від обраної геометрії, а також розмірів УЗ-концентратора 16 на виході отримують певне значення амплітуди А та інтенсивності І УЗ-коливань, що вводяться в рідку епоксидну смолу. Контрольовані параметри УЗ-обробки: час τ, температура Т, амплітуда А, інтенсивність І.

Після УЗ-обробки епоксидної смоли з ємності 18 надходить затверджувач епоксидної смоли в емність 17, відбувається змішування епоксидної смоли з її затверджувачем за допомогою того ж УЗ-концентратора протягом декількох секунд, у результаті чого одержують просочувальну композицію. Далі відкривають кран 19 і просочувальну композицію подають у ванну 1.

Після цього відбувається змотування з бобіни 5 сухого довгомірного волокнистого матеріалу 4, який після проходження огинального валка 6 надходить у ванну 1, де він просочується рідким полімерним зв'язуючим 2, вже обробленим УЗ (блок II на рис.1). При цьому можливі кілька структурних форм розміщення довгомірних волокон у перетині просоченого наповнювача, що впливають на кінетику процесу просочення.

Після виходу з просочувальної ванни 1 забезпечується попередній неконтрольований нанос зв'язуючого 2 на довгомірний волокнистий матеріал 4. Даний матеріал у зоні дозування (блок Ш на рис.1) обробляють з обох боків УЗ-інструментами у вигляді випромінюючих УЗ прямокутних пластин 11 і 12, що мають індивідуальні приводи від генератора 13.

Варіювання змісту полімерного зв'язуючого, рівномірність його розподілу в матеріалі та видалення надлишку зв'язуючого здійснюють регулюванням кута нахилу α_1 і α_2 випромінюючої пластини до поверхні матеріалу 4, зміною потужності (інтенсивності I_1 і I_2), що підводиться до перетворювачів, а також дозуванням зусиль притискання F_1 і F_2.

Остаточне віджимання зв'язуючого з просоченого матеріалу проводиться засобом віджимання матеріалу, виконаного у вигляді двох валків 7. Потім просочений і віджатий матеріал надходить у сушильну камеру 8, а після сушіння проходить через огинальний валок 9 і намотується на приймальну бобіну 10.

Виходячи з принципу системного підходу, що передбачає аналіз досліджуваного об'єкта одночасно і як безлічі певних взаємопов'язаних між собою елементів, і як потенційного компонента вищого ієрархічного рівня, доречно розглянуту схему поділити на укрупнені блоки I-III: I - блок УЗ-оброблення епоксидної смоли та приготування просочувальної

композиції; II - блок просочення волокнистого матеріалу полімерним зв'язуючим; Ш - блок дозованого наносу полімерного зв'язуючого на просочений волокнистий матеріал.

Надалі варто проаналізувати вищевказані укрупнені (базові) блоки і складові їх структурні елементи, а також взаємозв'язки між ними, в рамках проведення синтезу, оскільки дослідження всього технологічного процесу одержання КВМ та устаткування, що його реалізує, є виключно складним завданням, яке досі в повному обсязі ще не вирішено.

Висновки. Проаналізовано узагальнену структурно-параметричну модель технологічного процесу одержання реактопластичних КВМ із застосуванням УЗ, що складається з трьох укрупнених блоків: УЗ-обробки епоксидної смоли та приготування просочувальної композиції; просочення волокнистого матеріалу полімерним зв'язуючим; дозованого наносу полімерного зв'язуючого на просочений волокнистий матеріал.

Бібліографічний список

1. *Цыплаков О.Г.* Научные основы технологии композиционно-волокнистых материалов. Ч.1. / О.Г. Цыплаков. – Пермь, 1974. – 317 с.

2. Основы технологии переработки пластмасс / Под ред. *В.Н. Кулезнева и В.К. Гусева.* – М.: Химия, 1995. – 528 с.

3. *Гершгал Д.А.* Ультразвуковая технологическая аппаратура / *Д.А. Гершгал, М.В. Фридман.* – М.: Энергия, 1976. – 320 с.

4. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Под ред. *И.П. Голяминой.* – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – 192 с.

5. *Новицкий Б.Г.* Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах / Б.Г. Новицкий. – М.: Химия, 1983. – 192 с.

6. *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.

7. *Колосов О.Є.* Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів: монографія / О.Є. Колосов. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 227 с.

8. *Kolosov A.E.* Procedure for analysis of ultrasonic cavitator with radiative plate / A.E. Kolosov, V.I. Sivetskii, E.P. Kolosova, E.A. Lugovskaya // Chemical and Petroleum Engineering. – 2013. – Vol. 48, Issue 11-12. – P. 662-672.

9. *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.

10. *Ванін В.В.* Комп'ютерне структурно-параметричне геометричне моделювання як основа для комплексної оптимізації процесів проектування та виробництва об'єктів машинобудування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, Г.П. Грязнова // Вост.-Европ. жур. перед. технол. – 5/1, 2010. – С. 54-57.

УДК 514.18: 678.5.059: 535.024:620.168:678.02:678.5.059

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ГЕОМЕТРИЧНИХ ІМОВІРНОСТЕЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ВІДСТАНЕЙ МІЖ СУМІЖНИМИ КОЛАМИ, ЩО РОЗТАШОВАНІ У ВУЗЛАХ ПОДВІЙНОПЕРІОДИЧНОЇ РЕШІТКИ ТА ПЕРЕТИНАЮТЬСЯ ВИПАДКОВИМИ СІЧНИМИ

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

Анотація *– розглянуто використання теорії інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей для дослідження розподілу відстаней між суміжними колами, що розташовані у вузлах подвійноперіодичної решітки та перетинаються випадковими січними.*

Ключові слова *– випадкова січна, геометрична ймовірність, інтегральна геометрія, подвійноперіодична решітка, розподіл відстаней.*

Вступ. У даний час апарат теорії інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей знаходить все більше застосування для вирішення ряду задач [1, 2]. Факти, встановлювані цією теорією, лежать в основі напрямку, що швидко розвивається, і який займається вивченням геометричних об'єктів випадкового характеру (випадкових точкових полів, випадкових прямих, випадкових мозаїк і т.д.), інваріантних відносно груп перетворень простору.

Значне число важливих задач в теорії геометричних ймовірностей пов'язано з опуклими фігурами, що перетинаються випадковими прямими. Виникаючі при цьому теорії тісно пов'язані з теорією опуклих фігур. Фігури можуть мати загальну форму, бути або опуклими, або колами. Теорія геометричних ймовірностей використовує метод приміщення на досліджувану область випадкової прямої довжини L, т.зв. січної, після чого вимірюються перетини з фігурами, що не пересікаються між собою.

Слід відзначити, що теорія інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей знаходить широкий діапазон застосувань у природознавстві і техніці. Наприклад, такі завдання виникають в екології (оцінка рослинного покриву або щільності ареалу, зокрема, дерев на тій чи іншій площі), у хімічній технології при аналізі колоїдних розчинів (розподіл розмірів часток, занурених у непрозоре середовище, за вимірюваннями сегментів, які виходять при перетині цих частинок випадковими прямими шляхом зведення тривимірних вимірювань до двовимірних площинних), теоретичному вивченні пересувань опуклих об'єктів у місті та в ряді інших випадків.

Не менш актуальним і цікавим як в теоретичному, так і у практичному планах є дослідження стохастичного розподілу волокон в структурі ОВПК. Такий інтерес обумовлений, в першу чергу, тим, що від характеру розподілу волокон у структурі ОВПК (в рамках розгляду т.зв. структурного підходу) залежать як кінцеві властивості міцності затверділого композиту, так і прогнозовані технологічні параметри процесу просочення орієнтованого волокнистого наповнювача (ОВН) рідким полімерним зв'язуючим.

Таким чином, рішення перерахованих вище завдань базується на дослідженні законів розподілу опуклих фігур, які перетинають на площині випадковими січними.

Постановка задачі. У роботі аналізується підхід до застосування апарату і методології теорії інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей для дослідження розподілу відстаней між суміжними колами, що розташовані у вузлах подвійноперіодичної решітки, і які перетинаються випадковими січними.

Аналіз останніх досліджень. У роботах [4-6] були отримані аналітичні вирази для розподілу довжин хорд кіл для загального випадку подвійноперіодичних структур, а в роботах [7-9] були розглянуті загальні принципи побудови моделі структури в теорії армованих композиційних середовищ [7], а також деякі питання детермінування параметрів геометричної моделі структури ОВПК, у т.ч. при проведенні натурного і чисельного експериментів [8-9].

Завдання розподілу довжин хорд кіл, що перетинаються січною, для одного і кінцевого числа кіл вирішувалася в роботі [10], а вплив параметрів розподілу вуглецевих волокон на їх механічні властивості у залежності від вигляду функції розподілу волокон по довжині досліджувалась у роботі [11].

У той же час для ряду технологічних завдань одержання ОВПК необхідним є, крім знаходження розподілу довжин хорд кіл, визначення відстаней між сусідніми (суміжними) модельними колами. Такі залежності використовуються, наприклад, для прогнозування (проектування або попередньої оцінки) на їх основі технологічних параметрів, зокрема, для процесу просочення.

Останній аспект підкреслює актуальність застосування структурно-параметричної методології геометричного моделювання досліджуваних об'єктів, зокрема, для вирішення конкретних технологічних завдань одержання ОВПК. Особливості моделювання геометричних параметрів адекватної структурної стохастичної моделі ОВПК розглядаються нижче.

Геометрична модель структури орієнтованих волокнистих полімерних композитів

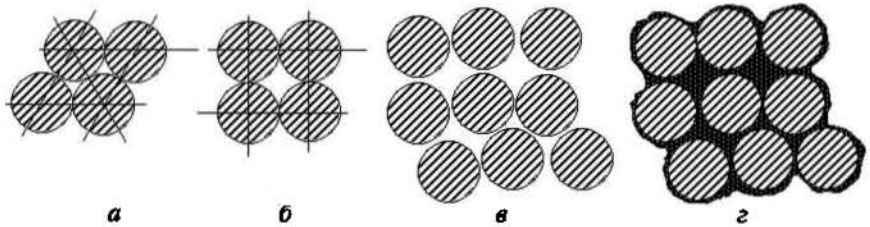
Попередньо зробимо ряд зауважень, які стосуються особливостей розміщення волокон (кіл) у плоскому перерізі (шліфі) ОВПК.

По-перше, з одного боку, теоретично прагнуть отримати граничну ступінь армування (вмісту волокон) ξ_a в ОВПК, тобто апріорі виходять

з найбільш щільного геометричного упакування циліндрів як волокон. Це викликано суттєвими відмінностями (більш, ніж на порядок) властивостей міцності зв'язуючої полімерної матриці та армуючих волокон, які сприймають основне навантаження на ОПК.

З іншого боку, вищевказана найбільш щільна укладка волокон практично неможлива і навіть вкрай небажана. Це обумовлено тим, що кожне волокно повинно бути оточеним шаром полімерної матриці (зв'язуючого) для забезпечення найбільш високої адгезії волокон до полімерній матриці та отримання монолітності структури ОВПК, а також конструкційних виробів на їх основі.

У зв'язку з цим на практиці застосовуються такі об'ємні ступені армування $\xi_в$ при одержанні ОВПК і виробів на їх основі з оптимальними фізико-механічними характеристиками: $\xi_в = \{0,6 - 0,75\}$ [3] – див. Рис.1.



а *б* *в* *г*

Рис. 1. Геометричні схеми теоретичної щільної та реальної упаковки волокон при різному об'ємному вмісті волокнистого наповнювача $\xi_в$ в ОВПК: *а* – гексагональна упаковка (по паралелограму), $\xi_в = 0,907$; *б* – упаковка по квадрату, $\xi_в = 0,785$; *в* – реальна однонаправлена упаковка, $\xi_в = \{0,6 - 0,75\}$; *г* – реальна упаковка волокон у зв'язуючній полімерній матриці (полімерне зв'язуюче зачернене).

За аналогією з роботами [4-6], приймемо як шукану геометричну модель середовища ОВПК геометричну модель Г.А. Ваніна [5-6]. Остання представлена у вигляді системи циліндричних волокон, осі яких у загальному випадку паралельні і розташовані у вузлах подвійно-періодичної (регулярної) решітки паралелограмів, а простір між волокнами заповнений полімерною матрицею (зв'язуючим волокна середовищем). При цьому перетини волокон (кл) не повинні накладатися один на одний.Елементарна базисна комірка (далі - ЕБК) такої моделі показана на рис.2. У якості геометричних параметрів ЕБК, тобто параметрів упаковки волокон, обрані довжини сторін ω_1 і ω_2 та кут між ними α, а в якості одиниці вимірювань в модельній площині (для зручності) прийнята базова сторона ЕБК ω_1. При цьому у вузлах подвійноперіодичної решітки (ЕБК) розміщені кола радіуса r.У загальному випадку ЕБК являє собою паралелограм (з кутом при вершині $\alpha = 60°$), у вузлах якого розташовані кола одного радіуса r. Далі розглядаються питання, що стосуються підходів до визначення (детермінування) параметрів вищевказаної геометричної моделі структури ОВПК.

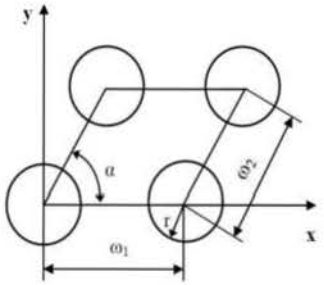


Рис. 2. Геометрична модель елементарної базисної комірки адекватної структури поперечного шліфа ОВПК, запропонована Ваніним Г.А. [5-6].

Визначення параметрів геометричної моделі структури орієнтованих волокнистих полімерних композитів

Для детермінування параметрів геометричної моделі структури вся площина поперечного шліфа досліджуваного ОВПК моделюється шляхом подвійноперіодичного (тобто по вертикалі і по горизонталі) продовження ЕБК (див. рис. 3). Нас буде цікавити переважно розподіл відстаней (довжин) між сусідніми волокнами (колами) в решітчастій площині, що моделює розміщення волокон у структурі поперечного шліфа ОВПК.

Приймемо, як і в роботах [6-9], за критерій адекватності досліджуваної геометричної моделі структури ОВПК збіг з достатнім ступенем точності (на практиці 90-95%) коефіцієнтів кривих розподілів та їх імовірнісних характеристик (математичного очікування) в геометричній моделі і в натурному шліфі ОВПК.

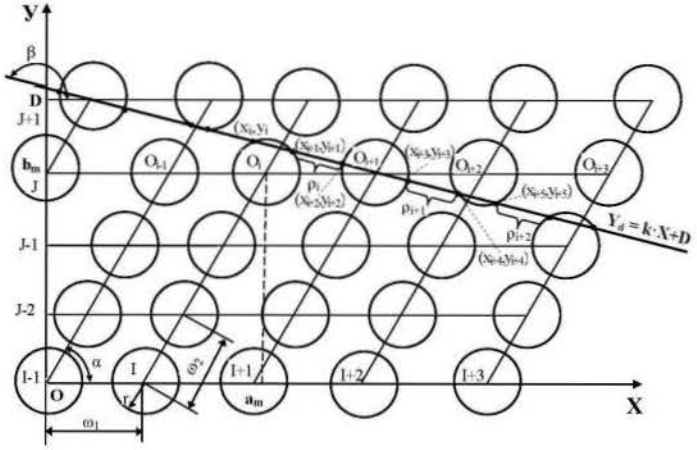


Рис. 3. Модельна решітчаста площина, отримана подвійно-періодичним продовженням ЕБК, і схема вимірів у ній відстаней між сусідніми колами при «киданні» випадкової січної $Y_d = kX + D$

Таким чином, використання методології теорії інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей [1, 2] для моделювання геометричних параметрів структурної моделі ОВПК зводяться до наступного.

Є подвійноперіодична геометрична плоска модель у вигляді решітки, утворена на основі ЕБК, яка (для зручності і спрощення) являє собою паралелограм зі сторонами ω_1 і ω_2 та кутом між ними α, у вершинах (вузлах) якого розташовані кола радіуса r.

У цій модельній решітчастій площині «кидається» випадкова січна, уздовж якої детермінуються відстані між сусідніми колами (довжини т.зв. «екстхорд», або «зовнішніх хорд» кіл [7-9]). На підставі масиву замірів довжин екстхорд будується гістограма і визначається аналітичний вид шуканої кривої розподілу довжин екстхорд та її статистичні характеристики.

Проаналізуємо теоретичний розподіл довжин хорд і довжин екстхорд кіл у модельній решітчастій площині при їх перетині сімейством рівномірно розподілених прямих П на площині $\mathbb{R}^2$. Зауважимо, що в такій ймовірнісній постановці в роботах [7-9] були отримані експериментальні розподіли довжин хорд і екстхорд волокон розглянутих ОВПК.

Так, зокрема, модельні та експериментальні криві (функції) розподілів довжин хорд волокон (кіл) та їх екстхорд можуть аналітично апроксимуватись, зокрема, за допомогою універсального трипараметричного розподілу Ваніна *P(z)*, що має δ-подібний характер, і який детермінований при позитивних значеннях випадкової змінної *z* [12]:

$$P(z)=\left(\frac{z}{\sigma\sqrt{2}}\right)^{b}\cdot\frac{\exp\left(-\frac{a_0^2}{2}-\frac{z}{2\sigma^2}^{2}\right)\cdot sh\left(\frac{a_0 z}{\sigma}\right)}{a_0\sigma\Gamma\left(1+\frac{b_0}{2}\right)\cdot F\left(\frac{1-b_0}{2},\frac{3}{2},-\frac{a_0^2}{2}\right)}, \qquad (1)$$

де $\sigma(x)$ – середньоквадратичне відхилення;

a_0 і b_0 – безрозмірні параметри, що встановлюються, як і $\bar{S}_\sigma(x)$, на основі обробки експериментальних даних;

$\Gamma(1 + b_0/2)$ – гамма-функція Ейлера;

$F[(1-b_0)/2, 3/2, -a_0^2/2]$ – вироджена гіпергеометрична функція Куммера [13].

Наведемо також формулу для визначення моменту порядку *n* випадкової величини *z* розподілу (1):

$$M(z^n)=\left(\sigma\sqrt{2}\right)^{n}\cdot\frac{\Gamma\left(1+\frac{b_0+n}{2}\right)\cdot F\left(\frac{1-b_0-n}{2},\frac{3}{2},-\frac{a_0^2}{2}\right)}{\Gamma\left(1+\frac{b_0}{2}\right)\cdot F\left(\frac{1-b_0}{2},\frac{3}{2},-\frac{a_0^2}{2}\right)}. \qquad (2)$$

Висновки. Розглянуто використання методології теорії інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей для дослідження розподілу відстаней (довжин т.зв. «екстхорд») між суміжними колами, розташованими у вузлах подвійноперіодичної решітки, що перетинаються випадковими січними. При цьому елементарна базова комірка (осередок) модельної решітки являє собою паралелограм зі сторонами ω_1 і ω_2 та кутом між ними α, а у вузлах решітки розташовані кола радіуса r.

Бібліографічний список

1. *Кендалл М.Г.* Геометрические вероятности / М.Г. Кендалл, А.П. Моран. – М.: Наука, 1972. – 192 с.

2. *Сантало Л.А.* Интегральная геометрия и геометрические вероятности / Сантало Л.А. – М.: Наука, 1983. – 360 с.

3. *Цыплаков О.Г.* Научные основы технологии композиционно-волокнистых материалов. Ч.1 / Цыплаков О. Г. – Пермь, 1974. – 317с.

4. *Ван Фо Фы Г. А.* Теория армированных материалов с покрытиями / Ван Фо Фы Г. А. – Киев: Наук. думка, 1971. – 232 с.

5. *Ванин Г. А.* Основы статистической теории волокнистых сред / Г. А. Ванин // Механика композитных материалов. – 1982. – № 6. – С. 1043–1051.

6. *Ванин Г. А.* К основам теории композиционных материалов с неупорядоченной структурой / Г. А. Ванин // Прикладная механика. – 1983. – Т. 19. – № 4. – С. 9–18.

7. *Иванченко Ф. К.* Принципы построения модели структуры в теории армированных композиционных сред / Ф.К. Иванченко, В.В. Клявлин, А.Е. Колосов // Докл. АН УССР. – Сер. А. – 1987. – № 8. – С. 25–29.

8. *Колосов А. Е.* Детерминирование параметров геометрической модели структуры ориентированно армированнных волокнистых композитов / А.Е. Колосов, В.В. Клявлин // Механика композит. материалов. – 1987. – №6. – С. 990–998.

9. *Колосов А. Е.* Некоторые аспекты детерминирования адекватной модели структуры ориентированных волокнистых композитов / А.Е. Колосов, В.В. Клявлин // Механика композит. материалов. – 1988. – №6. – С.1012–1019.

10. *Гачяускас Э.* Интегрально-геометрический метод нахождения функций распределения длины хорды овала и расстояния внутри овала / Э. Гачяускас // Литовский математический сборник. – 1968. – №2. – С. 237 – 240.

11. *Г.О. Сіренко.* Вплив параметрів розподілу вуглецевих волокон на фізико-механічні властивості композитного матеріалу на основі політетрафторетилену / Г.О. Сіренко, Л.В. Базюк // Фізика і хімія твердого тіла. – 2008. – Т.9. – №4. – С. 909–915.

УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИПЕРБОЛОИДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В БН-ИСЧИСЛЕНИИ

Конопацкий Е.В., к.т.н.,
Каплянок М.Г., магистр,
Чернышев Г.И., студент,
Черных Д.А., студент
Мелитопольская школа прикладной геометрии
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, (Украина, г. Макеевка)

Аннотация *– в работе предложены точечные и параметрические уравнения однополостного гиперболоида и гиперболического параболоида, геометрические формы которых служат основой для проектирования и расчёта гиперболических конструкций с помощью современной компьютерной техники.*

Ключевые слова *– точечное уравнение, гиперболоидные конструкции, однополосный гиперболоид, гиперболический параболоид.*

Постановка проблемы. Гиперболоидные конструкции – это сооружения в форме однополостного гиперболоида или гиперболического параболоида. Такие конструкции, несмотря на свою кривизну, строятся из прямых балок. Такая конструкция является жёсткой: если балки соединить шарнирно, гиперболоидная конструкция всё равно будет сохранять свою форму под действием внешних сил. Для высоких сооружений основную опасность несёт ветровая нагрузка, а у решётчатой конструкции она невелика. Эти особенности делают гиперболоидные конструкции прочными, несмотря на невысокую материалоёмкость.

В аналитической геометрии уравнения таких линейчатых поверхностей известны в канонической и параметрической формах. Но само по себе каноническое уравнение не несёт особой практической ценности. С другой стороны, параметрические уравнения эффективно используются для проектирования и расчёта строительных конструкций с использованием современной компьютерной техники. Однако существующие параметрические уравнения гиперболических конструкций получены с помощью гиперболических функций (гиперболических синуса и косинуса) или без них, но при этом теряется геометрический смысл параметров уравнения, что затрудняет их практическое использование. Этого можно избежать, если использовать математический аппарат БН-исчисление [1-2], который был разработан специально для инженеров-проектировщиков. Он позволяет аналитически описать все необходимые геометрические операции конструирования сегмента поверхности,

сохраняя при этом геометрический смысл параметров, используемых в уравнении, что позволяет повысить эффективность работы инженера-конструктора на стадии проектирования.

Анализ последних исследований. Исследование проблемы формообразования в архитектуре на примере гиперболического параболоида и преимущества использования его поверхности на примере существующих объектов приводится в работе [3]. Там же изложены существующие классические аналитические зависимости определения поверхности гипара. В работе [4] изложены классические уравнения, как для определения однополостного гиперболоида, так и для определения гиперболического параболоида, недостатки которых с точки зрения проектирования конструкций были изложены выше.

Постановка задачи. Получить точечные уравнения однополостного гиперболоида и гиперболического параболоида.

Основная часть. Из начертательной геометрии [5] известно, что однополосным гиперболоидом называется поверхность, которая образуется при перемещении прямой линии пересекающей одновременно три скрещивающиеся прямые линии, которые служат направляющими. На основе этого определения составим геометрическую схему конструирования сегмента однополостного гиперболоида (рис. 1).

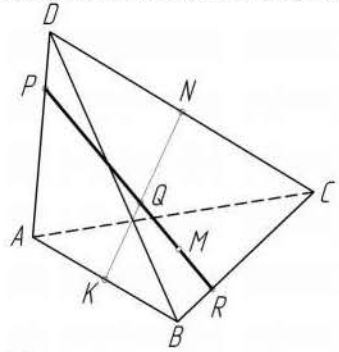


Рисунок 1. Геометрическая схема конструирования сегмента однополостного гиперболоида

Зададим симплекс трехмерного пространства $ABCD$ (рис. 1). Имеем три пары скрещивающихся рёбер симплекса, которые можно использовать в качестве направляющих. В данном случае это рёбра AD и BC. Третью направляющую зададим отрезком KN, который проходит через середины соответствующих отрезков AB и CD. Следует отметить, что третья направляющая может и не проходить через середины отрезков, но в таком случае требуется ввод двух дополнительных фиксированных параметров, которые будут определять точки K и N на соответствующих отрезках AB и CD. В данном случае была использована середина выше указанных отрезков из конструктивных соображений. На общий подход к решению задачи это никак не влияет.

Определим точки K и N в симплексе $ABCD$:

$$K=\frac{A+B}{2};\quad N=\frac{C+D}{2}. \tag{1}$$

Текущие точки P и R определим с помощью соответствующих параметров t и u.

$$P=A\overline{t}+Dt;\quad R=B\overline{u}+Cu. \tag{2}$$

Для того, чтобы отрезок PR пересекал третью направляющую KN необходимо чтобы точки P, R, K и N принадлежали одной плоскости. При этом объём тетраэдра $PRKN$ будет равен нулю. Определим значение параметра t, при котором объём тетраэдра $PRKN$ будет равен нулю. Используя $S-$теорему БН-исчисления [1], составим определитель четвертого порядка и решим его относительно t:

$$\begin{vmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & \overline{u} & u & 0 \\ \overline{t} & 0 & 0 & t \end{vmatrix}=0;\ t=\frac{1}{u}. \tag{3}$$

Подставив значение параметра t из (3) в уравнение (2), получим текущие точки отрезка PR, который пересекает отрезок KN в точке Q:

$$P=A\frac{u-1}{u}+D\frac{1}{u};\quad R=B\overline{u}+Cu. \tag{4}$$

Точечное уравнение образующей определим с помощью параметра v:

$$M=P\overline{v}+Rv. \tag{5}$$

Подставив уравнения точек P и R из (4) в уравнение (5), получим точечное уравнение однополосного гиперболоида в симплексе $ABCD$:

$$M=A\frac{u-1}{u}\overline{v}+B\overline{u}v+Cuv+D\frac{\overline{v}}{u}. \tag{6}$$

Или в другой, более привычной, форме:

$$M=(A-D)\frac{u-1}{u}\overline{v}+(B-D)\overline{u}v+(C-D)uv+D. \tag{7}$$

Переходя к параметрическим уравнениям, получим:

$$\begin{cases} x_M=(x_A-x_D)\frac{u-1}{u}\overline{v}+(x_B-x_D)\overline{u}v+(x_C-x_D)uv+x_D; \\ y_M=(y_A-y_D)\frac{u-1}{u}\overline{v}+(y_B-y_D)\overline{u}v+(y_C-y_D)uv+y_D; \\ z_M=(z_A-z_D)\frac{u-1}{u}\overline{v}+(z_B-z_D)\overline{u}v+(z_C-z_D)uv+z_D. \end{cases} \tag{8}$$

Представим уравнение (7) в декартовом симплексе $OE_1E_2E_3$:

$$M=(E_1-O)\frac{u-1}{u}\overline{v}+(E_2-O)\overline{u}v+(E_3-O)uv+O. \tag{9}$$

Тогда, переходя к параметрическим уравнениям, получим:

$$\begin{cases} x=\frac{u-1}{u}\overline{v}; \\ y=\overline{u}v; \\ z=uv. \end{cases} \tag{10}$$

Переходим к определению гиперболического параболоида в БН-исчислении. Как известно из [5], гиперболический параболоид – это поверхность, образованная движением образующего отрезка по двум направляющим – скрещивающимся отрезкам. Переходя к симплексу $ABCD$, выберем отрезки AD и BC в качестве направляющих:

$$P=A\overline{u}+Du;\quad R=B\overline{u}+Cu. \tag{11}$$

Используя уравнения (11), определим точечное уравнение гипара:

$$M=P\overline{v}+Rv=A\overline{uv}+B\overline{u}v+Cuv+Du\overline{v}. \tag{12}$$

Выводы. В работе предложены точечные и параметрические уравнения однополостного гиперболоида и гиперболического параболоида, полученные в БН-исчислении на основе геометрических алгоритмов построения и потому сохранившие геометрическую сущность всех параметров, которые входят в состав точечных уравнений, что расширяет возможности проектирования и расчёта гиперболоидных конструкций с использованием современной вычислительной техники.

Библиографический список

1. *Балюба И.Г.* Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении: диссертация на соискание научной степени доктора технических наук: 05.01.01 / Балюба Иван Григорьевич – Макеевка: МИСИ, 1995. – 227 с.

2. *Найдиш В.М.* Алгебра БН-исчисления / Найдыш В.М., Балюба И.Г., Верещага В.М.// Прикладна геометрія та інженерна графіка. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 90. – К.: КНУБА, 2012. – С.210-215.

3. *Якимчук Е.В.* Использование формы гиперболического параболоїда в архитектуре / Якимчук Е.В.// Матеріали П-ї Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності». Вип. 2. – К.: ДІЯ, 2013 р. – С.209-213.

4. *Роджерс Д.* Математические основы машинной графики / Роджерс Д., Адамс Дж. // – М.: Мир, 2001. – 604 с.

5. *Гордон В.О.* Курс начертательной геометрии / Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. // – М.: Наука, 1988. – 272 с.

УДК 616

ЗАСОБИ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕРМОГРАФІЇ У ЗАДАЧАХ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ

Котовський В.Й., д.т.н.,
Воробйов О.М., ст. викладач,
Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент
Луданов Д.К., ст. викладач
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається можливість передачі даних (термограм) на відстані за допомогою мережі Інтернет.*

***Ключові слова** – телемедицина, інфрачервона термографія, діагностування, термокабіна.*

Постановка проблеми. За допомогою спеціальної термокабіни вирішується задача якісної діагностики патологічних станів організму людини на ранніх стадіях їх виникнення з можливістю подальшого використання результатів засобами сучасної телемедицини, що є важливим для своєчасного розшифрування й уточнення отриманої інформації різними спеціалістами.

Аналіз останніх досліджень. Метод інфрачервоної (ІЧ) термографії засновується на різниці температур навколишнього середовища та об'єкту досліджень [1]. Чим більша різниця температур, тим більш контрастними стають термограми. Термокабіна надає можливість отримати оптимальні параметри для проведення досліджень і таким чином збільшити контрастність термограм.

Формулювання цілей. Передача отриманої діагностичної інформації за допомогою термокабіни на будь-яку відстань у режимі реального часу.

Основна частина. Існує декілька основних направлень телемедицини: телеконференція, моніторинг та біотелеметрія, управління пацієнтами на відстані. Телемедицина відкриває великі можливості обміну інформацією в режимі «пацієнт-лікар» чи «лікар-лікар», з метою консультації та постановки вірного діагнозу. Пропонується спосіб отримання достовірної інформації в реальному масштабі часу за допомогою засобів телемедицини, що дозволить аналізувати термограми, проводити їх якісну оцінку у режимі конференції.

Перед початком обстеження пацієнт заходить до термокабіни з заданими умовами (температура 18-21°С, вологість повітря (55-60%)±5 і після адаптації обстежується за допомогою ІЧ-термографа [2]. Обстеження проводять в різних проекціях і при різних положеннях тіла

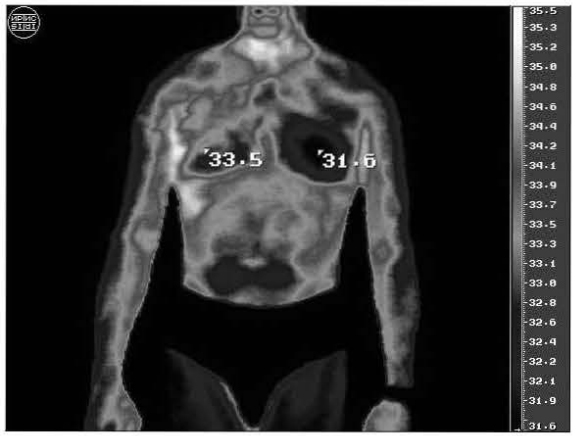


Рис. 1 Термограмма

пацієнта, одержуючи відповідні термограми. Отриманий розподіл температурних полів, відображується на термограмі, за допомогою спеціальної програми можна відправити через Інтернет з ціллю уточнення та постановки попереднього діагнозу на будь-яку відстань у будь-яку точку світу одночасно різним спеціалістам.

Висновки. Використання телемедицини значно поширює можливості інфрачервоної термографії. Створені термографічні бази даних сприяють оперативному застосуванню отриманої діагностичної інформації для постановки попереднього діагнозу, або прогнозу протікання певного захворювання.

Бібліографічний список

1. *Воронов С.О., Котовський В.Й.* Перспективи розвитку та застосування тепловізійних систем /Вісті академії інженерних наук України – 2002 - № 1(14) – с. 17 – 19.

2. *Котовський В.Й.* Обгрунтування вимог до умов проведення термографічних досліджень біологічних об'єктів /Вісті академії інженерних наук України – № 2(39) – 2009 с. 6 – 11.

УДК 514.18

ЗМІЩНЕННЯ БАЛОНА ІЗ ЦИЛІНДРА І ДВОХ ПІВКУЛЬ НАМОТКОЮ НИТКИ ПО ГЕОДЕЗИЧНИХ ЛІНІЯХ

Кремець Я.С., аспірант*
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Україна, м. Київ)

Анотація *– на складовій поверхні із циліндричної частини і двох півкуль побудовано геодезичні лінії таким чином, що лінія однієї поверхні плавно переходить в лінію на іншій поверхні. Визначено параметри намотки нитки по геодезичних із заданою щільністю.*

Ключові слова *– геодезичні лінії, намотка, балон, циліндрична частина, півкулі, складова поверхня.*

Постановка проблеми. Для балонів високого тиску висуваються вимоги бути достатньо міцними і легкими. В цьому відношенні перевагу в порівнянні із металевими балонами мають балони із композитних матеріалів, армовані нитками. Нитки бажано намотувати по геодезичних лініях, оскільки в такому випадку не виникатимуть зусилля, що зміщують нитку із свого положення і вона працюватиме тільки на розтяг.

Аналіз останніх досліджень. Величина тиску, який здатен витримати балон, залежить не тільки від товщини його стінки, але і від форми самого балона [1]. Основною геометричною характеристикою, від якої залежить здатність поверхні витримувати тиск, є середня кривина. Саме цей показник покладено в основу знаходження потрібної форми балона із поверхні обертання [1-4]. Додатково балон можна зміцнити намотуванням ниток по геодезичних лініях [5]. Намотка нитки на складову поверхню розглянута в праці [6].

Формулювання цілей. Розробити спосіб намотки нитки на складову поверхню із циліндричної частини і двох півкуль по геодезичних лініях.

Основна частина. Зазвичай балон виготовляють із циліндричної частини і двох півкуль, які приєднують з торців циліндра. Як відомо, геодезичними лініями циліндра є гвинтові лінії, а також їх часткові випадки – коло (при кроці гвинтової лінії, рівному нулю) і прямолінійні твірні (при необмеженому зростанні кроку). Геодезичними лініями кулі є кола великого діаметра. При стикуванні цих ліній, що належать різним поверхням, потрібно забезпечити перший порядок гладкості. Для цього на межі циліндра і півкулі гвинтова лінія переходить у плоский переріз кулі стичною площиною (рис. 1).

*Науковий керівник – д.т.н., професор Пилипака С.Ф.

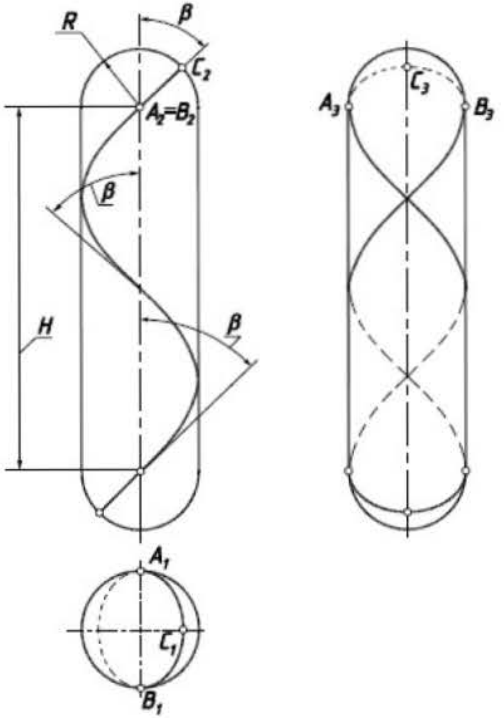


Рис. 1. Три проекції балона з трьох складових частин (циліндра та двох півкуль) і спільна геодезична замкнена лінія на ньому.

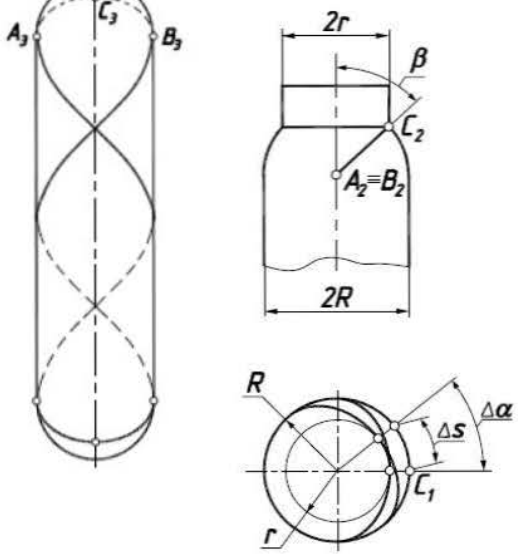


Рис. 2. Фрагмент балона із циліндричною частиною вгорі для вентиля.

В такому випадку, при умові, що циліндричну частину взято в межах одного кроку H, геодезична лінія буде замкненою. При цьому крок гвинтової лінії зв'язаний із радіусом R циліндра і кулі та кутом β, під яким гвинтова лінія перетинає твірні циліндра, наступною залежністю:

$$H = 2\pi R \operatorname{ctg}\beta . \qquad (1)$$

Намотка нитки по замкненій геодезичній лінії недоцільна, потрібно, щоб витки нитки розташовувалися поруч із заданою щільністю. Для цього є два шляхи. Перший – при одному повному витку, який закінчується в точці C, повернути балон на кут $\Delta\alpha$ (рис. 2, горизонтальна проекція) і продовжити намотку по такій же замкненій геодезичній лінії, яка буде зміщена на певну відстань Δs від першої. При здійсненні повного витка знову потрібно повернути балон на цей же кут і так продовжувати до повної намотки. При цьому область півкулі в межах радіуса r (рис. 2) не буде покрита нитками. В цьому місці до півкулі приєднана циліндрична частина, у якій має бути нарізана різьба під вентиль, а з протилежної сторони балона – різьба для заглушки. Таким чином, величина кута β

визначається співвідношенням між радіусом R балона та радіусом r циліндричного наконечника для укручування вентиля:

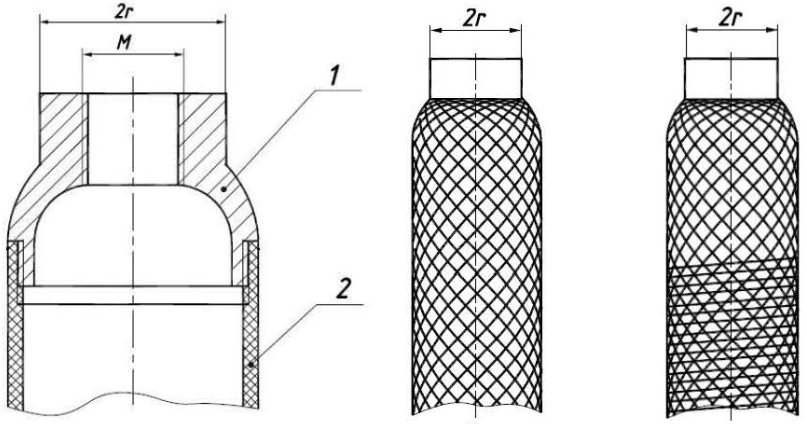
$$\sin\beta = \frac{r}{R}. \qquad (2)$$

Величина кута $\Delta\alpha$ залежить від товщини (діаметра) нитки, яку намотують.

Другий шлях намотки – зміщення на кут $\Delta\alpha$ досягається тим, що ми беремо середню циліндричну частину балона не кратною величині кроку H, а меншою або більшою на якусь його долю ΔH. Величину цього зміщення знаходимо із виразу:

$$\Delta H = \Delta s \operatorname{ctg}\beta. \qquad (3)$$

Таким чином, за двома конструктивними параметрами R і r можна визначити за формулою (2) величину кута β, крок гвинтової геодезичної лінії H за формулою (1) і величину ΔH в залежності від проміжку між витками Δs за формулою (3).



а б в

Рис. 3. Елементи балона із складеної поверхні:

а) елементи оправки для намотування: 1 – металева частина у вигляді півкулі із нарізаною різьбою для вентиля або заглушки; 2 – неметалева тонкостінна циліндрична частина;

б), в) – балон із намотаними нитками.

Для виготовлення балона необхідно спочатку виготовити оправку для намотки нитки. Її можна зробити із трьох частин: двох металевих півкуль із нарізаною різьбою для вентиля або заглушки та циліндричної неметалевої частини для зменшення ваги (рис. 3,а). Ці елементи з'єднуються з допомогою різьби. На рис. 3,б показано частину балона із намотаними нитками. Відомо, що куля такого ж радіуса, як і циліндр витримує вдвічі вищий тиск [1]. В зв'язку з цим циліндричну частину

можна додатково зміцнити намотуванням нитки по геодезичній лінії малого кроку, як показано на рис. 3,в.

Висновки. Балони для зберігання стисненого газу можна виготовляти складовими із середньої циліндричної частини та двох півкуль. Для зміцнення такої складової оболонки можна застосувати намотку по геодезичних лініях, які плавно переходять із одної поверхні на другу. Два конструктивних параметри – діаметр балона і діаметр циліндра із приєднувальною різьбою на торцях – дозволяють розрахувати всі необхідні дані для намотки. Заміна середньої частини металевого циліндра на неметалеву оправку дасть можливість значно зменшити вагу балона. Крім того, він більш безпечний в експлуатації, оскільки при розриві на дає осколків.

Бібліографічний список

1. Пилипака Т.С. Порівняльний аналіз балонів циліндричної і сферичної форми для зберігання стисненого газу / Т.С. Пилипака, О.А. Пилипака // Прикладна геометрія та інженерна графіка. –К.: КНУБА, 2011. –Вип. 87. – С. 309 – 313.

2. Пилипака С.Ф. Конструювання поверхонь обертання сталої середньої кривини / С.Ф. Пилипака, І.О. Коровіна // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції „Перспективи розвитку агропромислового комплексу в Поліському регіоні України". – Ніжин: Міланік, 2010. –С. 35 – 43.

3. Коровіна І.О. Конструювання поверхонь обертання сталої середньої кривини на основі її меридіану / І.О. Коровіна // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків: ХДУХТ, 2010. – №26. – С. 128–133.

4. Коровіна І.О. Конструювання автомобільних балонів високого тиску у формі нодоїда / І.О. Коровіна // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 4. Прикл. геометрія та інж. графіка. – Т. 46. - Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – С. 134-141.

5. Завидский А. В. Определение параметров технологической поверхности, обеспечивающей непрерывность намотки по геодезическим линиям / А.В. Завидский // Труды МАИ. 1976. - № 349. - С. 34-35.

6. Якунин В.И. Вопросы геометрического проектирования процесса намотки составной поверхности / В.И. Якунин, В.А. Калинин, Т.В. Аюшев // Компьютерная геометрия и графика в инженерном образовании: Материалы всесоюзной конференции. - Нижний Новгород, 1991. - С. 149.

УДК 514.18

РОЗРАХУНОК ГЕОДЕЗИЧНИХ ТРАЄКТОРІЙ ДЛЯ НАМОТУВАННЯ КОРДА АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

Куценко Л.М., д.т.н.,
Національний університет цивільного захисту України (м. Харків)
Табакова І.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків)

Анотація *– Для опису процесу намотки корда автомобільної шини наведено спосіб геометричного моделювання геодезичних траєкторій на поверхні обертання, яка наближає поверхню шини з врахуванням її геометричної форми під навантаженням і у вільному стані .*

Ключові слова *– геодезична траєкторія, процес намотки корда, автомобільна шина, періодичність розташування геодезичних.*

Постановка проблеми. Технологія зміцнення виробів намотуванням є одним з найпоширеніших і перспективних методів одержання армованих матеріалів. Зазначена технологія є важливою при виготовленні автомобільних шин в результаті намотування металевого (або синтезованого) корда [1]. Для реалізації намотування необхідно знати закон розподілу кутів армування на оболонці або, інакше кажучи, закон намотування при її виготовленні на оправці. Найбільш широко використовуються геодезичні траєкторії намотування. Як відомо, геодезична траєкторія дозволяє забезпечити у певному розумінні максимальну міцність виробу. Відхилення намотування від геодезичної обмежено величиною коефіцієнта тертя між оправкою і намотуваною ниткою. Крім того, для забезпечення надійності і довговічності шин необхідно враховувати варіювання взаємного положення корду в точках дотику як реакцію на зміну навантаження.

Аналіз відомих досліджень. Розвиток технології одержання сітчастих оболонок нетрадиційної форми дозволяє ввести в технологічний процес виготовлення автомобільної шини операції трансформації оболонки-заготовки в кінцевий виріб. Відзначимо, що саме за цією, відомою в автомобільній промисловості [1], технологією виготовляються автомобільні шини, коли вихідну сітчасту циліндричну оболонку трансформують у тороподібну поверхню шини. Після трансформації закон зміни кутів армування описується так званою «шинною геометрією». Процес перекладу оболонки-заготовки в кінцеву форму являє собою геометрично нелінійну задачу.

Сучасні технології передбачають намотування вихідної циліндричної оболонки-заготовки за геодезичними траєкторіями (рис.1). В роботі [2] наведено спосіб розрахунку геодезичної траєкторії корда шини з

врахуванням величини пантографічних кутів між суміжними кордами (рис.2). Логічно вважати, що в процесі експлуатації автомобільної шини кути пантографічної моделі повинні незначно змінюватися при зміні навантаження. Це повинно зменшити небезпеку руйнування шини «з середини» завдяки взаємному переміщенню кордів.

Рис. 1. Розташування корда на поверхні шини

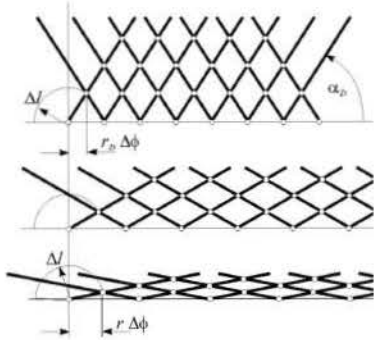


Рис.2. Пантографічна модель в точках перетину корду

Але в роботі [2] використовуються переважно емпіричні залежності, і побудова геодезичних траєкторій корда не базується на розв'язанні системи диференціальних рівнянь.

Постановка завдання. Для опису процесу намотки корда автомобільної шини розробити спосіб геометричного моделювання геодезичних траєкторій на поверхні обертання, яка наближає поверхню шини з врахуванням її геометричної форми під навантаженням і у вільному стані .

Основна частина. Розглянемо поверхню обертання, яка наближено нагадує поверхню автомобільної шини. Умовно назвемо її шиноподібною поверхнею, рівняння якої пропонується обрати у вигляді

$$X = \left[\left(R - \cos^{w}(u)\right)\cos(v),\ \left(R - \cos^{w}(u)\right)\sin(v),\ u - \frac{\pi}{2}\right]. \qquad (1)$$

Тут u – параметр вздовж меридіана поверхні, v - параметр вздовж паралелі поверхні, R - радіус базового кола.

Особливість опису (1) полягає у наявності параметра w, який регулює форму шиноподібної поверхні залежно від її стану - вільного або навантаженого. Так, у вільному стані значення параметра w повинні обиратися у межах w = 1..4, а у навантаженому стані у межах w = 12..16. Всі величини в умовних одиницях.

Наявність параметра w дозволить відстежити зміну пантографічного кута між навитими кордами у випадку зміни навантаження на шину.

При складанні системи диференціальних рівнянь для опису геодезичної на поверхні шини необхідно обчислити [3,4] коефіцієнти другої квадратичної форми та інші супровідні формули.

$$E = \frac{\cos^2(u) + w^2\cos^{2w}(u) - w^2\cos^{2(w+1)}(u)}{\cos^2(u)};$$

$$F = 0; \qquad G = \left(R - \cos^w(u)\right)^2;$$

$$D = \big(R^2\cos^2(u) - 2R\cos^{(2+w)}(u) + \cos^{2(1+w)}(u) + R^2w^2\cos^{2w}(u) -$$
$$- 2Rw^2\cos^{3w}(u) + w^2\cos^{4w}(u) - R^2w^2\cos^{2(1+w)}(u) +$$
$$+ 2Rw^2\cos^{(3w+2)}(u) - w^2\cos^{2(2w+1)}(u) \big)/\cos^2(u);$$

$$E_u = 2w^2\sin(u)(1 - w + w\cos^2(u))\cos^{(2w-3)}(u);$$
$$E_v = 0; \; F_u = 0; \; F_v = 0;$$

$$G_u = \frac{2w\sin(u)\left(R\cos^w(u) - \cos^{2w}(u)\right)}{\cos(u)}; \; G_v = 0;$$

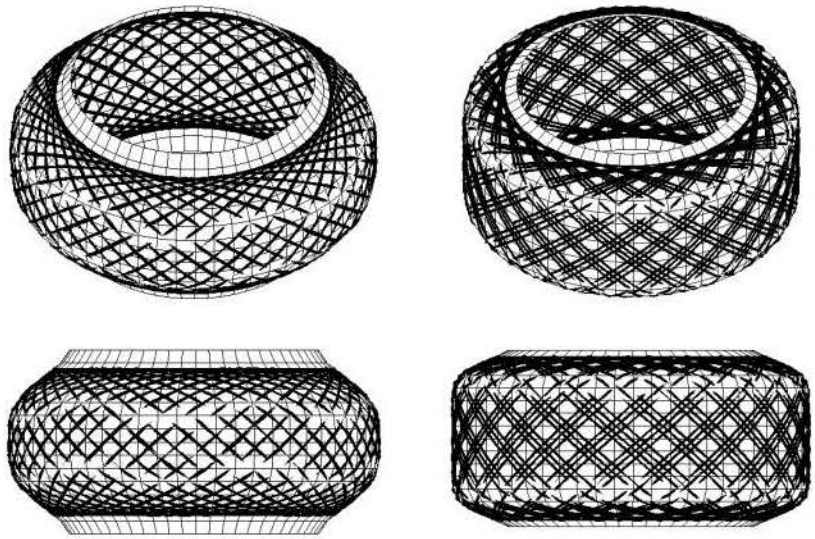
В результаті одержимо систему диференціальних рівнянь для опису геодезичних на шиноподібній поверхні у вигляді

$$\frac{1}{2D}\left(2D\left(\frac{d^2}{dt^2}u(t)\right) + GE_u\left(\frac{d}{dt}u(t)\right)^2 - GG_u\left(\frac{d}{dt}v(t)\right)^2\right) = 0;$$
$$\frac{1}{2D}\left(2D\left(\frac{d^2}{dt^2}v(t)\right) + 2EG_u\left(\frac{d}{dt}u(t)\right)\left(\frac{d}{dt}v(t)\right)\right) = 0. \qquad (2)$$

Систему рівнянь (2) було розв'язано чисельним методом Рунне-Кутта. При цьому тестовий варіант обчислювався з незмінними початковими умовами $u_0 = \pi/2$ і $v_0 = \pi$ і межами зміни параметрів $\pi/40 < u < \pi - \pi/40$ і $0 < v < 2\pi$; R=3. Кількість точок, що складають геодезичну лінію, дорівнює 1500. Змінювалися лише кути «виходу» геодезичної траєкторії з початкової точки.

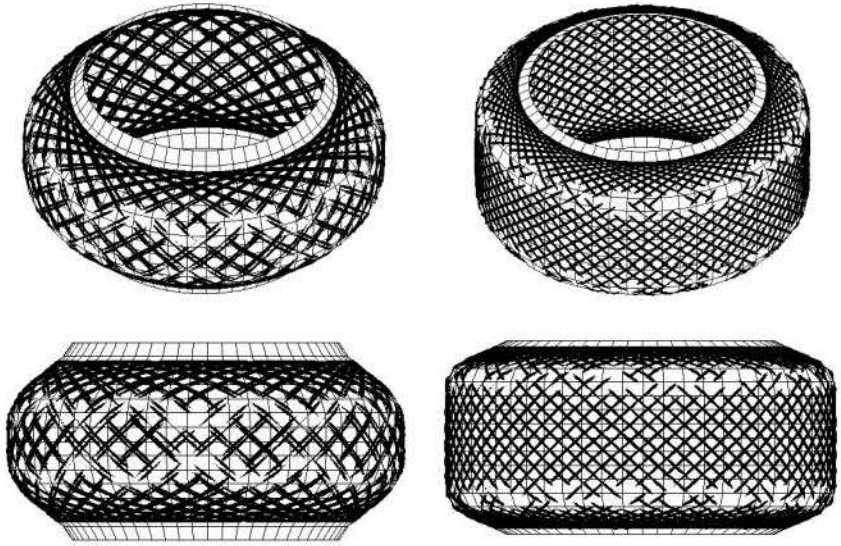
На рис. 3 наведено результати розрахунків геодезичної траєкторії без навантаження (а) і з навантаженням (б) для $u_0' = 0{,}39$ і $v_0' = 0{,}15$ при $w = 4$ (ліворуч) $w = 16$ (праворуч).

На рис. 4 зображено результат аналогічних розрахунків з тими ж параметрами, за винятком $u_0' = 0{,}4$.



а б

Рис. 3. Шиноподібна поверхня для параметра $u_0' = 0{,}39$



а б

Рис. 4. Шиноподібна поверхня для параметра $u_0' = 0{,}4$

Ці приклади наочно демонструють вплив кута «виходу» геодезичної траєкторії на періодичність розташування сім'ї траєкторій на шиноподібній поверхні. Прийнятна періодичність у варіанті без навантаження не зберігається для варіанта з навантаженням, і навпаки.

Методом «анімаційних» ітерацій вдалося знайти початкове значення $u_0' = 0{,}43$, яке забезпечує прийнятну періодичність геодезичних траєкторій на поверхні незалежно від наявності або відсутності навантаження (рис. 5).

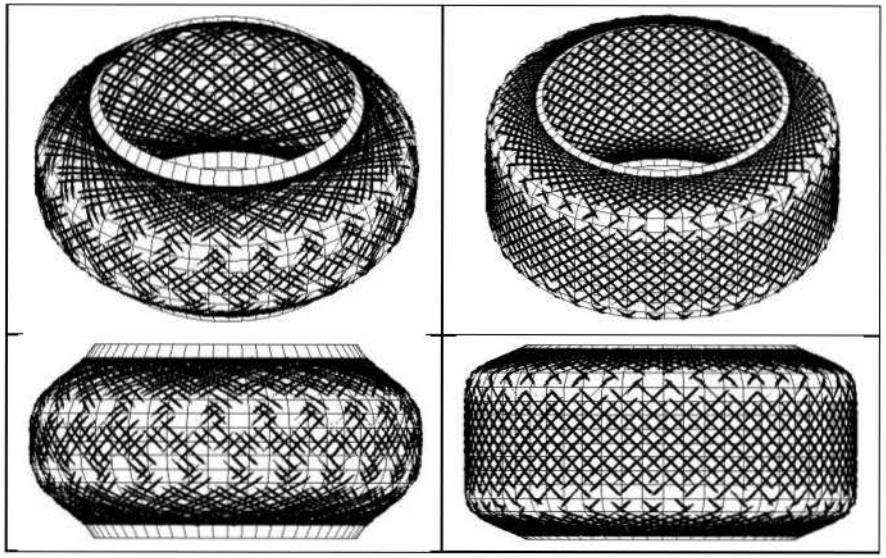


Рис. 5. Шиноподібна поверхня для параметра $u_0' = 0{,}43$

Висновки. Наведений спосіб побудови геодезичних траєкторій на поверхні, яка наближає поверхню автомобільної шини з врахуванням її форми (від навантаження до розвантаження) дозволяє у першому наближенні аналізувати періодичність розташування сім'ї геодезичних.

Бібліографічний список

1. *Иванов А. М.* Основы конструкции автомобиля, *А.М.Иванов, А.Н.Солнцев, В.В. Гаевский* Учебник для ВУЗов. — М.: ООО «За рулём», 2005, - 140 с.

2. *Koutny F.* Geometry and mechanics of pneumatic tires / *F.Koutny* - Zlin, CZĘ 2007, – 142 p.

3. *Погорелов А. И.* Дифференциальная геометрия. / *А.И. Погорелов* - М.: Наука, 1974, - 176 с.

4. *Голованов Н.Н.* Геометрическое моделирование. / *Н.Н. Голованов* - М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002, - 472 с.

УДК 514.18

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ПОВЕРХНІ У СИСТЕМІ SOLID WORKS

Кучеренко В.В., к.т.н.
Левада В.Р.
Мелітопольська школа прикладної геометрії
Мелітопольський державний педагогічний університет
ім. Б.Хмельницького (Україна, м. Мелітополь)

Анотація *– у статті розглядається можливість отримання навичок практичного моделювання динамічної поверхні студентами спеціалізації «Інформаційні технології проектування» (ІТП).*

Ключові слова *– динамічна поверхня, каркас поверхні, перетин, напрямна лінія.*

Постановка проблеми. Вивчення методів формування складних функціональних поверхонь є важливою складовою підготовки студентів інженерних спеціальностей.

Теоретичні знання, отримані студентами, повинні бути закріплені шляхом реального моделювання на лабораторних заняттях. Сучасне комп'ютерне та програмне забезпечення дає таку можливість.

Методику конструювання внутрішніх динамічних поверхонь (поверхонь, що направляють середовище [1]), студентам спеціальності ІТП пропонується вивчити в процесі моделювання поверхні каналу двигуна внутрішнього згорання, при виконанні курсової роботи з дисципліни «Геометричне моделювання у конструюванні інженерних об'єктів та систем».

Аналіз останніх досліджень. Задача проектування каркасів динамічних поверхонь, що обмежують вироби які взаємодіють із середовищем, розглянута в роботі [1].

Для оптимізації інженерно - технічних характеристик поверхні пропонується сполучення ліній каркаса з лініями струму - траєкторіями руху елементарної частки середовища, що рухається по поверхні.

Основна умова, що забезпечує динамічні якості поверхні - використання, при формуванні каркаса, кривих з монотонною зміною кривини.

В роботі [2] викладена методика конструювання поверхонь, що обмежують впускні та випускні канали двигунів внутрішнього згорання.

Вихідними даними при моделюванні поверхонь проточної частини каналів є:

- форма і площа вхідного та вихідного перетинів;
- положення і форма осі каналу;

- графік площ поперечних перетинів каналу.

У роботі [3] розроблена методика моделювання в системі Solid Works обводів першого порядку гладкості з монотонною зміною кривини дугами кіл.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка методики моделювання внутрішніх динамічних поверхонь у системі Solid Works.

Основна частина. Розглянемо формування динамічної поверхні в системі Solid Works на прикладі моделі проточної частини каналу, заданого наступними вихідними даними:

- осьова лінія являє собою плоский обвід з дуг кіл;
- вхідний перетин має форму прямокутника з округленими кутами, вихідний перетин - коло;
- графік зміни площ поперечних перетинів - прямолінійний.

В нашому прикладі каркас формується вхідним, вихідним і трьома проміжними перетинами й двома напрямними лініями.

Динамічні якості поверхні визначаються властивостями елементів каркаса.

Основним елементом, що зв'язує всі параметри поверхні каналу, є осьова лінія. На зниження втрат енергії потоку середовища в каналі сприятливий вплив робить монотонна зміна кривини уздовж осьової лінії.

Методика формування осьової лінії наведена в [3].

Головна вимога до проміжних поперечних перерізів - забезпечення плавної зміни форми перетинів від вхідного перетину до вихідного при дотриманні заданого графіка зміни їх площ уздовж осьової лінії.

Це завдання вирішене нами з використанням системи Solid Works і методика її рішення буде представлена в наступних публікаціях.

Напрямні лінії каркаса повинні збігатися з лініями струму середовища, що направляється поверхнею каналу.

Головна вимога до напрямних ліній - другий порядок гладкості й монотонна зміна значень кривини уздовж лінії.

1. Створюємо площини, перпендикулярні осьовий лінії й минаючі через точки, що відповідають положенню поперечних перетинів.

2. Для створення площини натискаємо кнопку

«Площина», що розташована на панелі інструментів «Довідкова геометрія». У вікні, що з'явилося, указуємо основні параметри створюваної площини: натискаємо кнопку – «Перпендикулярно кривій» і виділяємо відповідну точку на осі.

3. У створені площини копіюємо контури поперечних перетинів. Центри ваги перетинів, розташовуємо на осьовій лінії.

4. Для поліпшення динамічних якостей поверхні каналу формуємо напрямні лінії каркаса поверхні.

– Переходимо в 3D-ескіз (кнопка

«Тривимірний ескіз» на панелі «Ескіз») і на панелі «Об'єкти ескізу» вибираємо функцію «Сплайн».

– Створюємо два сплайна, що проходять через однойменні точки перетинів, наприклад через точки перетину поперечних перетинів каркаса меридіональною площиною симетрії поверхні каналу. Далі використаємо функції панелі «Інструменти сплайна».

– Відображаємо кривину сплайнів (кнопка «Відобразити кривину»).

– Корегуємо характер зміни значень кривини уздовж сплайнів. Для цього натискаємо кнопку «Додати елемент керування дотичності». За допомогою функцій вікна «Настроювання» домагаємося монотонності зміни кривини уздовж сплайнів.

Остаточно поверхня каналу формується в системі SolidWorks за допомогою функції

«Поверхня по перетинах», розташованої на панелі «Поверхня».

При цьому у вікні «Профілі», натисканням лівої клавіші миші на відповідному зображенні, послідовно вказуються всі перетини від вхідного до вихідного. У вікні «Напрямні криві» вказуються сформовані сплайни.

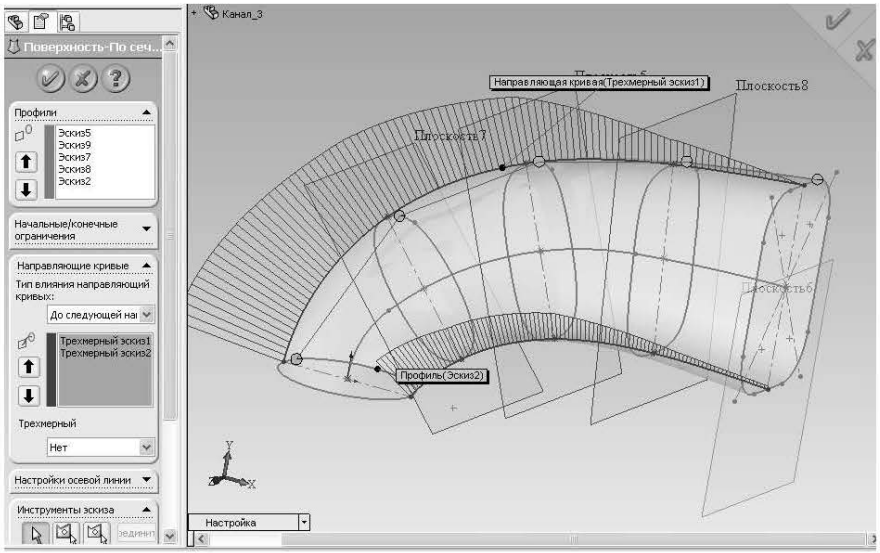


Рис. 1. Формування поверхні каналу в системі Solid Works. На екрані відбитий графік зміни кривини уздовж напрямних кривих

У міру виділення перетинів, формується зображення поверхні, що створюється, а перетини з'єднуються напрямною ламаною лінією (див. рис.1).

Чим точніше зазначена ламана лінія апроксимує лінію струму поверхні, тим більше гладким буде обвід, що формується.

Виділяючи перетини каркаса варто прагнути до того, щоб напрямна ламана перетинала перетини в однойменних точках профілів.

Висновки. Виконуючи за пропонованою методикою курсову роботу, студент одержує навички реального моделювання поверхні каналу в системі Solid Works. При цьому вивчаються способи регулювання параметрів, що визначають динамічні якості поверхні.

Освоєна методика може бути використана при моделюванні різних внутрішніх динамічних поверхонь.

Бібліографічний список

1. *Осипов В.А.* Машинные методы проектирования непрерывно-каркасных поверхностей. – М.: Машиностроение, 1979.–248 с.

2. *Драганов Б.Х., Круглов М.Г., Обухова В.С.* Конструирование впускных и выпускных каналов двигателей внутреннего сгорания. – К.: Вища школа, 1987. – 176 с.

3. *Гавриленко Є.А., Спірінцев В.В.* Моделювання плоских обводів у системі Solid Works. // Інформаційні технології в прикладній геометрії /Праці ТДАТУ - Вип. 5, Т. 2. - Мелітополь, 2008. - С. 63-66.

УДК 514.18

МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКИХ ОБВОДІВ У СИСТЕМІ SOLID WORKS

Лебедєв В.О., к.т.н.,
Животченко М.О.
Мелітопольська школа прикладної геометрії
Мелітопольський державний педагогічний університет
ім. Б.Хмельницького (Україна, м. Мелітополь)

***Анотація** – у статті розглядається можливість отримання навичок практичного моделювання обводів та використання інформаційних технологій студентами напряму підготовки «Інформатика».*

***Ключові слова** – обвід, параметричне число, порядок гладкості, дотична.*

Постановка проблеми. При вивченні дисципліни «Геометричне моделювання» студенти напряму підготовки «Інформатика» ознайомлюються з методами моделювання різних функціональних поверхонь.

Теоретичні знання, отримані студентами, повинні бути закріплені шляхом реального моделювання на лабораторних заняттях.

Сучасне комп'ютерне та програмне забезпечення дає можливість підвищення ефективності навчання.

Впровадження в навчальний процес систем автоматизованого проектування вимагає вивчення студентами відповідних методик моделювання геометричних об'єктів.

Аналіз останніх досліджень. При моделюванні складних криволінійних об'єктів можуть використовуватися обводи, сформовані з ділянок алгебраїчних кривих, складених із заданим порядком гладкості.

Існує ряд методів [3-6], що дозволяють моделювати такі обводи. Це метод кривих другого порядку, метод полюсів, метод кривих Безье, метод В-сплайнів, інші методи.

Найбільш простий шлях формування обводів довільної конфігурації - моделювання складовій кривій першого порядку гладкості, що складається з дуг кіл.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка методики моделювання обводів першого порядку гладкості дугами кіл у системі Solid Works.

Основна частина. Обвід, що формується, представлений координатами вузлів (фіксовані характеристики нульового порядку), положенням дотичних до обводу у вузлах (фіксовані характеристики

першого порядку), значеннями радіусів дуг кіл, що складають обвід і минаючих через вузлові точки.

Розглянемо методику формування ділянки обводу, обмеженого вузловими точками i та $i+1$ (рис. 1).

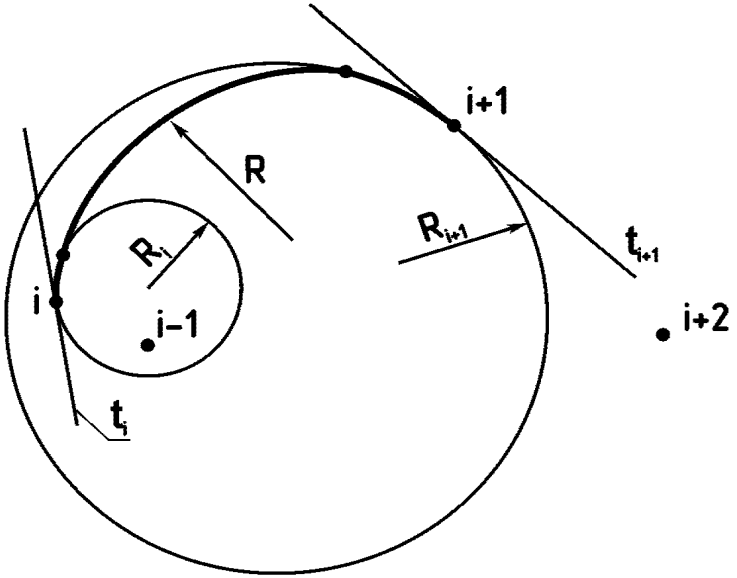


Рис. 1

1. Формування кіл, що визначають обвід у вузлових точках.

Параметричне число кола дорівнює трьом. Отже, необхідно визначити три незалежних параметри, що задають коло.

У графічній частині екрана створюємо довільне коло. Жоден з параметрів кола не зв'язаний. Захопивши коло курсором можливо переміщати коло і змінювати його радіус.

За допомогою функції «Додаткові взаємозв'язки» призначаємо параметри, що визначають коло: проходження через точку i та торкання із прямою t_i - дотичної до обводу, що формується.

У кола залишився не зв'язаним один параметр. Захопивши коло курсором можна міняти його розмір. При цьому коло торкається прямої t_i в точці i .Остаточно визначаємо коло, призначивши його радіус (R_i).

Коло, що відповідає точці $i+1$, формується аналогічно.

2. Формування обводу на ділянці $(i;i+1)$.

Побудова обводу з гладкістю порядку K можна здійснити за допомогою кривих, параметричні числа яких не менше $P=K+2$ [2].

Отже, за допомогою дуг кіл можливо сформувати обвід першого порядку гладкості (у точках стику дуги мають спільні дотичні).

У графічній частині екрана створюємо довільне коло. На створене коло накладаємо додаткові взаємозв'язки: торкання з колом, що проходить через точку i та колом, що проходить через точку $i+1$.

За рахунок одного параметра, що залишився незв'язаним, можна змінювати розміри та положення кола. При цьому зберігається дотичність з колами, що відповідають вузлам i та $i+1$.

Домігшись розташування кіл, що відповідає умовам задачі (наприклад: дуги трьох кіл між точками i та $i+1$ утворюють опуклу криву; точки сполучення дуг розташовуються між вузлами), фіксуємо радіус кола (R). Ділянка обводу сформована. Частини кіл, що не входять в обвід, відсікаються.

Аналогічно створивши інші ділянки, одержуємо гладкий обвід усього точкового ряду.

Висновки. Виконуючи за пропонованою методикою лабораторне завдання, студент отримує навички реального моделювання одномірних обводів у системі Solid Works. При цьому відпрацьовуються навички формування таких характеристик обводу як порядок фіксації, порядок гладкості, вивчається взаємозв'язок диференціальних характеристик обводу з параметричним числом дуг, що складають обвід.

Бібліографічний список

1. *Михайленко В.Є., Найдиш В.М., Підкоритов А.М., Скидан І.А.* Інженерна та комп'ютерна графіка. Київ: Вища школа, 2000 – 342.

2. *Котов И.И.* Графо-аналитические методы построения обводов. Труды Университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, том II, М, 1963, с. 37 – 45.

3. *Бабаков В.В.* О применении кривых 2-го порядка при проектировании и задании сложных поверхностей / В.В. Бабаков // Техн. эстетика. – 1966. – № 5. – С. 28–33; № 8. – С. 26–30; № 9. – С. 12–16, № 10. – С. 12–16.

4. *Гилой В.* Интерактивная машинная графика. Структура данных, алгоритмы, языки / В. Гилой. – М.: Мир, 1981. – 380 с.

5. *Корнейчук Н. П.* Сплайны в теории приближения / Н. П. Корнейчук. – М.: Наука, 1984. – 352 с.

6. *Березин И.С.* Методы вычислений / И.С. Березин, Н.П. Жидков. – М.: Физматгиз, 1962. – Т.1. – 464 с.

УДК 515.2:681.3

РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ МОДЕЛІ ДВИГУНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ

Лосєв Є. О.,
Юрчук В. П., професор
Кузнецов Ю. М., професор
Барановська Л. В., доцент
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 шпиць коліс машини, який характерний тим, що поверхнею робочих органів-ґрунтозачепів є гвинтова поверхня.*

***Ключові слова** – двигун сільськогосподарської машини, модернізація робочих органів-ґрунтозачепів, циклоїдальна форма, шпиці 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 спрощення конструкцій, зниження їх металоємності та енергоємності.

Аналіз останніх досліджень. Відомий в даний час пристрій для обробки ґрунту, що містить гусеничний обвід з шарнірно прикріпленими робочими органами, що виконують роль ґрунтозачепів. Але цей пристрій є досить складної конструкції і низької надійності та працездатності, з великою енергоємністю [1].

Формулювання цілей. Головним завданням даної конструктивної моделі є спрощення конструкції, збільшення надійності та продуктивності, зменшення енергоємності двигунів сільськогосподарських машин та інших ґрунтообробних пристроїв.

Основна частина. Двигун сільськогосподарської машини нової конструкції складається з обода (1) зі шпицями (4) і маточиною (2), яка сполучена з привідним валом (3) за допомогою штифта (або шліців) (5). До спиць (4) шарнірами (7) прикріплені робочі органи-ґрунтозачепи (6), що мають форму кінця циклоїди, утворену коченням кола радіусу R шпиці (4) з робочими органами-ґрунтозачепами, які розташовані з обох боків обода (1). Причому ліві шпиці зміщені відносно правих на кут 45^0 для того, щоб у

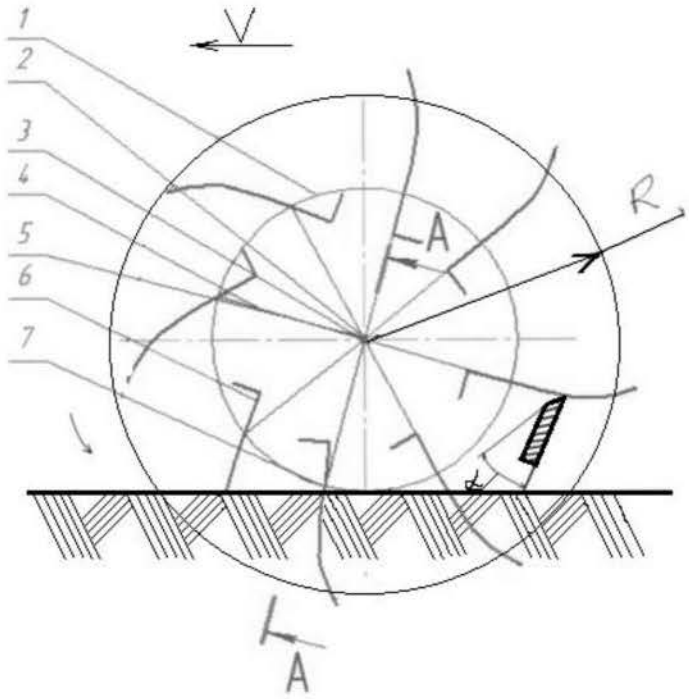
будь-якому положенні колеса хоч би один робочий орган-ґрунтозачеп знаходився в ґрунті, забезпечуючи зчеплення рушія з ґрунтом.

Робочі органи-ґрунтозачепи мають холості А і робочі В упори [2].

Двигун сільськогосподарської машини працює наступним чином.

При наданні крутного моменту від привідного валу (3) через маточину (2) засобами штифта (5) колесо рушія починає обертатися і котиться по поверхні ґрунту. Під час переходу верхньої точки обода черговим шарніром (7) робочий орган-ґрунтозачеп під дією ваги робочої частини машини провертається довкола шарніра до зіткнення холостого упору А з внутрішньою частиною обода (1). Довжина холостого упору А регулюється так, щоб при горизонтальному положенні шпиці (4) робочий орган-ґрунтозачеп (6) торкався робочим кінцем поверхні ґрунту і збігався з траєкторією циклоїди, утвореної центром шарніра (7).

При подальшому русі колеса робоча частина органу-ґрунтозачепа входить в ґрунт під дією сили ваги всього пристрою вцілому. Процес занурення робочого органу-ґрунтозачепа в ґрунт здійснюється від горизонтального положення відповідної шпиці (торкання) до вертикального положення (повне входження).



При зануренні в ґрунт робочий орган-ґрунтозачеп обертається в шарнірі (7), залишаючись як продовження циклоїди. Це дозволяє йому занурюватись в ґрунт виключно проколюючою дією. У вертикальному положенні шпиці (4), робочий упор В, торкаючись шпиці (4), припиняє обертання робочого органу-ґрунтозачепа довкола шарніра (7).

Подальший рух шпиці (4) і робочих органів-ґрунтозачепів (6) здійснюють як одна ланка, беручи участь в складному обертальному і поступальному русі. Цей рух, як і заглиблення, відбувається за чверть повороту колеса. При цьому в першій третині переважає обертальний рух, а в останній третині – поступальний. При обертальному русі робочі органи-ґрунтозачепи здійснюють копаючу дію на ґрунт, спушуючи його чи подрібнюючи [3].

Спрощення конструкції, зниження металоємності, енергоємності і забезпечення працездатності конструкції досягається тим, що рушій сільськогосподарських машин має робочі органи-ґрунтозачепи, що мають форму кінця циклоїди, яка утворена коченням радіусу R, рівного радіусу кола обода.

Виконання поверхонь робочих органів-ґрунтозачепів у вигляді гвинтових поверхонь дозволяє збільшити надійність та продуктивність, зменшити енергоємність двигунів сільськогосподарських машин.

Висновки

1.Таким чином розроблений механізм забезпечує спрощення конструкції, зниження металоємності, енергоємності і забезпечення працездатності конструкції.

2. Пристрій сконструйовано так, що хоча б один робочий орган-ґрунтозачеп забезпечував зчеплення з ґрунтом.

3. Гвинтова форма робочих поверхонь шпиць збільшує надійність та продуктивність двигунів сільськогосподарських машин даного типу.

Бібліографічний список

1. Патент RU №2064741, A 01 B 11/00, 15/00, 9/00
2. *Погорелый Л. В.* Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорелый, М.В. Татьянко – К. : Феникс, 2004. – 232 с.
3. *Анурьев В.И.* Справочник конструктора-машиностроителя. М.: Машиностроение, 1982. - Т. 1. - 736 с.

УДК 519.683

ПОБУДОВА ТРЕТЬОЇ ПРОЕКЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФІГУРИ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАВДАНЬ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ В СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМУВАННЯ DELPHI

Луданов Д.К., ст. викладач,
Котовський В.Й., д.т.н.,
Дідур І.В., студент,
Воробйов О.М., ст. викладач,
Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, Київ)

***Анотація** – в статті розглядається спосіб побудови в середовищі програмування Delphi третьої проекції геометричої фігури для застосування при розв'язанні завдань нарисної геометрії.*

***Ключові слова** – площина, проекція, Delphi, компонент, фігура обертання.*

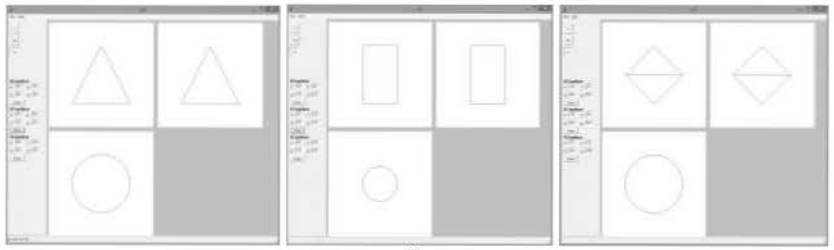
Постановка проблеми. Частиною розв'язання багатьох завдань нарисної геометрії є побудова третьої проекції геометричної фігури [1]. Зазвичай креслення в таких випадках виконуються вручну. Проте сучасні програмні засоби дозволяють виконувати автоматичну побудову цілого ряду геометричних об'єктів.

Формування мети статті (постановка завдання). Графічна побудова третьої проекції геометричної фігури є обов'язковою умовою розв'язання цілого спектру завдань нарисної геометрії. Метою даної статті є підтвердження того, що використання програми в проекті, створеному в середовищі програмування Delphi, дає змогу побудувати третю проекцію геометричної фігури [2].

Основна частина. Розглянемо завдання побудови третьої проекції геометричної фігури. Програма для побудови в середовищі Delphi може працювати в двох режимах:

1. Покрокове задання взаємо-відповідних простих об'єктів (лінія, еліпс (коло), прямокутник (квадрат)) на будь-яких двох площинах. На третій площині зображується відповідний об'єкт по двом заданим проекціям (рис. 1).

2. Задання повних видів простих об'єктів (фігур обертання) на двох площинах, на одній з який важливо задати основу фігури. По ним будується відповідна третя проекція.



а б в

Рис. 1. Прості об'єкти, треті проекції яких побудовані в Delphi:
а – конус; б – циліндр; в – подвійний конус

В програмі є три компоненти типу TImage, які виконують роль XZ, XY, YZ площин відповідно (рис. 2). Робота з кожною площиною поділяється на три процедури:

1. OnMouseDown працює з мишкою в двох режимах, clicked(True, False), де координати курсора в точках кліків є ключовими для всіх простих фігур: лінія, прямокутник, еліпс.
2. OnMouseMove також працює з мишкою в двох режимах, clicked(True, False) які встановлюються в OnMouseDown, коли clicked = True, ця процедура динамічно зображує вибрану фігуру відповідно до руху курсора.
3. ButtonClick працює з кнопкою, яка зчитує введені в відповідні TMaskEdit координати і зображує вибраний елемент.

Крок 1 Крок 2 Крок 3

Крок 4 Крок 5 Крок 6

Рис. 2. Покрокова побудова третьої проекції трикутника

В програмі для побудови третьої проекції наразі застосовуються такі три інструменти:

1. Пряма лінія: задається по двом точкам.
2. Прямокутник: задається по двом точках діагоналі.
3. Еліпс: в цього інструменту є три методи задання:
   3.1. По прямокутнику який описує еліпс.
   3.2. Коло по центру і радіусу.
   3.3. Еліпс по центру і двом радіусам. Цей варіант також потребує трьох кліків мишки. Під час задання другого радіусу також можна задати кут нахилу еліпса відносно осі абсцис.

Висновки. Розв'язання ряду завдань нарисної геометрії вимагає креслення третьої проекції геометричної фігури. Використання процедур та інструментів середовища програмування Delphi для графічного зображення об'єктів дає змогу створення спеціалізованих програм для побудови. В результаті, студенти отримують змогу автоматичної побудови третьої проекції геометричної фігури, що значно полегшує розв'язання поставленого геометричного завдання. В подальшому існуючу програму буде поліпшено, що зробить можливим роз'язання більшого спектру геометричних завдань, а саме: застосування при побудові осьових ліній, побудову третьої проекції складних деталей.

Бібліографічний список

1. Інженерна графіка. Збірник задач і методичні рекомендації до вивчення дисципліни для студентів хіміко-технологічного факультету. / Укладачі: *А. Є. Ізволенська, Д. К. Луданов, Г. С. Подима*, К.: НТУУ "КПІ", 2012. - 97 с.

2. *Осипов Д.* Графика в проектах Delphi. – СПб: Символ-Плюс, 2008. – 648с.: цв. ил.

УДК 621.874.7

ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАНІПУЛЯТОРА УНІВЕРСАЛЬНОГО РОБОТА РФ-202М ТА СТВОРЕННЯ НА ЙОГО БАЗІ АВТОМАТИЗОВАНОГО МОДУЛЯ ПОДАЧІ ЗАГОТОВОК

Лукавенко В.П., к.т.н .,
Богиня К.О., Глущенко В.М., студенти
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". (Україна, м. Київ)

Анотація – розглянуто питання відновлення працездатності пневматичного маніпулятора універсального робота РФ-202М та розробки бункерних пристроїв подачі заготовок в зону дії робота.

Ключові слова – робот, маніпулятор, керуючий пристрій, автоматизація, кліщовий захват, бункер, пневмоциліндр, електроклапан, ХАДО.

Постановка проблеми. Внаслідок зношення тертьових поверхонь робочих органів (поршень-циліндр) маніпулятора мали місце підвищені витрати стисненого повітря. За наявності не досить потужного компресора, це призводило до втрати працездатності робота в лабораторних умовах навчального закладу.

Аналіз останніх досліджень. З появою на автомобільному ринку продукції ХАДО розпочались суперечки відносно доцільності її застосування. Однозначно надати відповідь, як стверджують експерти [1] складно, оскільки системних незалежних наукових досліджень до нинішнього часу не проводилось. Але дещо на основі тривалого часу використання цієї продукції ентузіастами - власниками автотранспорту можна зробити. Дійсно присадки ХАДО мають ефект відновлення, оскільки включають у своєму складі ревіталізант, який здатен відновлювати поверхні тертя. На атомарному рівні, як стверджує реклама, заповнюються мікротріщини, після чого поверхня набуває меншої шорсткості, підвищується компресія в циліндрах. Позитивний ефект від використання присадок ХАДО на автомобілі ВАЗ 2105 спостерігав і автор цього матеріалу, зокрема, покращувалась компресія в циліндрах, зменшувався час розгону автомобіля, покращувалась стійкість роботи двигуна на малих обертах.

Постановка завдання. Доступними методами відновити працездатність маніпулятора робота, зменшити втрати на тертя в поступальних кінематичних парах поршень-циліндр, пневмоклапани робочих органів, а також створити пристрої подачі заготовок в зону дії маніпулятора.

Основна частина. Було здійснено обробку напівсинтетичним мастилом ХАДО 10W-40 з добавкою присадок ХАДО тертьових пар маніпулятора: поступальних кінематичних пар (поршень-циліндр, рис.1.) та пневмоклапанів керування з електромагнітним приводом, (рис.2.). Вказана обробка дозволила суттєво знизити втрати на тертя в поступальних кінематичних парах робота. Завдяки таким заходам вдалось відновити працездатність робота. З метою імітації технологічного процесу подачі заготовок виготовлені та змонтовані завантажувальні та накопичувальні пристрої бункерного типу для заготовок циліндричної форми.

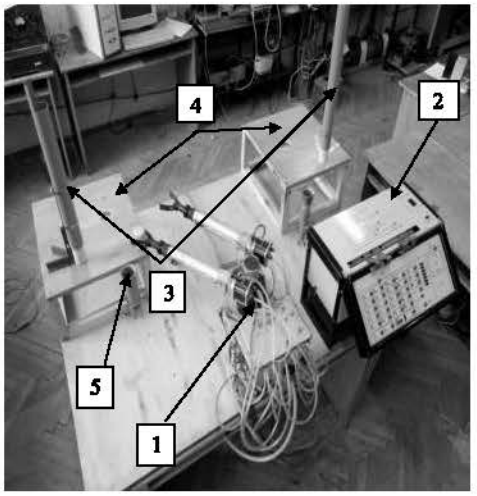


Рис.1. Робот РФ-202М

Автоматизований модуль подачі заготовок на базі промислового робота РФ-202м (рис.1) складається з маніпулятора (1), керуючого пристрою СУ-202м (2), завантажувальних бункерів заготовок (3), накопичувальних бункерів (4,5).

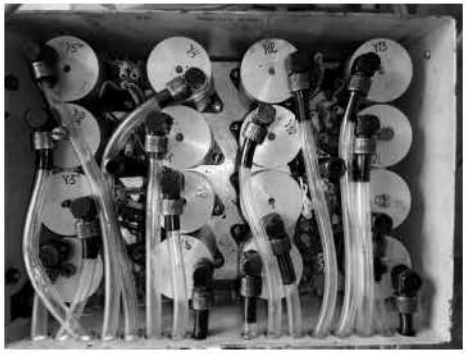


Рис.2. Блок електромагнітних клапанів керування маніпулятором

Маніпулятор робота РФ-202м - дворукий. Руки робота з допомогою кронштейнів закріплені на колоні, що опирається на станину робота. Станина робота закрита кожухом, під яким розміщені 2 пневмоциліндри, які повертають колону робота, а також електроклапани, що керують подачею стисненого повітря у всі пневмоциліндри. На кінцях рук закріплені захвати кліщового типу. Всі рухи робот виконує за рахунок енергії стисненого повітря від пневматичних виконавчих механізмів. Висування рук, підіймання колони, поворот колони, закриття захватів здійснюється від пневмоциліндрів з прямолінійним рухом поршня, а обертання рук від пневмодвигунів, вал яких здійснює неповно-поворотний обертальний рух.

Порядок програмування робота наступний:

1. Підготувати керуючий пристрій СУ 202 до роботи, для чого привести всі органи керування у вихідний стан (відтиснути кнопки). Перемикач «НОМЕР ПРОГРАММЫ» - перевести в нульове положення. Натиснути кнопку «КОНТР. БАТ». Перевірити наявність живлення по загоранню сигнальної лампочки.
2. Натиснути кнопку «ВКЛЮЧЕНИЕ ИНДИКАЦИИ».
3. Перемикачем «НОМЕР ПРОГРАММЫ» задати номер програми.
4. Натиснути кнопку «ВКЛЮЧЕНИЕ ИНДИКАЦИИ".
5. Натиснути кнопку «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ»
6. Вивести маніпулятор в початкову точку завантажувального бункера, використовуючи кнопки керування.
7. Записати координати початкової точки, для чого при натиснутій кнопці «НАЧАЛО ПРОГРАММЫ» натиснути і відпустити кнопку «ЗАПИСЬ»
8. В кінці програми маніпулятор необхідно повернути у вихідне положення. Записати цю точку, натиснувши і відпустивши кнопку «ЗАПИСЬ» при натиснутій кнопці «КОНЕЦ ПРОГРАММЫ».
9. За необхідності аналогічно набрати керуючі програми з іншими номерами і занести їх в модуль пам'яті.

Висновки.

1. Розроблена конструкція роботизованого модуля на базі пневматичного робота РФ-202М підтвердила свою працездатність.

2. Використання присадок ХАДО покращило експлуатаційні якості маніпулятора робота.

3. Виготовлений модуль надає можливість ставити і реалізовувати задачі по імітації технологічного процесу подачі циліндричних заготовок в необхідні накопичувальні пристрої.

Бібліографічний список

1. http://www.investtocar.ru/index.php?page=stat&id=prisadki_xado

2. *Жолобов А.А., Федоренко А.М., Казаков А.В.* Разработка цикловых систем управления технологическими роботами.

3. *Н.П. Курышкин А.Н. Трусов* ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА РФ-202М. Методические указания к лабораторной работе по программированию и управлению промышленными роботами для студентов специальности 210200 – Автоматизация технологических процессов и производств. Кемерово 2002.

УДК 621.313.17

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛЬМ З ЕЛЕКТРОМАГНІТОМ

Лукавенко В.П., к.т.н.,
Ковальчук Д.В., студ.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", (Україна, м. Київ)

Анотація - розглянуто питання модернізації лабораторного стенду дослідження колодкового гальма з електромагнітом та використання комп'ютерних технологій для дослідження його роботи. Для зібрання та обробки інформації було обрано середовище графічного програмування LabView.

Ключові слова - модернізація, лабораторний стенд, гальмо, електромагніт, комп'ютерні технології, індуктивний датчик, аналого-цифровий перетворювач.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день модернізація науково-технічної бази є необхідною мірою для підготовки сучасних фахівців, що неодмінно вимагає залучення комп'ютерних технологій. Виходячи з поставлених задач, для модернізації лабораторного стенду дослідження колодкового гальма з електромагнітом було обране середовище графічного програмування LabView, яке дозволяє забезпечити зібрання, обробку та її візуалізацію інформації датчиків механічних та електричних величин в режимі реального часу.

Аналіз останніх досліджень. Аналогічні дослідження проводились раніше з використанням пристроїв відображення, що не забезпечувало автоматизовану обробку отриманої інформації.

Постановка завдання. Поставлена задача виконати модернізацію стенда дослідження роботи гальм колодкового типу з електромагнітом силами студентів-дослідників кафедри прикладної механіки машинобудівного інституту НТУУ"КПІ".

Основна частина. Модернізація стенду дослідження гальма колодкового типу передбачала установку індуктивного датчика частоти обертання валу гальмівного шківа, а також застосування вимірювального трансформатора струму для запису осцилограми струму та сигналів датчика за час гальмування. Для перетворення аналогових сигналів датчиків до цифрової форми був застосований аналого-цифровий

перетворювача (АЦП) компанії «NATIONAL INSTRUMENTS» – USB-6008. Кінцевою метою роботи було зчитування сигналів з датчика частоти обертання індуктивного типу з виводом на екран у вигляді графіку та подальшою можливістю запису даних до таблиці для встановлення залежності зміни даних від режиму роботи стенду. Це було необхідним для проведення подальших розрахунків, що виконувались з метою порівняння теоретичного та експериментального часу гальмування валу установки з маховиком.

З метою аналізу пускових струмів привідного асинхронного двигуна було застосовано вимірювальний трансформатор струму та двонапівперіодний випрямляч з електричним фільтром.

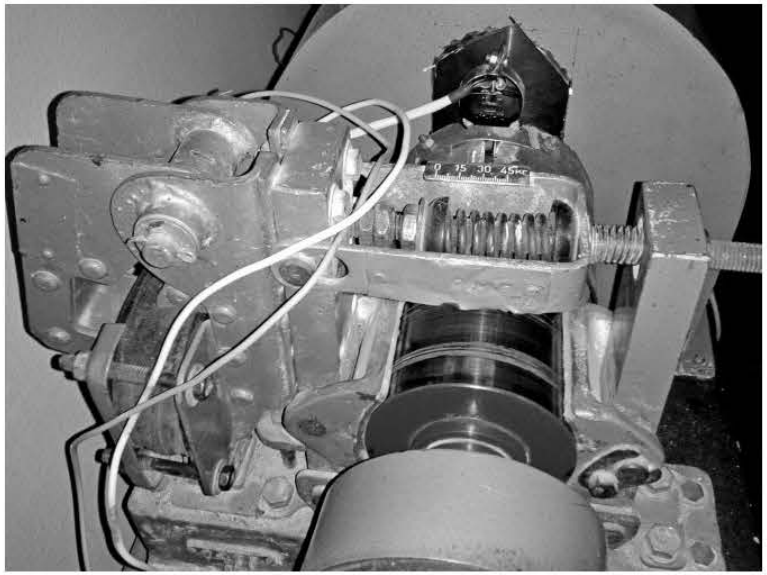


Рис.1. Гальмо колодкового типу з індуктивним датчиком

Проблемою розробки програм в середовищі LabView є те, що часто з оновленням версії програми в деяких підпрограмах змінюється природа логіки, оновлюється структура, що робить працюючі схеми складені в більш ранніх версіях не коректно працюючими чи й взагалі не працюючими попри логічно правильній структурі. Наведені випадки були нами виявлені в процесі виконання даної роботи. Для наочності представлено дві найпростіші підпрограми для зчитування сигналів з каналів використовуваних по цій роботі (рис. 2).

Наступна підпрограма з її відповідним інтерфейсом була створена для зчитування сигналу з його відображенням та підрахунком імпульсів.

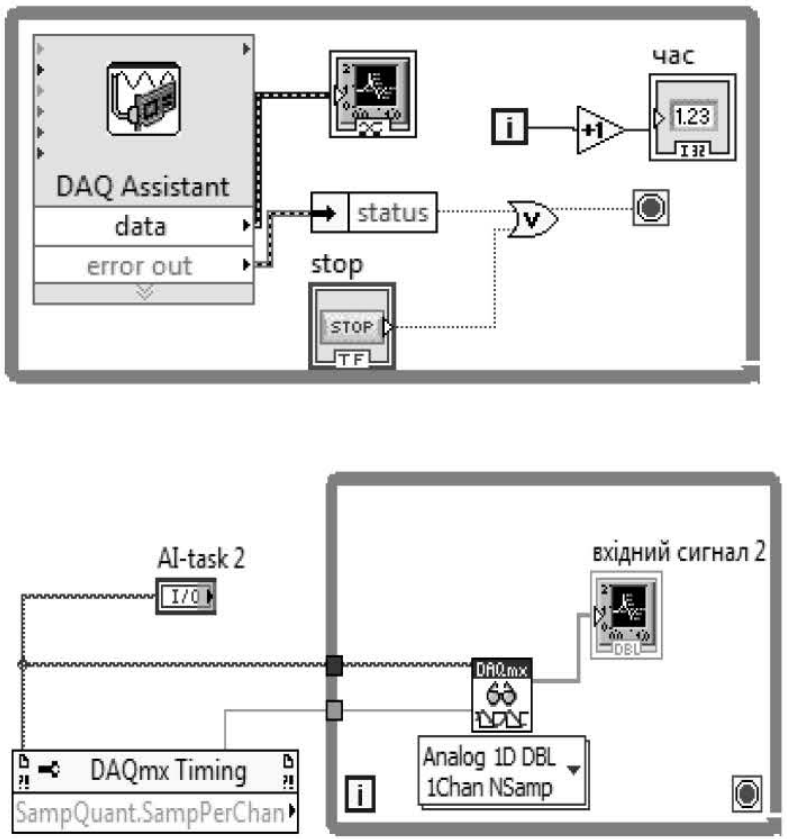


Рис.2. Підпрограми зчитування даних з двома варіантами реалізації задачі в структурних схемах

Зчитування відбувається за вказаним зразком [3]. Блок аналізу частоти створений синтезом декількох структур програм. В основі структура While Loop, аналіз реалізований синтезом структур For Loop та Case Structure, а зв'язок між цим задають регістри зсуву. В одному з використаних нами випадків регістри сумують загальну кількість обертів, а в іншому подають масив кількості імпульсів за секунду.

Розробник програмного забезпечення пропонує вбудовану підпрограму Counter - Count Edges.vi, яка має дещо подібне призначення проте водночас має несумісність у використанні з великим рядом АЦП. Для економії ресурсів ПК та більш швидкої роботи ВП було

мінімалізовано структуру та використано прості підпрограми для зчитування та обробки і подальшого виведення сигналу.

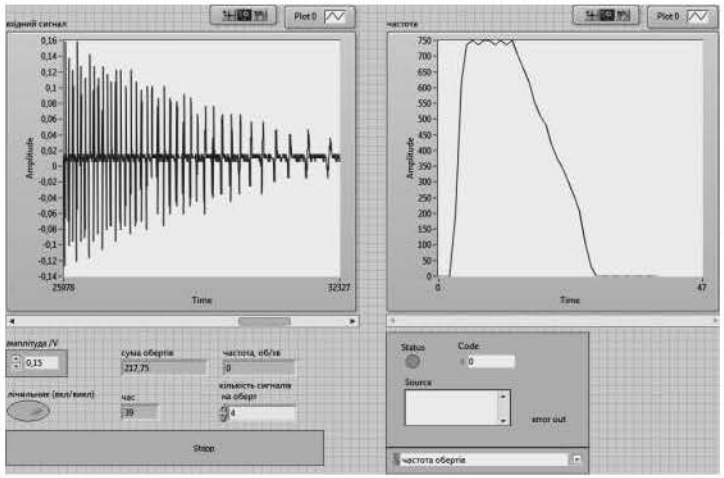


Рис.5. Графічний інтерфейс програми-лічильника кількості обертів.

Висновки:

1. Виконана модернізація лабораторної установки надає змогу виконувати дослідження гальмівного процесу із застосуванням комп'ютерних технологій.
2. Водночас виконана робота надає можливість додатково виконувати ще одну дослідницьку роботу з теорії механізмів і машин та електроприводу, а власне: визначення моменту інерції маховика методом вільного вибігу.
3. В ході виконаної роботи в середовищі графічного програмування LabView створено універсальні підпрограми, які забезпечують реєстрацію кутової координати валу установки і можуть бути в подальшому застосовані в роботі з іншими пристроями. Зокрема це лічильник імпульсів, що є необхідним в роботах, пов'язаних з необхідністю реєструвати кутову координату чи частоту обертання ротора.

Бібліографічний список

1. LabView 8.2: Справочник по функциям. – М.:ДМК Прес, 2007. – 536с.
2. http://www.ni.com/labview/
3. Руководство пользователя и технические характеристики USB-6008/6009

УДК 519.4 : 004

ЦИКЛІЧНІСТЬ ПРОЦЕСУ ЗАСВОЄННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТАМИ ТА ЙОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ РОЗРОБОК НАВЧАЛЬНИХ МЕТОДИК

Маркова О.В., к.т.н.
Національний університет водного господарства та природокористування
Півень Н.В., ст.викл.
Антонюк І., студент, ПБФ
Тимкович Г.І., к.т.н.
Національний технічний університет України "КПІ"

Анотація *- у статті наведено функціональну структуру діяльності студента, яка відображає реальні психологічні процеси у навчанні, а також вказує місце і вагу самостійної роботи.*

Ключові слова *– функціональна структура, самостійна робота, саморегульована система, циклічність, пізнавальна діяльність.*

Постановка проблеми. Для подальшої інтенсифікації процесу навчання, а також для створення більш життєздатного поєднання його з практичною діяльністю майбутніх фахівців за потрібне скласти модель процесу засвоєння знань та визначити питому вагу кожного з етапів.

Аналіз досліджень і публікацій. В педагогічній літературі наводяться декілька підходів до структуризації пізнавальної діяльності студента. Але недоліком є те, що вони не детермінують її, а значить не наближають до формалізації процесу.

Цілі тез. Метою цієї роботи є подальше дослідження резервів пізнавальної діяльності студентів і обґрунтування підвищення питомої ваги самостійної роботи, а також її місця у подальшій самоосвіті.

Основний матеріал дослідження. При навчанні повинна бути розкрита діяльність у потрібній області знань, а не викладатися сума готових її результатів. За кращу, в даному випадку слід визнати ту, яка більш повно враховує структуру розумових та практичних дій, а також забезпечує гарантоване засвоєння знань. Таким вимогам відповідає методика циклічного процесу засвоєння знань [1]. Апріорі можна припустити, що діяльність людини, яка бажає досягти наміченої цілі, доцільно описати замкненою функціональною схемою (рис.1), де З – задум дії; Д – виконання дії за задумом; Р – виділення результату дії; Е – еталонний результат; К – контроль (порівняння еталонного та отриманого результатів); ДГ – діагностика помилки (якщо вона присутня), з'ясування

причин з'явлення помилки; М – моделювання принципової основи подальших дій; П – прогнозування результатів різних варіантів нових дій; ПР – прийняття рішення, обрання оптимального варіанту; КФ – корегування первинного задуму або формування нового.

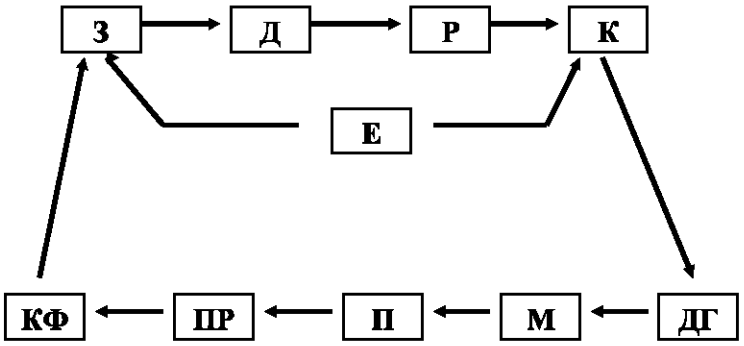


Рис.1. Замкнена функціональна схема діяльності студента.

Процес, який відображений у структурній схемі, є неперервний у просторі та часі і дуже швидкоплинний: так характеризується пізнавальна діяльність студента, зокрема. Важливим моментом у схемі є розбиття процесу на окремі етапи і з'ясування зв'язків між ними. Після цього таку схему можна вважати закінченою саморегульованою системою. Функціональна структура діяльності, з одного боку, з достатньою вірогідністю відображає реальні психологічні процеси, з іншого – детермінує їх, що відкриває шлях для формалізації та моделювання цих процесів і, в свою чергу, підводить до автоматизації управління пізнавальною діяльністю людини. Практичній реалізації наведеної структури перешкоджають дві вагомі причини. Перша - вихід з циклічного процесу (факт гарантованого засвоєння матеріалу) можливий на етапі контролю, коли співпадають еталонний результат (Е) та результат дії (Р). Еталонний результат – це теж продукт діяльності, тобто при зміні її якості змінюється і еталонний результат. Отже результати повністю ніколи не співпадають (або це може відбутися теоретично і в нескінченності). Друга - полягає в тому, що кожен з етапів структури – це також діяльність, отже вона розвивається по тій самій циклічній структурі, а кожен з етапів структури внутрішнього рівня – це теж цикл етапів і т.д. З точки зору теорії пізнання наведена циклічна особливість підтверджує життєздатність основ структури, яку запропоновано Ржецьким М.М.. З точки зору практичної реалізації методики циклічного засвоєння знань у навчанні,

коли навчальний процес обмежений у часі, це стає суттєвим недоліком, тому що нескінченність процесу в такому випадку неможливий. Тобто, схема методики навчання повинна відрізнятися від наведеної структури діяльності таким чином, щоб невизначеність типу «нескінченність» була знята.

Процес навчання для студента зводиться до розв'язання великої кількості конкретних задач, на які, частіше за все, відповіді відомі (ми не розглядаємо випадок студентської науково-дослідної роботи, хоча і в такому випадку результат є відомим, в першу чергу, керівнику). Таким чином, якщо рахувати еталонним результатом вірну відповідь, тоді можна стверджувати, що при розв'язанні конкретної задачі еталонним результатом є величина фіксована і виходить не від задуму, а зовні. При розв'язанні обчислювальних задач часто з'являються помилки механічного характеру, які не залежать від прийнятого задуму розв'язання задачі. Такі помилки повинні бути виправлені на етапі «діагностика». Для цього цей етап повинен бути зв'язаний з етапом «контроль» та з етапом «дія», а потім вже з етапом «моделювання нової принципової основи дій» (рис.2).

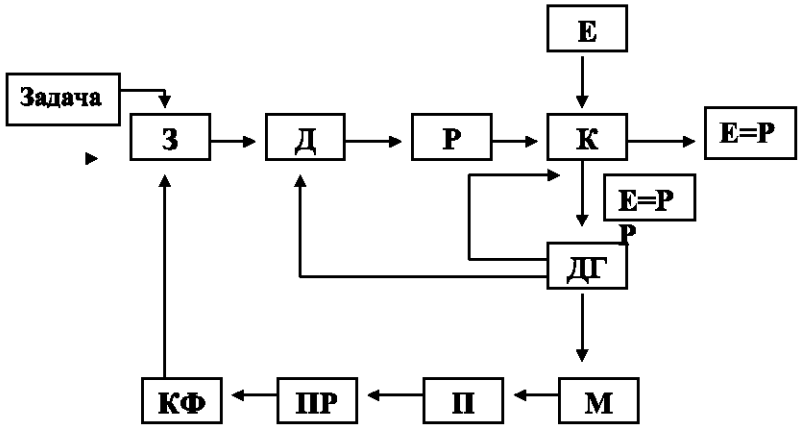


Рис.2. Структура діяльності, як формальне виконання етапів.

Визначимо задачу навчання, як формування у студента здатності до такої діяльності, яка забезпечує при розв'язанні конкретної задачі самостійне отримання фіксованого еталонного результату (розуміється гарантоване засвоєння) за скінченний час і з найменшими витратами. Тоді, у відповідності до задачі та схемі навчання процес розв'язання задачі організується таким чином, що окрім особистого розв'язання і в залежності від значень проміжних результатів на кожному з циклів (на етапах: «моделювання», «прогнозування», «прийняття рішення»), виникає необхідність свідомо обирати оптимальний шлях подальших дій. Якщо

студент робить вибір самостійно, скоріш за все він обере той шлях, який йому більш зрозумілий, а отже буде вимагати від нього найменших зусиль. Навіть обрання невірного шляху відіграє у даному випадку пізнавальну роль, так як з часом він виробить навичку орієнтуватися не на відгадування або підказку, а на поняття. Для наведеної структури діяльності характерним є те, що вона забезпечує отримання вірного результату. За корисність такого ствердження говорить наступне: 1) структура діяльності організує дії студента, планує та розвиває їх таким чином, що виключає можливість безвихідного положення; 2) структура діяльності постійно акцентує увагу студента на вірне розуміння умови задачі, на вірне виконання практичних дій, без чого неможливий шлях формування нового задуму; 3) неперервність послідовності етапів структури діяльності обов'язково приводить студента до проблемної ситуації і таким чином сприяє активності дій та роботі пам'яті; 4) багаторазове виконання циклів систематизує діяльність студента і він напрацьовує стійкий стереотип дій, які необхідні для самостійного розв'язання практичних задач. При складанні програм для конкретного предмету навчання можна врахувати і деякі особливості учбової дисципліни, що, в свою чергу, наблизить структуру діяльності до природних умов.

Висновки. Наведена функціональна структура діяльності, з одного боку, з достатньою імовірністю відображає реальні психологічні процеси, з другого – детермінує їх, що відкриває шлях для моделювання та формалізації цих процесів і, нарешті, для автоматизації управління пізнавальною діяльністю людини.

Бібліографічний список

1. *Ржецкий Н.Н.* Методика подготовки лекций по научно-технической пропаганде. – К.: «Знання», 1994. –146 с.

ON REALIZATION OF CYCLE PROCESS METHODS OF ACQUIRING KNOWLEDGE IN INSTRUCTION

O.V. Markova,
N.V. Piven,
I. Antonuyk,
G. Tumkovich,

Summaru

The paper deals with an approach to forming aim-directid actions of a student at solving training calculation tasks. The basis of step-by-step structure of activity is suggested by N. Rzhetsky. The peculiarity of the recommended structure is fixing the model result and consideration of formal carrying out of steps which guarantees the possibility to program the activity of a student. An example is given of practical application of the suggested programme.

УДК 515. 2

МОДЕЛЮВАННЯ ТОРСОВИХ ПОВЕРХОНЬ ЗМІННОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Маркова О.В., к.т.н.
Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне
Надкернична Т.М., ст..викладач,
Півень Н.В., ст.. викладач,
Тимкович Г.І., к.т.н.
Національний технічний університет України "КПІ"

Анотація *- в статті наведено теоретичні розробки питання формування кусків поверхонь змінної геометрії, як торсових щодо подальшого узагальнення їх конструктивних способів реалізації*

Ключові слова *– торсова поверхня, моделювання, змінна геометрія поверхонь, куски поверхонь*

Постановка проблеми. Для подальшої інтенсифікації процесу проектування об'єктів складної змінної геометрії та використання при цьому віртуального моделювання комп'ютерними засобами є актуальним виявити закони формалізації геометрично складних поверхонь, які мають у своєму складі куски торсових поверхонь змінної геометрії.

Аналіз досліджень і публікацій. В попередніх публікаціях [1,2] зроблені узагальнення щодо конструктивних особливостей одиничного опалубного елементу зі змінною геометрією, які полягають в тому, що форма його серединної лінії утворюється за рахунок з'єднання з напуском двох половин елементу. Пружні властивості такого пристосування такі, що при накладанні на довільну гладку поверхню його серединна лінія (границя між двома половинами, які з'єднані внапуск) зазнає згину у напрямі нормалі до поверхні і не зазнає згину у напрямі своєї бінормалі. Напрямки нормалей серединних ліній самого штабу та оболонки збігаються між собою.

Цілі тез. Задача побудови торсової поверхні по двох заданих направляючих без використання ребра звороту – одна із найскладніших в прикладній геометрії поверхонь.

Основний матеріал досліджень. Розглянемо постановку задачі формування математичної моделі об'єкту змінної геометрії. Нехай в області S зміни змінних x і z правої декартової системи координат заданий відсік поверхні Q, однозначно визначений відносно S. В інженерному варіанті поверхня Q звичайно задається дискретним каркасом перерізів $l_i, i = 1,...,n$, що лежать в паралельних площинах α_i, що мають прив'язку по осі oz.

В площинах α_i криві l_i описуються дискретним набором точок $P_i, j(x_i, j; y_i, j), i = 1,...,n; j = 1,...,m.$

Для забезпечення найбільшої точності розгортки, необхідно побудувати таку поверхню Φ , що розгортається , яка б найкращим чином наближала б каркасну поверхню Q в області S. Критерієм найкращого наближення можна вибрати функціонал $\omega(\Phi)$, що визначає об'єм тіла, обмеженого поверхнями Q і Φ і циліндричною поверхнею, заданою на границі області S. Поверхня, що надає мінімум функціоналу $\omega(\Phi)$ і буде шуканою.

Пропонується поверхню Φ, що розгортається, попередньо шукати у вигляді дискретного каркасу прямокутної твірної $T_j \subset \Phi$, аналітично описуючи лише криві l_i. Вплив на його точки здійснюється за допомогою керуючих точок каркасу (КТК). Такий підхід дозволяє значно спростити критерій найкращого наближення $\omega(\Phi)$, мінімізуючи суму квадратів відстаней від T_j прямолінійної твірної торса до кожної з ліній l_i :

$$\omega(T_j) = \sum_{j=1}^{m}\sum_{i=2}^{n}(\Delta_{i,j})^2,$$

де n- кількість заданих перерізів, $\Delta_{i,j}$- відстань від $T_j \subset \Phi$ до $l_i \subset Q$, виміряна у площині α_i інцидентної лінії l_i за вертикальним напрямком. Крім того, на практиці така задача повинна бути розв'язана не лише як екстремальна, а як задача оптимізації, оскільки при обранні конкретного виду геометрії зміни поверхні потрібне виконання заданої точності апроксимації при створені заданої поверхні, а також виконання $\Delta_{i,j} \le \Delta$ та ряду диференціально–геометричних умов R_s, що накладаються на поверхню Φ.

Параметри направляючих кривих (торса) повністю визначають форму поверхні, що конструюється. Це дозволяє обрати їх у якості параметрів оптимізації. Для виявлення вигляду умов R_s необхідне проведення спеціальних досліджень диференціально-геометричних властивостей торсових поверхонь.

Коли направляючі криві належать паралельним площинам, як в даному випадку, дотичні у відповідних точках є паралельними.

Це дає можливість встановити відповідність між точками направляючих кривих, прирівнюючи перші похідні, тобто кутові коефіцієнти дотичних

$$y_1'(t_1) = y_2'(t_2) \qquad (1)$$

Розв'язок цього рівняння відносно t_1 і t_2 визначають відповідні точки на направляючих кривих.

Якщо розв'язання рівняння (1) є лінійним, то між точками направляючих кривих встановлюється взаємно-однозначна відповідність, що є гомотетією.

Така відповідність говорить про те, що точки кривих направляючих належать конічній (циліндричній) поверхні.

Для розробки алгоритму конструювання поверхні змінної геометрії на різноманітних за формою шанах необхідно дослідити властивості торсової поверхні, побудованої на двох направляючих, що лежать у паралельних площинах і в площинах, що перетинаються, а також принципову можливість її побудови.

Торсова поверхня загального вигляду може бути побудована тільки на кривих, для яких співвідношення координат відповідних точок не є лінійним.

Кількість таких ділянок для випадку, коли y_1, y_2- алгебраїчні функції, можна визначити аналізуючи рівняння $y_1'(t_1) = y_2'(t_2)$

Так, степені виразів $y_1'(t_1)$ і $y_2'(t_2)$ визначає число точок з взаємно паралельними дотичними на першій і другій направляючих відповідно.

Якщо c_1, c_2- степені лівої і правої частини рівняння (1), тобто число точок з взаємно паралельними дотичними направляючих z_1, z_2 відповідно, то кожна з c_1 дотичних направляючої z_1 з паралельними їй дотичними направляючої z_2 утворює c_2 дотичних площин, а загальне число N дотичних площин, а отже, і торсових поверхонь, визначається наступним чином: $N = c_1 \cdot c_2$

Так, наприклад, якщо торсова поверхня будується на кубічних параболах з рівняннями $y_1(t_1) = \sum_{c=0}^{3} A_c \cdot t_1^c$ і $y_2(t_2) = \sum_{c=0}^{3} a_c \cdot t_2^c$, рівняння при цьому матиме вигляд $\sum_{c=1}^{3} CA_c t_1^{c-1} = \sum_{c=0}^{3} ca_c \cdot t_2^{c-1}$. Точки з однаково орієнтованими дотичними інцидентні лініям рівня R. Число ділянок поверхні дорівнює 4-м.

Рівняння конгруенції прямих запишеться у наступному вигляді [1] :

$$\frac{x - t_1}{t_2 - t_1} = \frac{y - y_1(t_1)}{y_2(t_2) - y_1(t_1)} = \frac{z}{R}, \text{ де}$$

R- відстань між площинами направляючих кривих. Розв'язуючи $y_1'(t_1) = y_2'(t_2)$ відносно t_2 отримаємо $t_2 = f[y_1'(t_1)]$ підставляючи цей вираз у рівняння конгруенції прямих, отримаємо рівняння одно параметричної множини твірних торсової поверхні, заданої кривими $y_1(t_1)$ і $y_2(t_2)$ в проекціях на Декартові площини координат xoz і yoz $\frac{x - t_1}{f[y_1'(t_1)] - t_1} = \frac{z}{R}$;

$$\frac{y-y_1(t_1)}{y_2\{f[y_1'(t_1)]\}-y_1(t_1)}=\frac{z}{R}.$$ Ребро звороту визначається як обвідна прямолінійних твірних.

Для визначення горизонтальної проекції обвідної [1] продиференціюємо рівняння горизонтальної проекції твірних по t_1 і запишемо його спільно з вихідним рівнянням одною системою:

$$\begin{cases} Rx - Rt_1 - zf[y_1'(t_1)] + zt_1 = 0 \\ 0 - R - z\dfrac{df[y_1'(t_1)]}{dt_1} + z = 0 \end{cases}$$

Розв'яжемо систему та знайдемо: $$x = t_1 - \frac{t_1 - f[y_1'(t_1)]}{Д}.$$ (2)

Якщо замінити $\frac{z}{R}=\frac{1}{Д}$ або $z=\frac{R}{Д}$, де $Д = 1-\frac{df}{dy_1'(t_1)}y_1''(t_1)$ отримаємо рівняння проекції обвідної (на площині yoz):

$$y = y_1(t_1) + \frac{y_2\{f[y_1'(t_1)]\}-y_1(t_1)}{Д}$$ (3)

Вирази (2), (3) представляють собою рівняння ребра звороту з напрямком y_1, y_2. $Д$ можна представити як: $Д = \frac{y_2''(t_2)-y_1''(t_1)}{y_2''(t_2)}$

Нехай направляючі z_1 і z_2 задані дискретно. Крива z_1 визначається на відрізку $[a_1 b_1]$ дійсної осі t_1; де у вузлах сітки $a_1 = t_{1,1} < t_{1,2}..., t_{2,n} < b_1$ задані значення функції $y_1 = y_1(t_1)$, визначеної на $[a_1 b_1]$.

Крива z_2 визначена на відрізку $[a_2 b_2]$ осі t_2, де у вузлах сітки $a_2 = t_{2,1} < t_{2,2}..., t_{2,n} < b_2$ задані значення функції $y_2 = y_2(t_2)$.

Для дослідження кривих, заданих у дискретній формі умова така: подальший аналітичний опис буде здійснюватись неперервними диференційованими функціями, що мають в інтервалі (t_i, t_{i+1}) монотонно-спадаючу або монотонно-зростаючу другу похідну.

Перші похідні, тобто кутові коефіцієнти дотичних в заданих вузлах можуть бути наближено визначені методом кінцевих різниць. Будемо вважати, що функції $y_1(t_1)$ і $y_2(t_2)$ визначені на рівномірних сітках. Тоді наближене значення кутових коефіцієнтів дотичних у всіх вузлових точках, окрім крайніх, виразяться так:

Для z_1 $$k_{1,j} = \frac{y_{1,j+1} - y_{1,j-1}}{2\Delta t_1},$$

для z_2 $$k_{2,j} = \frac{y_{2,j+1} - y_{2,j-1}}{2\Delta t_2},$$

де $\Delta t_1 = t_{1,j+1} - t_{1,j}$; $\Delta t_2 = t_{2,j+1} - t_{2,j}$, j = 1,...,n.

Принципова можливість побудови торсової поверхні на напрямних, заданих дискретно існує, якщо для кожної точки першої напрямної з кутовим коефіцієнтом дотичної $k_{1,j}$ на другій напрямній знайдеться ділянка з кутовими коефіцієнтами дотичних в опорних точках $k_{2,j}$ і $k_{2,j+1}$ така, що $k_{2,j} \le k_{1,j} \le k_{2,j+1}$ і обернено, для кожної точки другої напрямної знайдеться така ділянка першої напрямної, що $k_{1,j} \le k_{2,j} \le k_{1,j+1}$.

Для визначення кутових коефіцієнтів дотичних в крайніх точках необхідно задати додаткові початкові точки $a_{1,0}$ і $a_{2,0}$. Якщо кутові коефіцієнти дотичних в крайніх точках $k_{1,1}$ і $k_{2,1}$ виявляться рівними $k_{1,1} = k_{2,1}$, торсова поверхня буде обмежена твірними, що проходять через крайні точки.

Якщо ж кутові коефіцієнти дотичних в крайніх точках кривих не однакові, тобто $k_{1,1} \neq k_{2,1}$ то одна з напрямних повинна бути продовжена шляхом завдання додаткових крайніх точок, таким чином, щоб дотичні в крайніх точках стали паралельними.

Якщо співвідношення кривини міняється вздовж напрямних кривих, то ребро звороту має розрив. Такі точки зламу ребра звороту також можуть бути наближено виявлені і на стадії дискретного завдання напрямних. Такими є відповідні точки t_1 і t_2, в яких другі похідні однакові. Такі точки можуть бути виявлені на графіках других похідних напрямних, які можуть бути побудовані за значеннями других похідних в заданих вузлах напрямних кривих, обчислених за допомогою кінцевих різниць за співвідношенням:

$$r_{i,j} = \frac{y_{i,j+2} - 2y_{i,j} + y_{i,j-1}}{\Delta t_i^2}.$$

Висновки. Наведений аналіз дозволяє на стадії дискретного задавання напрямних встановити принципову можливість побудови торсової поверхні, встановити положення її ребра звороту, а також точки розриву ребра звороту. Після аналізу наступним кроком є залучення методів конструювання кусків поверхонь змінної геометрії взагалі та вибір конкретної конструкцій керуючих точок каркасу.

Бібліографічний список

1. *Кривошапко С.Н.* Торсовые поверхности и оболочки. – М.: Изд. УДН, 1991. – 286 с.

2. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. - М.: Наука, 1994. – 832 с.

УДК 66.021.4:[66-97:66.012.1]

КОНТАКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ТЕПЛОМАССООБМЕННЫХ КОЛОННЫХ АППАРАТОВ РЕГУЛИРУЕМОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

И.О. Микулёнок, д.т.н.,
Н.Е. Воронцов, магистр
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (Украина, г. Киев)

Аннотация *– предложены конструкции тарелки и насадочного элемента тепломассообменных аппаратов, обеспечивающие изменение их удельной поверхности в зависимости от температуры взаимодействующих фаз. Контактные элементы изготавливаются из магнитного материала с температурой фазового перехода II рода (точкой Кюри), соответствующей критической температуре прохождения технологического процесса, при достижении которой их удельная поверхность изменяется.*

Ключевые слова *– химические производства, массообменные колонны, контактные элементы, температура, стабилизация.*

Постановка проблемы. Обеспечение эффективной работы технологического оборудования химических производств, и в первую очередь тепломассообменного, является достаточно важной задачей, от решения которой зависит качество получаемой продукции.

Анализ последних исследований. Одной из проблем, возникающих при эксплуатации абсорбционных аппаратов, является возможное повышение температуры абсорбента вследствие выделяющейся теплоты абсорбции. При этом эффективность массообменного процесса вследствие снижения движущей силы процесса существенно снижается. Для восстановления необходимой эффективности предложено увеличивать удельную поверхность взаимодействующих фаз при достижении ими определённой (критической) температуры [1].

Постановка задачи. Цель проведенных авторами исследований – разработка новых конструкций контактных устройств тепломассообменных аппаратов, режим работы которых обеспечивается непосредственно температурой взаимодействующих в них фаз.

Основная часть. Разработана конструкция насадки тепломассообменного аппарата [2], которая в зависимости от температурного режима способна изменять удельную поверхность. Она содержит оболочку в виде круглого прямого цилиндра с двумя открытыми основаниями и размещённый внутри неё, по меньшей мере, один продольный элемент, шарнирно закрепленный на оболочке и выполненный в виде сектора цилиндрической трубки, внешний радиус которой соответствует внутреннему радиусу оболочки, а также снабжённый ограничителем поворота и пружиной для отжима его внутрь оболочки. При этом оболочка или каждый из продольных элементов выполнены в виде постоянного магнита, а каждый из продольных элементов или оболочка – из ферромагнитного материала с точкой Кюри, соответствующей температуре наступления критического режима проведения тепломассообменного процесса, который предусматривает потребность в увеличении поверхности массообмена (рис. 1).

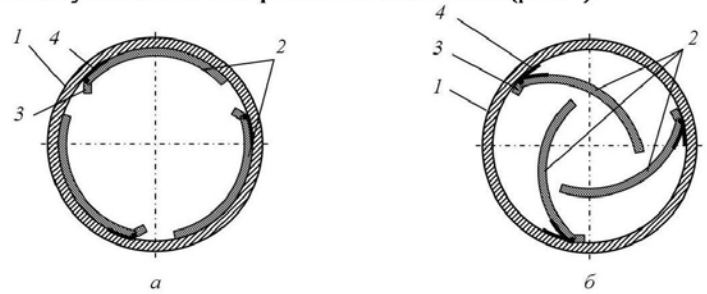


Рис. 1. Насадка тепломассообменного аппарата [2]: *а* – поперечное сечение насадки при температуре ниже точки Кюри; *б* – то же, при температуре выше точки Кюри; *1* – оболочка; *2* – продольные элементы; *3* – ограничитель поворота; *4* – пружина

В случае использования насадки в аппарате продольные элементы благодаря магнитным свойствам притягиваются к оболочке, и потому контакт фаз в объёме насадки осуществляется на внешней поверхности оболочки и на внутренней поверхности продольных элементов. В случае возрастания температуры в аппарате, например абсорбционном, теплота абсорбции приводит к повышению температуры абсорбента, и коэффициент массопередачи в объёме насадки снижается. Для восстановления эффективности насадки необходимо увеличить её удельную поверхность, что происходит автоматически. Так, в случае достижения фазами температуры, которая равняется точке Кюри материала оболочки или продольных элементов, соответствующая конструктивная составляющая насадки теряет магнитные свойства и под действием пружин продольные элементы отходят от внутренней поверхности оболочки (элементы «раскрываются»), что увеличивает удельную поверхность насадки. В случае снижения температуры до точки Кюри насадка принимает своё исходное состояние (продольные элементы «прижаты» к внутренней поверхности оболочки).

Кроме насадки также предложена тарелка массообменной колоны [3], точнее клапан клапанной тарелки, содержащий снабжённый пластинчатыми направляющими с ограничителями его подъёма относительно полотна тарелки диск, при этом в диске выполнено отверстие с расположенным над ним дополнительным диском с ограничителями его подъёма относительно диска. Диск или дополнительный диск выполнен в виде постоянного магнита, а дополнительный диск или диск – из ферромагнитного материала с точкой Кюри, соответствующей температуре наступления критического режима проведения процесса, что предполагает необходимость увеличения проходного сечения клапана для повышения эффективности работы тарелки (рис. 2).

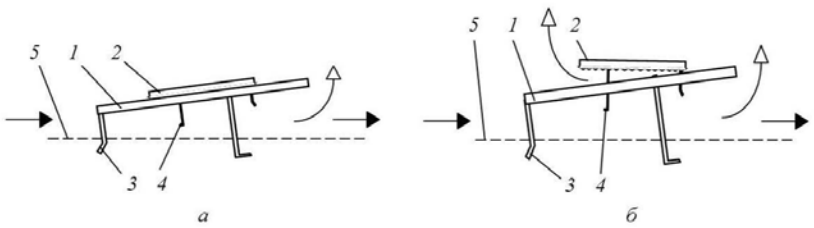


Рис. 2. Клапан тарелки тепломассообменной колоны [3]: *а* – основной режим работы клапана; *б* – нагруженный режим работы клапана; *1, 2* – основной и дополнительный диски; *3, 4* – ограничители подъёма дисков; *5* – полотно тарелки

Во время работы аппарата дополнительный диск клапана благодаря магнитным свойствам притягивает к диску, вследствие чего лёгкая фаза проходит лишь через зазор между диском и полотном тарелки. В случае повышения температуры в абсорбционном аппарате коэффициент массопередачи процесса снижается. Для восстановления эффективности работы тарелки необходимо увеличить площадь поверхности контакта фаз, что происходит автоматически. Так, в случае достижения фазами температуры, равной точке Кюри материала диска или дополнительного диска, соответствующая конструктивная составляющая клапана теряет магнитные свойства и под действием давления лёгкой фазы дополнительный диск поднимается над поверхностью диска, обеспечивая дополнительный выход лёгкой фазы в зазор между диском и дополнительным диском. В случае снижения температуры до величины точки Кюри клапан принимает свой исходное состояние (дополнительный диск под действием сил магнитного поля и силы тяжести будет плотно прилегать к поверхности диска).

Выводы. Недостаток предложенных конструкций – возможность их использования лишь для определённого технологического процесса. При изменении же критической температуры процесса необходимо заменять соответствующий конструктивные составляющие контактных элементов, изготовленные из материала, имеющего соответствующую точку Кюри.

Библиографический список

1. *Мікульонок І. О.* Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології : підручник / І. О. Мікульонок. — К.: НТУУ «КПІ», 2014. — 337 с.

2. *Пат. № 97233 U Україна*, МПК B01J 19/30. Насадка тепломассообмінного апарата / І.О. Мікульонок; заявник і патентовласник Нац. техніч. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». — № u2014 07640; заявл. 07.07.2014; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5.

3. *Пат. № 97232 U Україна*, МПК B01D 3/20. Клапан клапанної тарілки массообмінної колонни / І.О. Мікульонок; заявник і патентовласник Нац. техніч. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». — № u2014 07639; заявл. 07.07.2014; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5.

УДК 66.021.4:[66-97:66.012.1]

РОЗВЯЗАННЯ ЗАДАЧ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ МЕТОДОМ ЗАМІНИ ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНСТРУМЕНТІВ AUTOCAD

Надкернична Т. М., старший викладач
Лебедєва О. О., старший викладач
Старченко А. І., студентка
Бутко А. В., студент
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (Украина, м. Киев)

Анотація *- розглядаються можливості застосування інструментів параметризації AutoCAD для розв'язання задач з нарисної геометрії.*

Ключові слова *– нарисна геометрія, метод заміни площин проекцій, координати, центр кола, площа, периметр, комп'ютерна графіка, залежність, параметризація.*

Постановка проблеми. Розвиток техніки і технологій потребує створення гнучкого поєднання традиційних та новітніх технологій в навчальному процесі. Тому розглянута можливість поєднання знань по нарисної геометрії та комп'ютерної графіки для рішення задач методом заміни площин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання застосування методу заміни площин розглядається в усіх підручниках з нарисної геометрії (1, 2). Даються загальні методичні рекомендації до розв'язування задач.

Мета та завдання статті. Дана робота ставить за мету дослідити можливості використання засобів системи AutoCAD для розв'язання задач з нарисної геометрії.

Основна частина. Особливістю способу заміни площин проекцій є перехід від заданої системи площин проекцій, в якій відображено образ (положення образу в просторі остається незмінним), до нової системи двох взаємно перпендикулярних площин проекцій.

Розглянемо перехід від системи площин проекцій $П_1/П_2$ до системи $П_1/П_4$ заміною площини $П_2$ іншою горизонтально-проекціювальною площиною $П_4$.

Обидві площини $П_2$ та $П_4$ горизонтально-проекціювальні, внаслідок чого координати проекцій точки А на ці площини, що фіксують відстані від площини $П_1$, однакові ($|A_xA_2| = |AA_1| = | A_4A_{x1}|$). Це дозволяє використовувати апарат параметризації системи AutoCAD.

За допомогою групи інструментів параметризації можливо накладати геометричну та розмірну залежність на окремі примітиви, що дозволить редагувати комплексний рисунок. Геометрична залежність відповідає за розміщення елементів друг відносно друга в просторі, а розмірні – регламентують постійність розмірів або задають розміри, по певних формулах.

Розглянемо накладення геометричної та розмірної залежності на прикладі створення комплексного рисунку точки А (рис.1).

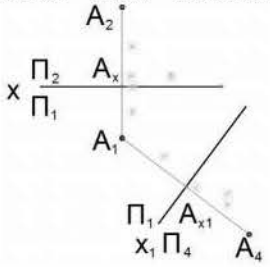


Рис.1.

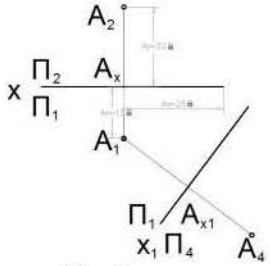


Рис.2

Спочатку накладається геометрична, а потім розмірна залежність. З курсу нарисної геометрії вісь **X** розташовується горизонтально (наложена горизонтальна залежність), лінії зв'язку перпендикулярні вісі X або X_1 (перпендикулярна залежність), відстань $|A_xA_2|=|A_4A_{x1}|$ (рівність відрізків).

Розмірну залежність накладаємо для завдання координат X,У,Z (рис.1 та рис.2).

Використовуя знання нарисної геометрії накладаємо геометричну залежність (рис.3) на комплексний рисунок знаходження натуральної величини трикутника та центра описаного кола, а потім розмірної залежності (рис.4).

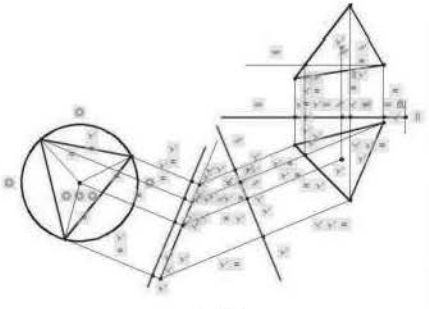


Рис.3

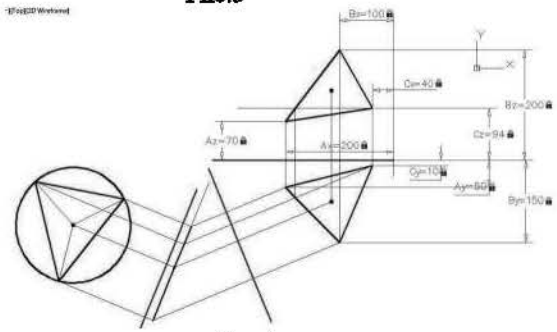


Рис.4

Управляти розмірними залежностями простіше за допомогою Диспетчера параметрів (Рис.5). С його допомогою можна створювати призначені для користувача параметри, привласнювати будь-якому параметру ім'я, а також задавати йому числові значення або формулу в якості його вираження.

При внесені в об'єкт змін, виконується автоматична підстройка других об'єктів. Тобто при зміні одних об'єктів (радіусів кіл, округлень, довжин ліній) будуть змінюватися інші об'єкти. Це дає можливість візуально спостерігати яким буде наша деталь, при тих чи інших параметрах, розмірах, без «руйнування».

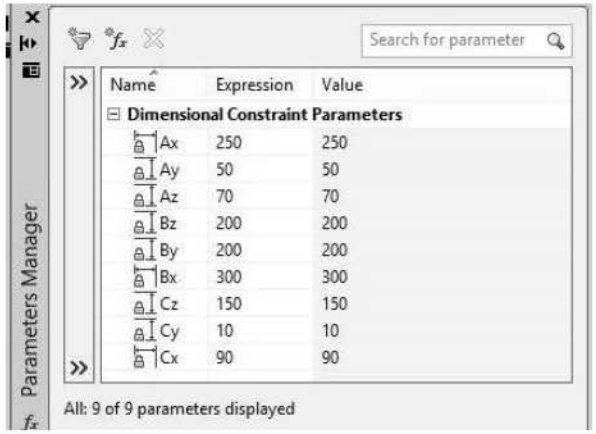


Рис.5

За допомогою команди AREA визначаємо площу трикутника, кола.

Висновки. Проведено дослідження можливості використання засобів комп'ютерної графіки для удосконалення знань нарисної геометрії. Одночасно студенти вивчають геометричну та розмірну параметризацію, яка дає можливість гнучкішого редагування моделі у разі потреби незапланованих змін.

Библиографический список

1. *Четвертухин Н.Ф.* и др.. Курс начертательной геометри. М., "Высшая школа", 1986, 276.

2. *Бубенников А.В.*, Громов Н.Н. Начертательная геометрия. М., "Высшая школа", 1985, 416.

УДК 514.18

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ШОРСТКІЙ ПОВЕРХНІ ДВОПОРОЖНИННОГО ГІПЕРБОЛОЇДА ОБЕРТАННЯ

Несвідомін А.В., аспірант [1]
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Україна, м. Київ)

Анотація *– розроблено комп'ютерну модель руху частинки по шорсткій поверхні двопорожнинного гіперболоїда обертання та наведено результати обчислювальних експериментів з дослідження її траєкторно-кінематичних властивостей.*

Ключові слова *–частинка, двопорожнинний гіперболоїд обертання, закон руху, maple-модель, траєкторія, швидкість, нормальна реакція.*

Постановка проблеми. Рух частинки по шорсткій поверхні складної форми має місце у багатьох технологічних процесах. Визначення траєкторно-кінематичних характеристик руху частинки по шорсткій поверхні включає формування системи диференціальних рівнянь 2-го порядку та її наближеного розв'язку, що є трудомісткими процесами і без застосування сучасних систем комп'ютерної алгебри здійснити не можливо. Розробка моделей руху частинки для широкого кола шорстких поверхонь, наприклад, 2-го порядку, гвинтових та інших, для середовища символьної алгебри Maple [1] дозволяє автоматизувати послідовність виведення закону руху частинки та унаочнити його шукані властивості у вигляді відповідних траєкторних кривих, графічних залежностей, анімації.

Аналіз останніх досліджень. В класичних дослідженнях [2] наведено аналітичні основи руху частинки по шорстких поверхнях робочих органів с.г. машин. В праці [3] показано застосування супровідного тригранника для формування закону руху частинки по лінійчатих поверхнях.

Формулювання цілей (постановка завдання). Унаочнити траєкторно-кінематичні характеристики руху частинки по внутрішній шорсткій поверхні двопорожнинного гіперболоїда обертання в системі Maple [1].

Основна частина. Якщо на будь-яку шорстку поверхню кинути окрему частинку, то вона буде рухатися по певній траєкторії, яка залежить від: 1) форми та положення поверхні; 2) початкової швидкості V_o частинки; 3) кута α_o напряму її кидання; 4) початкового положення $[u_o, v_o]$ частинки на поверхні; 5) коефіцієнта зовнішнього тертя f.

Верхню полу двопорожнинного гіперболоїда обертання з вертикальною віссю Oz визначимо обертанням гіперболи $[v, 0, \frac{b\sqrt{a^2+v^2}}{a}]$ в площині Oxz навколо її дійсної осі $i \equiv Oz$, звідки одержимо наступне параметричне рівняння uv-координатної сітки поверхні:

$$R(u,v) = R\left[v\ cos(u), v\ sin(u), \frac{b\sqrt{a^2+v^2}}{a}\right], \quad (1)$$

де: a, b – параметри форми напрямної гіперболи;

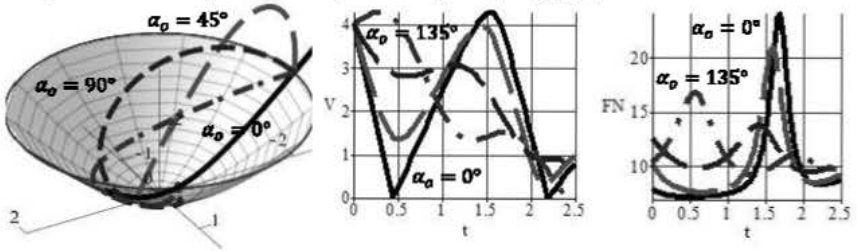
$u \in [0; 2\pi]$, $v \in [0; v_n]$ – незалежні криволінійні координати поверхні.

Похиле положення двопорожнинного гіперболоїда (1) в декартовій системі координат $Oxyz$ здійснимо обертанням поверхні $R(u,v)$ на кут ξ навколо осі Ox:

$$R(u,v) = R\left[v\ cos(u), \frac{a\ sin(u)\ cos(\xi) - b\sqrt{a^2+v^2}\ sin(\xi)}{a}, \frac{a\ sin(u)\ sin(\xi) + b\sqrt{b^2+v^2}\ cos(\xi)}{a}\right]. \quad (2)$$

Розроблена maple-модель *Hyperboloid2_t* автоматично формує досить громіздку послідовність виведення закону руху частинки по шорсткій поверхні двопорожнинного гіперболоїда обертання (2). Тому одержані аналітичні викладки опустимо, а наведемо тільки результати проведених обчислювальних експериментів дослідження руху частинки за різними вихідними умовами її кидання.

На рис.1 побудовано траєкторії $r(t)$ частинки, графіки її швидкості $V(t)$ та нормальної реакції $F_N(t)$ за різним кутом кидання $\alpha_o = 0°, 45°, 90°, 135°$ за наступних вихідних умов: куту $\xi = 0°$ положення двопорожнинного гіперболоїда вершиною донизу; параметрами форми $a = 1$ і $b = 1$ напрямної гіперболи; початкової швидкості $V_o = 4$ м/с частинки; її початковим положенням $u_o = \pi, v_o = 2$; коефіцієнтом тертя $f = 0.3$. Побудовані зображення демонструють, що всі частинки зупиняться на поверхні в околі вершини - нормальна реакція $F_N(t) > 0$.



а) б) в)

Рис.1. Траєкторії $r(t)$ частинки, графіки швидкості $V(t)$ та нормальної реакції $F_N(t)$ в залежності кута кидання α_o

На рис.2 наведено траєкторії $r(t)$ частинки та графіки її швидкості $V(t)$ в залежності: а) коефіцієнта тертя $f = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$, $\alpha_o = 90°$ і $V_o = 4$ м/с; б) початкової швидкості $V_o = 2, 4, 6, 8$, $\alpha_o = 90°$ і $f = 0.3$; в) початкового положення $v_o = 0.5, 1, 1.5, 2$, $\alpha_o = 90°$ і $V_o = 4$. Бачимо, що частинки з більшим коефіцієнтом тертя f та з меншою початковою швидкістю V_o зупиняться швидше. Також найшвидше зупиниться частинка, яка була

[1] Науковий керівник – д.т.н., проф. Пилипака С.Ф.

найближче розташована до вершини вертикального двопорожнинного гіперболоїда обертання.

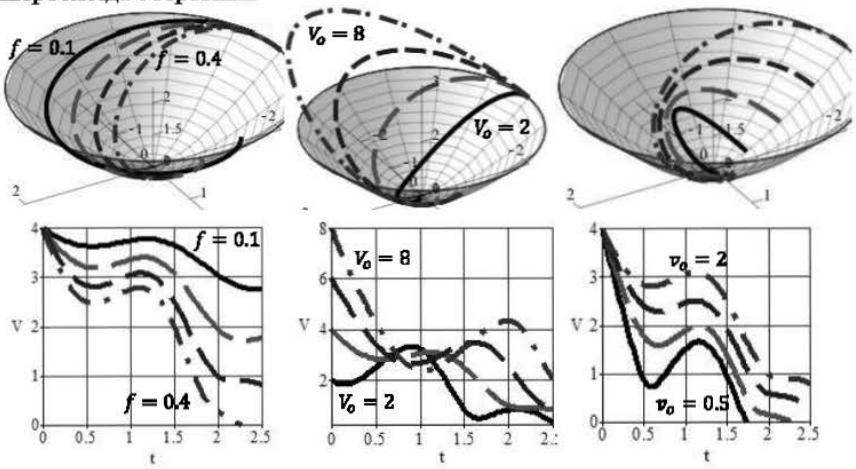


Рис.2. Траєкторії $r(t)$ частинки та графіки її швидкості $V(t)$ за різних умов

Повернемо гіперболоїд обертання навколо осі Ox на кут $\xi = 45°$ - асимптоти твірної гіперболи збігаються з віссю Oy і віссю Oz системи координат $Oxyz$ (рис.3). Кинуті частинки за різним кутом кидання $\alpha_o = 0°,45°,90°,135°$, але постійних величинах початкової швидкості $V_o = 4$ м/с, початковим положенням $u_o = 0, v_o = 1$ і коефіцієнтом тертя $f = 0.3$, майже одночасно зупиняться через проміжок часу $t \cong 2.4$с. Для даних співвідношень форми та положення поверхні, рухома частинка ніколи не відірветься від його внутрішньої поверхні при будь-яких початкових умовах її кидання.

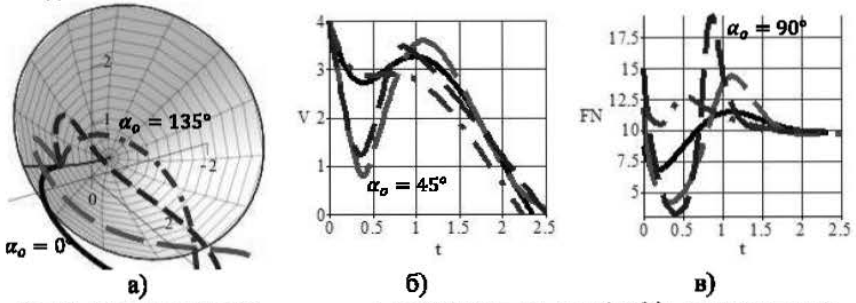


Рис.3. Траєкторії $r(t)$ частинки, графіки її швидкості $V(t)$ та нормальної реакції $F_N(t)$ в залежності кута α_o її кидання

Нехай параметри форми a і b твірної гіперболи двопорожнинного гіперболоїда обертання рівняються відповідно $a = 1$ і $b = 2$ (рис.4).

Оскільки відношення $\frac{a}{b} > f = 0.3$, то рухомі частинки при будь-яких інших вихідних умовах не будуть зупинятися на поверхні – графіки швидкості $V(t)$ зростають (рис.4,а). Якщо ж параметри форми твірної гіперболи задати відповідно $a = 1$ і $b = 4$ $\left(\frac{a}{b} < f = 0.3\right)$, то всі частинки будуть зупинятися на поверхні - графіки швидкості $V(t)$ спадають (рис.4,б). На рис.4,в побудовано траєкторії $r(t)$ частинки та графіки її швидкості $V(t)$ для різних значень коефіцієнта тертя $f = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$ та за умови $\alpha_o = 90°$ і $V_o = 4$ м/с. Частинки з коефіцієнтами тертя $f = 0.1, 0.2$ не будуть зупинятися на поверхні, але з коефіцієнтами тертя $f = 0.3, 0.4$ зупиняться на ній.

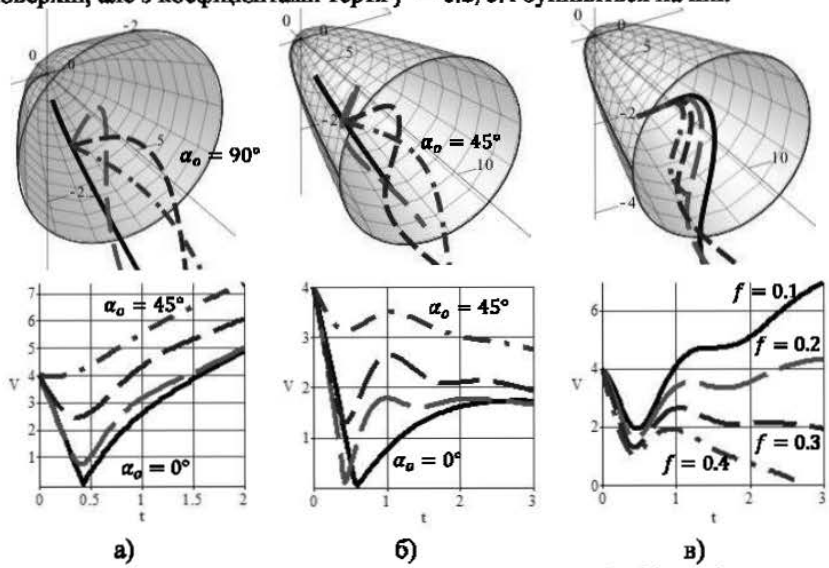


Рис.4. Траєкторії $r(t)$ частинки та графіки її швидкості $V(t)$ за різних умов

Висновки. Розроблена maple–модель руху частинки по шорсткій поверхні двопорожнинного гіперболоїда обертання дозволила провести комплексний аналіз траєкторно-кінематичних властивостей руху частинки.

Бібліографічний список

1. *Аладьев В.З.* Программирование и разработка приложений в Maple / В.З.Аладьев, В.К.Бойко, Е.А.Ровба.- Гродно: ГрГУ, 2007.- 458 с.
2. *Василенко П.М.* Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М.Василенко. - К.: УАСХН, 1960.- 283 с.
3. *Войтюк Д.Г.* Знаходження траєкторії руху частинки по гравітаційних лінійчатих поверхнях із горизонтальними твірними / Д.Г. Войтюк, С.Ф. Пилипака // Збірник наукових праць НАУ "Механізація с.-г. виробництва". - Т.12.- К.: НАУ, 2002.- С.58-69.

УДК 514.18

АПРОКСИМАЦІЯ СФЕРИ ІНВЕРСНИМ ПЕРЕТВОРЕННЯМ ІЗОМЕТРИЧНОЇ СІТКИ

Несвідоміна О.В., аспірант [1]
Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Україна, м. Київ)

Анотація *– розроблено комп'ютерну модель апроксимації сфери багатокутними різної форм та розмірів на основі інверсного перетворення плоскої ізометричної сітки.*

Ключові слова *– інверсія, сфера, апроксимація, ізометрична сітка.*

Постановка проблеми. Відомі різні варіанти апроксимації сфери плоскими відсіками: трикутниками, чотирикутниками, поєднанням п'ятикутників і шестикутників (рис.1,а) тощо. Оскільки плоским перерізом сфери є коло, то вершини апроксимуючого многокутника мають бути розташовані на цьому колі. Для знаходження такого розташування кіл на поверхні кулі, яке б забезпечило певну її апроксимацію плоскими елементами, в роботі використовується інверсія [2], основна властивість якої площину перетворювати в сферу, а коло площини в коло на поверхні сфери. Це дало можливість розв'язувати задачу спочатку на площині, а потім перетворенням інверсії переходити до сфери.

Аналіз останніх досліджень. Використання перетворення інверсії для побудови розгортних поверхонь показано в праці [3].

Формулювання цілей (постановка завдання). Розробити спосіб апроксимації сфери плоскими відсіками різних форм та розмірів за допомогою перетворення інверсії ізометричних сіток.

Основна частина. Ортогональна сітка координатних ліній на сфері, яка розбиває її на нескінченно малі квадрати, носить назву ізометричної. Якщо поверхню сфери віднести до ізометричної сітки координатних ліній, то кожному елементу плоскої сітки декартової системи координат, яка теж є ізометричною, ставиться у відповідність елемент сітки на сфері. В такому випадку плоске зображення в декартовій системі координат конформно відображається на ізометричну сітку сфери. Особливістю перетворення інверсією плоскої декартової сітки є те, що кола площини перетворюються в кола на поверхні сфери, теж віднесеної до ізометричної сітки. Саме ця властивість дає можливість апроксимувати поверхню сфери плоскими многокутниками, вписаними в коло.

Запишемо рівняння поверхні сфери, віднесеної до ізометричної сітки, у наступному параметричному вигляді [1]:

[1] Науковий керівник – д.т.н., проф. Пилипака С.Ф.

$$\begin{cases} X = sech(u)\cos(v); \\ Y = sech(u)\sin(v); \\ Z = tanh(u). \end{cases} \quad (1)$$

Нехай задана сфера з центром в точці O і радіусом, рівним r (рис.1,б). Візьмемо яку-небудь точку A і сполучимо її прямою з центром O сфери. На цій прямій візьмемо другу точку B так, щоб відрізки OA і OB були зв'язані співвідношенням:

$$OA \cdot OB = r^2. \quad (2)$$

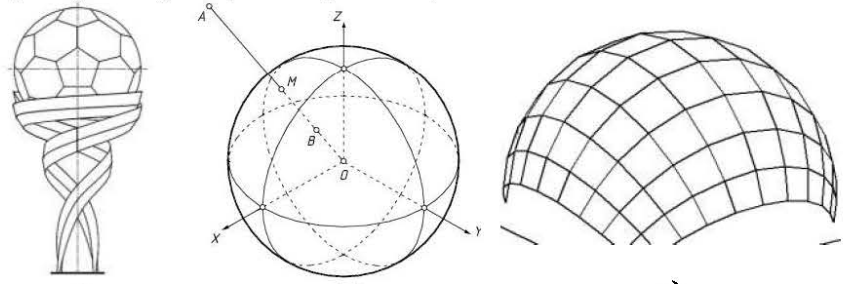
В цьому випадку точка A перетворюється в точку B (або навпаки) зворотними радіусами. Такі точки називають взаємно зворотними або взаємно симетричними відносно сфери [2]. При цьому сама сфера називається сферою інверсії, квадрат її радіуса - ступенем інверсії, а центр – центром або полюсом інверсії. Інверсія є конформним перетворенням. Ізометрична плоска сітка декартової системи координат перетворюється інверсією в сферичну ізометричну сітку.

Прийнявши $r=1$ (перетворення будемо робити з допомогою сфери одиничного радіуса) і змістивши центр інверсії на одиницю від горизонтальної площини вздовж осі OZ, запишемо формули для інверсії горизонтальної площини у наступному вигляді:

$$\begin{cases} X = \frac{u}{u^2+v^2+1}; \\ Y = \frac{v}{u^2+v^2+1}; \\ Z = \frac{1}{u^2+v^2+1}, \end{cases} \quad (3)$$

де u, v – координати декартової системи в горизонтальній площині.

На рис.1,в побудовано відсік кулі за рівняннями (3), в якого перетворився прямокутний відсік площини.



а) б) в)

Рис.1. Зображення: а) символу спортивних ігор «Євро-2012», до складу якого входить апроксимований м'яч; б) перетворення інверсії; в) відсік кулі, отриманий інверсією прямокутного відсіку площини

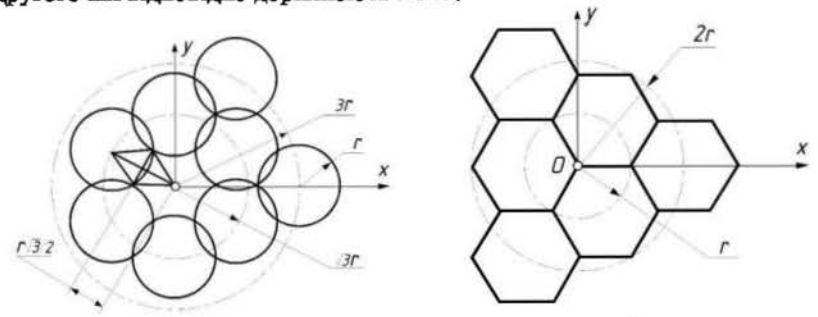
Підстановка рівнянь кола у (3) дасть зображення відповідного кола на поверхні сфери. Якщо побудувати впорядковану множину кіл на площині, то її за допомогою інверсії можна перевести у відповідну впорядковану

множину кіл на поверхні сфери. Впорядкована множина кіл, при якій кола перетинаються одне з одним таким чином, що точки самоперетину ділять кожне коло на шість рівних частин, дозволяє заповнити правильними шестикутниками площину, якщо ці точки сполучити відрізками. Для того, щоб описати цю множину шестикутників на площині, потрібно розглянути їх взаємне розташування. На рис.2 зображені кола і відповідні їм шестикутники для двох випадків: початок координат знаходиться в центрі шестикутника (рис.2,а) і у вершині шестикутника (рис.2,б). Інверсією цих випадків можна отримати два способи апроксимації кулі плоскими шестикутниками. Для першого випадку (рис.2,а) знаходимо величину радіуса розташування центрів шести кіл першого ряду, починаючи від початку координат. Він рівний двом висотам рівносторонніх трикутників із стороною r, де r – радіус кола, описаного навколо шестикутників. Висота такого трикутника дорівнює $\sqrt{3}r/2$, отже величина радіуса кола розташування центрів дорівнює $\sqrt{3}r$. Радіус наступного кола розташування центрів дорівнює $3r$ (рис.2,а). Знання цих радіусів дає можливість автоматизовано побудувати задану множину кіл у циклі. Наприклад, параметричні рівняння першого ряду кіл запишуться:

$$\begin{cases} u = r\cos(t) + \sqrt{3}r\cos\left(\frac{\pi}{3}i + \frac{\pi}{6}\right); \\ v = r\sin(t) + \sqrt{3}r\sin\left(\frac{\pi}{3}i + \frac{\pi}{6}\right), \end{cases} \qquad (4)$$

де $i = 1..6$ – число циклів.

При $i = 1$ і зміні параметра t в межах $t = 0..2\pi$ буде побудоване коло із своїм центром, для решти значень i буде побудована решта кіл. Для іншого випадку розташування шестикутників (рис.2,б) радіуси першого і другого кіл відповідно дорівнюють r і $2r$.



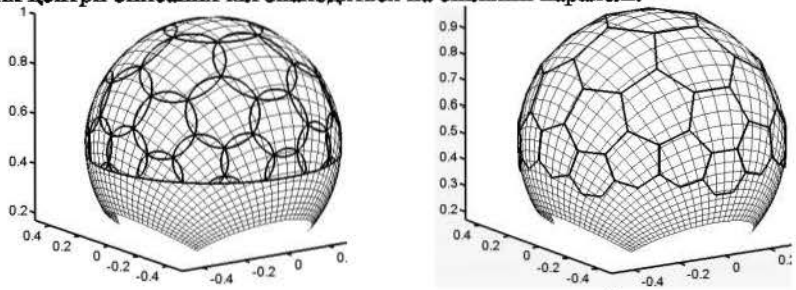
а б

Рис.2. До визначення радіусів кіл, на яких розташовані центри шестикутників: а) початок координат в центрі шестикутника; б) початок координат у вершині шестикутника

Здійснимо інверсію плоскої множини кіл (рис.2,а), підставивши рівняння (4) цієї множини у формули (3). Кола площини перетворилися у кола на поверхні сфери (рис.3,а), причому з різною величиною радіуса.

Однак серед них є кола рівного радіуса. Це ті кола, центри яких розміщені на одному колі радіуса $\sqrt{3}r$ або r. На поверхні сфери кола однакового радіуса розташовані так, що їх центри знаходяться на паралелі – теж на колі, в яке перетворюється коло.

Відповідно множина шестикутників на площині (рис.2,б) перетворюється у множину шестикутників на поверхні сфери (рис.3,б). Оскільки вершини шестикутника знаходяться на колі, розташованого на кулі, то сам шестикутник є плоским, тому що коло на сфері є її плоским перерізом. Характерною ознакою цих шестикутників є нерівність сторін, однак вони мають вісь симетрії. Самий верхній шестикутник є найбільшим і правильним. Таким чином сферу з допомогою перетворення інверсії можна апроксимувати плоскими шестикутниками. Серед них є рівні – ті, у яких центри описаних кіл знаходяться на спільній паралелі.



а б

Рис.3. Інверсія плоскої множини рівних фігур: а) інверсія множини кіл; б) інверсія множини шестикутників

Висновки. Розглянутий спосіб дозволяє здійснити апроксимацію сфери плоскими шестикутниками різної величини, серед яких є конгруентні. При однаковій кількості апроксимуючих елементів може бути апроксимована різна за величиною площа сфери, що залежить від величини радіуса описаного кола навколо шестикутника, якими запаркетована площина. Спосіб апроксимації поверхні сфери з допомогою інверсії може бути застосованим також для утворення архітектурних конструкцій.

Бібліографічний список

1. *Милинский В.И.* Дифференциальная геометрия / В.И. Милинский.- Л., 1934.- 332 с.

2. *Бакельман И. Я.* Инверсия. Популярные лекции по математике / И.Я. Бакельман.- Вып.44.- М.: Наука, 1966.

3. *Пилипака С.Ф.*. Побудова розгортних поверхонь і перетворення їх методом інверсії / *С.Ф. Пилипака, В.В Дзюба* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії.– Вип.4.– Т.24.– Мелітополь: ТДАТА, 2004.- С.32–36.

УДК 514.182

ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ЗАВДАНЬ ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЮ З КУРСУ “НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ”

Овсієнко Л.Г., ст. викладач,
Кір'янова К. О., студентка.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний институт ”(Україна, м.Київ)

Анотація *– розглядається питання застосування тестових завдань для перевірки рівня засвоєння матеріалу студентами.*

Ключові слова *– методи перетворення проекцій, заміна площин проекцій, тестові завдання.*

Постановка проблеми. Проведення планового програмованого контролю є важливим інструментом для реалізації принципу зворотнього зв’язку між студентом і викладачем. Наявність декількох альтернативних комплектів завдань дасть змогу викладачу більш гнучко реагувати на динаміку і інтенсивність проведення практичних занять.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі завдання для проведення програмованого контролю по темі “Метод заміни площин проекцій” базуються на виконанні студентом графічних побудов. Реальний час проведення такого контролю значно перевищує запланований, що приводить до складнощів при розв’язанні аудиторних задач і індивідуальній роботі зі студентами. Ця проблема виявляється ще критичнішою при проведенні занять в групах ФМФ (спеціальність “Фізика”) де, згідно з навчальною програмою на курс “Нарисна геометрія” відводиться 36 лекційних і 18 практичних годин.

Крім того в завданнях не охоплені суто теоретичні питання, яким приділяється значна увага на лекції.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Запропонувати нові завдання з програмованого контроля з теми “Метод заміни площин проекцій”.

Основна частина. Навчальна робоча програма курсу “Нарисна геометрія” передбачає проведення на практичному занятті з теми “Метод заміни площин проекцій” контрольної роботи. Згідно з проведеними хронометричними підрахунками час виконання завдань цієї роботи не повинен перевищувати 15 хвилин.

В існуючих білетах кожному студенту пропонуються завдання, кожне з яких передбачає графічний розв’язок задачі. На жаль, з часу створення цих класичних завдань можна констатувати сумну тенденцію до зменшення рівня загальної і, зокрема, креслярської початкової підготовки студентів. Це, в свою чергу, унеможливлює проведення поточного

контролю у запланований проміжок часу.

В даній роботі пропонується новий підхід до комплектування завдань білетів програмованого контролю з теми “Метод заміни площин проекцій”.

Приклад такого білету наведено на рис.1.

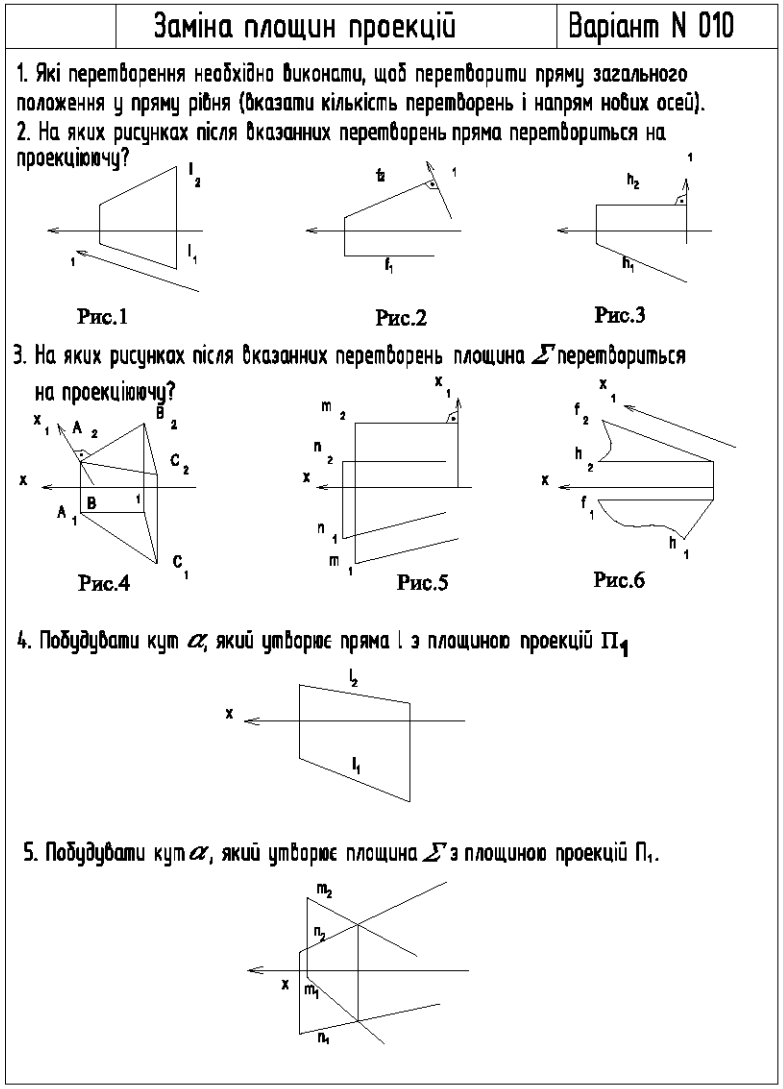


Рис.1

Завдання можна розділити на три типи:

1. Перше питання базується на володінні студентом суто теоретичного матеріалу лекції з відповідної теми;
2. Друге і третє вимагають вільно орієнтуватись в чотирьох основних модулях методу;
3. В четвертому і п'ятому пунктах для знаходження результату студент має виконати графічні побудови.

Запропонований принцип комплектації білету різними типами завдань дозволить викладачу більш об'єктивно оцінити рівень засвоєння студентами поточного матеріалу і внести в схему проведення практичного заняття необхідні корективи.

Успішне оволодіння однією з ключових тем розділу "Методи перетворення проекцій" дозволить студенту навчитись будувати показові просторові моделі розв'язку задачі, що дозволить обрати більш раціональний алгоритм графічного розв'язку і кваліфіковано підійти до виконання відповідної частини розрахунково-графічної роботи.

Крім того, рівень засвоєння студентами теми "Метод заміни площин проекцій" та вміння просторового моделювання розв'язку задачі допоможе відібрати найбільш перспективних та обдарованих студентів для підготовки їх до участі в олімпіади з нарисної геометрії.

Висновки. Запропонований комплект завдань з програмованого контролю по темі "Метод заміни площин проекцій" курсу "Нарисна геометрія" повинен забезпечити викладачу можливість більш гнучко реагувати на ситуацію в різних групах. Альтернативний спосіб перевірки поточного рівня засвоєння матеріалу можна запропонувати також для диференційованого підходу до проведення контролю, що дасть можливість додаткового заохочування найбільш старанних та успішних студентів.

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. *Віткун Н.К.* Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів "Нарисна геометрія" та " Інженерна графіка". / Ізволенська А.Є., Парахіна Н.А., Чорнощокова Л.Д. // К.: КПІ, 1992 - 60с.
3. *Н.К. Віткун.* Учбові завдання з нарисної геометрії і інженерної графіки. / Н.К. Віткун, М.Д.Бевз, В.В.Ванін, С.М.Горбань, В.Й.Залевський // К., КПІ, 2003, 64.

УДК 515.2:563.3

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУЧНОГО ПОЛОЛЬНО-РОЗПУШУВАЛЬНОГО ЗНАРЯДДЯ

Юрчук В.П., д.т.н.
Парахіна Н.А., ст.викладач
Коробко П.О., студент
. .,
Національний технічний університет України «КПІ»

***Анотація** – розглядаються питання геометричного моделювання ручного пололько-розпушувального знаряддя, яке має планку, на кінці якої встановлено спеціальні зуби.*

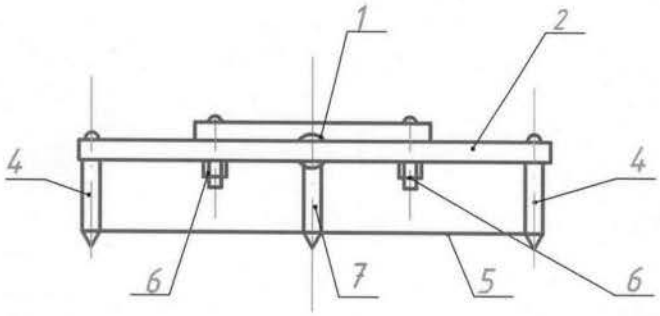
***Ключові слова** – знаряддя для обробки ґрунту, ручний культиватор, розпушувальне знаряддя, зуби, дротяна струна, трубчатий держак.*

Постановка проблеми. Дане знаряддя відноситься до сільськогосподарських знарядь по обробці ґрунту для видалення бур'янів і розпушування поверхневої корки в міжряддях просапних культур і може знайти широке застосування на присадибних ділянках і в полі.

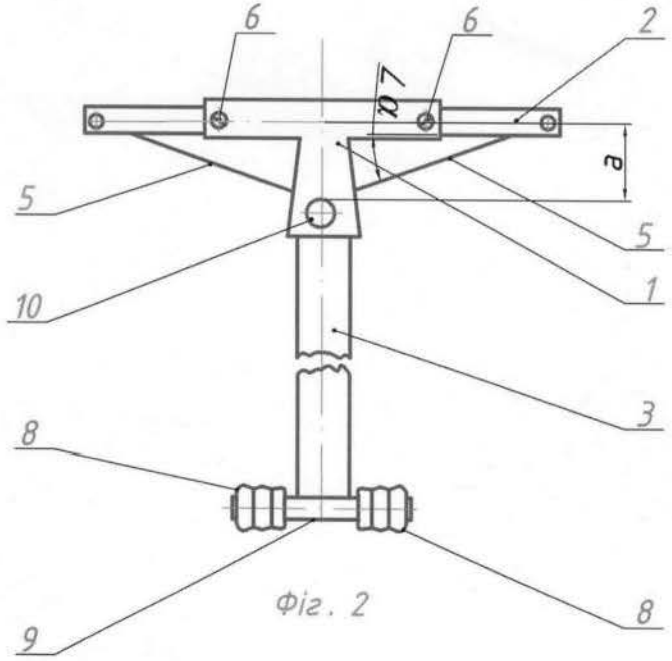
Аналіз останніх досліджень. Недоліком відомого робочого органу є те, що він використовується в поєднанні із шасі ручного культиватора, що викликає значну загальну вартість виготовлення. Відоме також ручне сільськогосподарське знаряддя, таке як граблі, по непрямому своєму призначенню придатне для розпушування поверхневої корки ґрунту і, при цьому, часткового видалення бур'янів. Це знаряддя не придатне для обробки ґрунту в різних по ширині міжряддях без пошкодження рослин, [1].

Постановка завдання. В основу нового пристрою поставлено завдання створити на базі конструкції граблів дешеве, зручне і надійне у використанні ручне пололько-розпушувальне знаряддя по обробці ґрунту в міжряддях просапних культур. Відоме завдання досягається тим, що як робочий інструмент використано лише два зуби, встановлені на кінцях планки, до яких закріплено з натягом дротяну струну. Доцільно робочий орган виконати змінним, залежно від ширини оброблювальних міжрядь, а його кріплення до полички трубчатого держака виконати розбірним. Також доцільно в центрі державки встановити додатково третій зуб, до якого закріпити проміжно дротяну струну і він одночасно буде кріпленням верхніх допоміжних планок.

Основна частина. Суть нового пололько-розпушувального знаряддя пояснюється кресленнями. На кресленнях зображено ручне пололько-розпушувальне знаряддя: на фіг.1 – вид спереду, на фіг.2 – вид зверху.
До його складу входять: 1 – кріплення держака перехідне в поличку на кінці; 2 – робочий орган; 3 – держак.



Фіг. 1



Фіг. 2

Конструкцію робочого органу (2) виконано у вигляді планки, на кінцях якої встановлено зуби (4) між якими натягнуто дротяну струну (5) проміжно через зуб (7). Робочий орган (2) закріплено до полички трубчатого кріплення держака (1) кріпленнями (6) симетрично відносно середини. На кінці держака ручка (9) зроблена з манжетом (8), завдяки чому оператор працює не натруджуючи руки, також ця ручка дозволяє працювати одночасно двом операторам. Держак (3) введено в трубчату державку (1) і з'єднано з нею кріпленням (10). Доцільно також змінити кут і зробити V-подібним вид струни, що полегшить полольні роботи, тобто зелені рештки завдяки цьому сповзають на кінці і не нагромаджуються. Додатковий третій зуб посередині державки полегшує конструкцію знаряддя і покращує результат прополки.

Перед початком роботи необхідно вибрати робочий орган, відповідний ширині обробловальних міжрядь. Оператор при роботі утримує знаряддя за державку і розміщує робочий орган в міжрядді, а потім легким натиском на держак, заглиблює зуби разом із натягнутою між ними дротяною струною в ґрунт. При подальшому переміщуванні знаряддя по міжряддю вперед, проволочена струна вириває або зрізає під кутом поросліі бур'яни, а легким розпушуванням поверхневої корки ґрунту, закриває вологу, [2].

Висновки. З даних дослідів можна зробити наступні висновки:

1. Оскільки знаряддя має мінімум зубів, вони разом з дротяною струною, розміщеною під кутом, викликають мінімальний опір ґрунту і тому оператор, не стомлюючись, може за короткий термін обробити великі площі посівів, що потребують ручної обробки.

2. Завдяки тому, що кут α не менше ніж 30°, рештки рослин сповзають зі струни не нагромаджуючись, [3].

3. Поверхнева обробка ґрунту з видалення проростих бур'янів даним знаряддям не виносить з глибших шарів ґрунту їхнє насіння на сприятливі для проростання поверхневі шари, що знижує необхідну кількість повторних прополок міжрядь за період вегетації рослин.

Бібліографічний список

1. *Анурьев В.И.* Справочник конструктора-машиностроителя. М.: Машиностроение, 1982. – Т.1. – 736 с.

2. *Юрчук В.П.* Методические указания по геометрическому моделированию поверхностей выкапывающих рабочих органов корнеуборочных машин. – К.:КПИ, 1990. – 52 с.

3. *Хайліс Г.А.* Основи теорії і розвитку сільськогосподарських машин. – К.:УСГА, 1992. – 240 с.

УДК 514.18:536.3

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЯЦІЇ

Пихтєєва І.В., к.т.н.,
Стрєлкова М.А, магістр
Таврійський державний агротехнологічний університет(Україна, м. Мелітополь)

Анотація *– розглядається створення програмного модуля з перетворення геометричних параметрів роликового колеса для гранулятора.*

Ключові слова *– автоматизоване проектування, блок програми, числове програмне керування, Delphi 7, інтерфейс.*

Постановка проблеми. Для перетворення і подальшого використовування геометричних параметрів роликового колеса гранулятора доцільно створити програмний модуль.

Аналіз останніх досліджень. Гранулятор з плоскою матрицею призначений для дозування продукту, його перемішування після зволоження парою або водою і гранулювання. Оскільки роликові колеса для грануляторів бувають різні, то створення програмного модуля для перетворення їх геометричних параметрів є необхідним. Надалі це полегшить роботу інженера-конструктора, підвищить продуктивність праці, скоротить час на створення нових роликових коліс для грануляторів з іншими геометричними параметрами. Даний програмний продукт буде невід`ємною складовою на підприємстві.

Формулювання цілей (постановка завдання). В процесі виконання роботи було виявлено необхідність автоматизації процесу побудови деталі «Роликове колесо». А саме, необхідність розробити програмний комплекс, основне завдання якого – створення моделі поверхні.

Основна частина. В основі дії гранулятора з плоскою матрицею використовується особливий метод гранулювання, що представляє щось середнє між методом сухого типу і мокрого типу, який також називають методом підлозі сухий грануляції. Матеріали подаються в машину поміщаються на площині матриці, в якій є отвори. Головний вал приводить в рух роликове колесо для спільного обертання з основним валом, і роликове колесо також обертається одночасно разом з валом. Роликове колесо повідомляє безперервний тиск матеріалами, поміщеним на плоскій матриці, в результаті чого матеріал видавлюється в отвір. Екструдери матеріали мають форму циліндричних смуг. Гранулятори бувають різні, тому роликове колесо потрібно підлаштовувати безпосередньо під заданий гранулятор. Тому створення API буде невід'ємною частиною при проектуванні деталі. Завдяки

створенню API - програми можна буде надалі підлаштовувати роликове колесо під необхідні параметри , змінюючи діаметри , довжини складових.

До вхідних даних відносяться: діаметри та довжини обертаючих поверхонь, кількість зубів на шестерні, діаметри отворів, радіуси скруглень.

Структура програми

1. Блок програмного модуля, що відповідає за створення форми.
2. Блок програмного модуля, у якому відбувається підключення змінних до програми КОМПАС та змінних для роботи з документами.
3. Блок програмного модуля, що відповідає за підключення та запуск КОМПАС.
4. Блок програмного модуля, який відповідає за перевірку вхідних умов.
5. Блок програмного модуля, який виконує створення нової деталі з шаблону по замовчуванням.
6. Блок програмного модуля, який зчитує деталі.
7. Блок програмного модулю, який обновлює параметри деталі.
8. Блок програмного модулю, який перевіряє параметри деталі.
9. Блок програми, який перевіряє допустимість роботи та відповідає за завершення.

Фрагменти основних блоків програми:

Блок програмного модуля, що відповідає за створення форми:

```
TMat = class(TForm)
  StringGrid1: TStringGrid;
  BitBtn1: TBitBtn;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  Label4: TLabel;
  Label5: TLabel;
  Label6: TLabel;
  Label7: TLabel;
  Label8: TLabel;
  Label13: TLabel;
  OpenDialog1: TOpenDialog;
  Image1: TImage;
  procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
```

Блок програмного модулю, який обновлює параметри деталі

```
PROCEDURE ChangeVar(partname, varname: STRING; value_:REAL);
VAR vr:ksVariableCollection;
parts:ksPartCollection;
part:ksPart;
vvv:ksVariable;
BEGIN
// Список деталей
parts:=ksPartCollection(doc.PartCollection(true));
// Ищем деталь по имени
part:=kspart(parts.GetByName(partname,true,true));
// Список переменных детали
vr:=ksVariableCollection(part.VariableCollection);
// Ищем переменную по имени
```

```
vvv:=ksVariable(vr.GetByName(varname,true,true));
// Начинаем редактировать деталь
part.BeginEdit;
// Меняем значение переменной
vvv.value:=value_;
// Обновляем модель
part.Update;
part.RebuildModel;
// Завершаем редактирование детали с сохранением изменений
part.EndEdit(true);
// Обновляем сборку
parts.refresh
END;
```

Блок програмного модулю, який перевіряє параметри деталі

```
procedure TMat.StringGrid1SetEditText(Sender: TObject; ACol,
ARow: Integer; const Value: String);
begin
 if (ACol = 1) then
 if not(CheckReal(StringGrid1.Cells[ACol, ARow])) then
 begin
  AllOk := 1;
  CheckArray[ARow] := 1;
 end else
 begin
  AllOk := 0;
  CheckArray[ARow] := 0;
 end;
end;
```

Блок програми, який перевіряє допустимість роботи та відповідає за завершення

```
procedure TMat.StringGrid1Click(Sender: TObject);
var i: integer;
    z: byte;
begin
try
 // priem proverki opredelennoj (1) ja4ejki
 if
((StrToFloat(StringGrid1.Cells[1,2]))<(StrToFloat(StringGrid1.Ce
lls[1,1])))
  then CheckArray[2] := 1;
except
end;
  // proverka dopyspimosti raboti
  z := 0;
  for i := 0 to Length(CheckArray)-1 do
   if (CheckArray[i] = 1) then
   begin
    z := 1;
    break;
   end;
end;
end.
```


Алгоритм роботи програмного додатку

1. Запускаємо КОМПАС
2. Запускаємо програмний додаток
3. У робоче вікно програми вводимо параметри диску, що необхідно побудувати (рисунок 1)
4. Натискаємо кнопку «Перестроить»
5. Після натискання кнопки «Перестроить», у графічній області починається побудова робочої поверхні диску:
   – зчитуються з форми вихідні дані;
   – створюється новий файл й підключаються необхідні модулі;
   – виконується побудова профілю обертання та допоміжних елементів;
   – виконується побудова тривимірної моделі;
   – виконується побудова заданої кількості зубів;
   – виконується побудова отворів;
6. В графічну частину виводиться тривимірна модель, що є результатом роботи програми.

Висновки. Була поставлена задача розробити програмний додаток для автоматизованого моделювання деталі «Роликове колесо».

Для вирішення поставленої задачі та зменшення затрат на моделювання деталі було створено програмний додаток для моделювання параметрів деталі та розроблено інтерфейс програми за допомогою програми «Delphi7». Даний модуль програми інтегрований в систему проектування «КОМПАС», що дозволяє візуально спостерігати зміни структури деталі при її перебудові та вносити в неї зміни.

Список літератури

1. *Аверченков В.И. и др.* САПР технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов: Учебное пособие для вузов / В.*И. Аверченков, И.А. Каштальян, А.П. Пархутик*.-Мн.: Выш. шк.,1993.-288 с.: ил.

2. *Бигер И.А.* Расчет на прочность деталей машин. Учеб. пособие. М., 1977.

3. *В.В. Верещагин и др.* Учебное пособие по CAD/CAM-системе Cimatron 10, Казань.-2000.-252 с.

УДК 514.182

АНАЛІЗ ТЕПЛООБМІНУ ВИПРОМІНЮВАННЯМ ГЛАДКОТРУБНИХ ПУЧКІВ

Самарін В.О., здобувач *
Національний університет цивільного захисту України

Анотація – *розглядається питання теплообміну випромінюванням труб з круглими ребрами і пучків з них з навколишнім середовищем, наводиться кількісне порівняння результатів розрахунків випромінювання по середньому кутовому коефіцієнту через наведений ступінь чорноти і зональним методом стосовно до пучків ребристих труб теплообмінників повітряного охолодження.*

Ключові слова *– променистий теплообмін, ефективний ступінь чорноти, зональний метод, гладкотрубні пучки.*

Постановка проблеми. Труби з поперечними круглими ребрами знаходять широке застосування в техніці. З них виготовляються теплообмінні секції апаратів повітряного охолодження, калорифери, і т.п. При експлуатації теплообмінника в режимі вільної конвекції помітна частина теплоти відводиться випромінюванням і її не можна не враховувати. Частка променистої складової для одиночної ребристої труби завжди більше, ніж в пучку, і може доходити до 50% від загального теплового потоку. Виникає необхідність порівняння різних методів розрахунку теплообміну випромінюванням одиночної круглоребристої труби і пучків з навколишнім середовищем.

Аналіз останніх досліджень. В інженерній практиці використовуються два основні методи розрахунку теплообміну випромінюванням [1-2]: розрахунок за середнім кутовим коефіцієнтом та зональний метод. У роботі [3] викладена методика, що застосовується для технічних розрахунків лише до таких ребристих труб, які мають досить великі відносні міжреберні кроки і без урахування впливу товщини ребра. Строгий розрахунок випромінювання ребристих пучків дуже складний, і в цьому напрямку необхідно продовжувати дослідження.

Формулювання цілей (постановка завдання). Переходячи до аналізу методів розрахунку променистого теплообміну для пучків, зазначимо таке. Коли виконується умова

$$\frac{\varphi_{т-с}F_т}{F_0} \geq 0{,}9, \qquad (1)$$

* Науковий керівник – д.т.н., професор Шоман О.В.

де $F_т$ - площа поверхні труби, оребрена;
F_0 - площа поверхні, що обгинає ребристу трубу по вершинах ребер (гладка труба діаметром d),
ребристий пучок можна розглядати як гладкотрубний зі ступенем чорноти поверхні труб $\varepsilon_{еф}$. При цьому для спрощення розрахунків всі кутові коефіцієнти, а в зональному методі також і дозвільні коефіцієнти випромінювання, слід визначати, вважаючи труби гладкими.

Згідно з даними [2], середній кутовий коефіцієнт від трубного пучка до середовища, а також і від ряду до ряду залежить головним чином від поперечного кроку труб S_1. Вплив поздовжнього кроку S_2 нехтовно малий, важливо тільки, щоб виконувалася умова $S_2 \geq d$. Вважаємо, що кутові коефіцієнти мало залежать від типу компоновки труб у пучку.

Таким чином, достатньо проаналізувати теплообмін випромінюванням пучків з гладких труб, вважаючи, що виконуються умови (1) і $S_2 \geq d$, а всі висновки, отримані для них, практично в рівній мірі будуть справедливі і для пучків з ребристих труб.

Основна частина. Розглядалися двох-, трьох- і п'ятирядні гладкотрубні пучки в діапазоні зміни відносного поперечного кроку $S_1/d = 1{,}0 \div 3{,}0$ і при $\varepsilon_{еф} = 0{,}3; 0{,}5; 0{,}7; 0{,}9$. Розрахунки проводилися з припущеннями [4]. При аналізі порівнювалися значення променистого теплового потоку Q від пучка до середовища, розраховані за середнім кутовим коефіцієнтом (позначимо цей спосіб «S») і зональним методом при розбитті пучка на деяку кількість зон (спосіб «$Z\,n$», де n - число зон).

На рис. 1 показана схема розбиття на зони дворядного пучка. Половини труб, звернені назовні, являють собою першу зону; половини труб, звернені всередину, - другу.

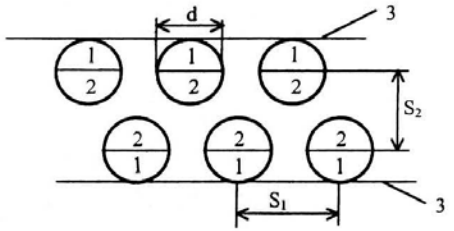


Рис. 1. Схема для розрахунку випромінювання дворядного пучка

Процентні відношення теплових потоків, отриманих методами «S» і «$Z\,3$», для відповідних значень S_1/d і $\varepsilon_{еф}$, представлені графічно на рис.2.

З графіків видно, що чим менше S_1/d і $\varepsilon_{еф}$, тим більше розбіжність результатів. Максимальна завищення результату на 42% за методом «S» виявлена при $\varepsilon_{еф} = 0{,}3$ і $S_1/d = 1{,}0$. Значна розбіжність насамперед

пояснюється тим, що при малих S_1/d значення кутових коефіцієнтів φ_{1-3} і φ_{2-3} сильно відрізняються один від одного. У граничному випадку, коли $S_1/d = 1{,}0$, внутрішні половини труб повністю закриті від навколишнього середовища, і все тепло випромінюють (поглинають) тільки зовнішні половини труб. Зрозуміло, що для $\varepsilon_{еф} = 1$ при будь-якому значенні S_1/d результати будуть сходитися на 100%.

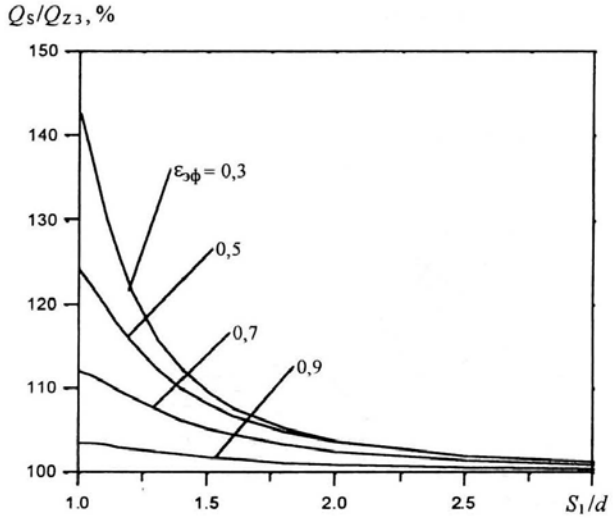


Рис. 2. Порівняння результатів розрахунків методами «S» і «Z3»

Розглянемо трьохрядовий пучок (рис. 3). Він був розділений на три зони. Для середнього ряду верхні і нижні половини труб в силу симетрії об'єднані в одну зону.

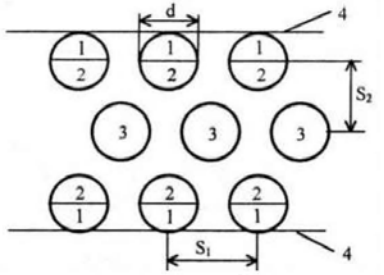


Рис. 3. Схема для розрахунку випромінювання трирядного пучка

Відношення теплових потоків, отриманих методами «S» і «Z4», представлені графічно на рис. 4.

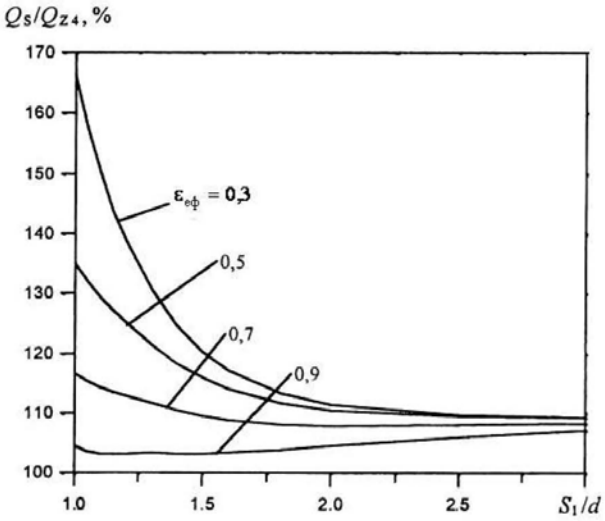


Рис. 4. Порівняння результатів розрахунків методами «S» і «Z4»

Як видно з рис. 4, для трьохрядних пучків зональний метод виявляє ще більше уточнення, ніж для дворядних. Як правило, уточнення тим більше, чим менше S_1/d і $\varepsilon_{еф}$, і максимальна його величина склала 65%. Однак для $\varepsilon_{еф} = 0{,}9$ спостерігається деяке зростання відношення Q_s/Q_{z4} зі збільшенням S_1/d, але як показали додаткові розрахунки, різниця не перевищить 8%, і при досягненні $S_1/d \approx 4$ величина Q_s/Q_{z4} знову почне знижуватися.

Розбиття на зони п'ятирядного пучка проводилося аналогічно трирядного пучку, тобто труби всіх рядів крім середнього ділилися на верхні і нижні половини. Таким чином, в пучку було виділено п'ять зон плюс середовище. Відношення теплових потоків, обчислених методами «S» і «Z6», представлені графічно на рис. 5. Максимальна розбіжність зафіксована при $S_1/d = 1$ і $\varepsilon_{еф} = 0{,}3$ і становить близько 90%.

Для пучків з великою кількістю рядів відмінність результатів, отриманих методами «S» і «Zn», ймовірно, буде ще вище. Оскільки найбільшу частку променистого теплового потоку в навколишнє середовище віддають зовнішні половини труб крайніх рядів (зона 1), то їх як і раніше можна вважати першою зоною, іншу частину пучка - другою, а середовище - третьою зоною. Для стислості позначимо цей спосіб «Z'3».

Тут обчислення проводилися тільки для трьох- і п'ятирядних пучків. Виявилося, що максимальна розбіжність між значеннями Q_{z4} і $Q_{z'3}$ для трьохрядних і значеннями Q_{z6} і $Q_{z'3}$ для п'ятирядних пучків у всьому зазначеному діапазоні $S_1/d = 1$ і $\varepsilon_{еф}$ не перевищує 3%.

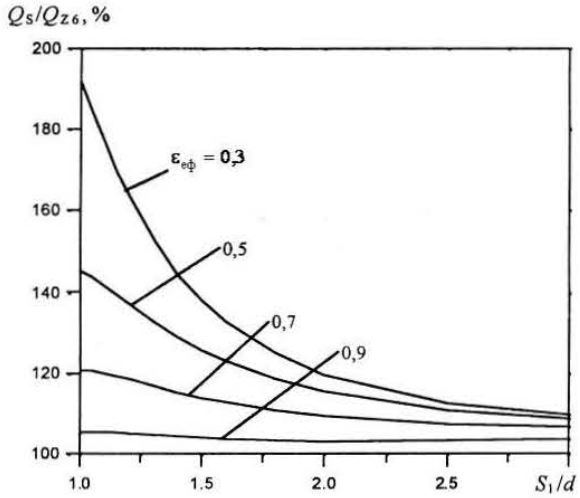


Рис. 5. Порівняння результатів розрахунків методами «S» і «Z 6»

Висновки. Розрахунок випромінювання однорядних пучків можна з достатньою точністю здійснювати, не вдаючись до зональних методів.

Розрахунок випромінювання пучків з кількістю рядів, що дорівнює двом і більше, за середнім кутовим коефіцієнтом може призвести до серйозного завищення результату, причому похибка тим більше, чим менше відносний поперечний крок S_1/d $\varepsilon_{еф}$. Для отримання достатньо точних значень теплового потоку випромінюванням як від пучка в цілому (число рядів не менше двох), так і від його окремих рядів необхідно застосовувати зональний метод з розбиттям рядів за принципом верхніх і нижніх половин труб.

Бібліографічний список

1. *Самородов А.В.* Исследование лучистого теплообмена одиночной ребристой трубы с окружающей средой / *А.В. Самородов, С.П. Рощин, В.Б. Куntыш* // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. науч. тр. Архангельск, 1997. Вып. 2. - С. 102-113.

2. Блох А.Г. Теплообмен излучением: Справочник. / А.Г. Блох, Ю.А. Журавлев, Л.Н. Рыжков // М.: Энерго-атомиздат, 1991. 432 с.

3. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А. В. Быкова. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 248 с.

4. *Самородов А.В.* К расчету теплообмена излучением круглоребристых труб и пучков / *А.В. Самородов* // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. - Петрозаводск: ПетрГУ, 1999. Вып. 2. – С. 135-142.

УДК 514.18

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ФАЗОВИХ ТРАЄКТОРІЙ РІВНЯНЬ

Семків О.М., к.т.н.
Національний університет цивільного захисту України
Сухарькова О.І.
Українська державна академія залізничного транспорту (м. Харків)

Анотація – Наведено графоаналітичний спосіб визначення кричних значень параметрів фазових траєкторій диференціальних рівнянь другого порядку, що базується на понятті викривленості траєкторій і враховує зміну знака їх кривини вздовж траєкторій.

Ключові слова – фазова траєкторія, критичні значення параметра, аналіз на якісному рівні, викривленість кривої, кривина кривої.

Постановка проблеми. Аналіз маятникових коливань є традиційним об'єктом дослідження теоретичної механіки. До маятникових механічних систем відносяться: маятник з періодично змінною довжиною, маятник з вібруючою точкою підвісу, складені маятники, перевернуті маятники, маятники із пружними елементами, тощо. Дослідження їх коливань на якісному рівні зручно здійснювати методом фазових траєкторій. Сутність цього методу полягає у описі поводження системи за допомогою наочних геометричних зображень - фазових портретів [1,2], що побудовані на площині в прямокутних координатах - «зміщення» і «швидкість». У описі коливального процесу може існувати параметр, що суттєво впливає на характер коливань, і зміна значення якого може розмежовувати коливання на якісному рівні (*критичне* значення параметра). Для практики необхідні способи обчислення критичних значень параметра коливань, врахування якого може або поліпшити конструкцію коливальної системи, або запобігти її аварійному стану.

Огляд відомих результатів. В роботі [3] наведено огляд різноманітних способів дослідження фазових траєкторій на якісному рівні. Серед них виявилося лише декілька суто графічних, які спираються на геометричні інтерпретації ізоклін як розв'язків диференціальних рівнянь. До них доцільно було б долучити і способи, що базуються на характері викривленості фазової траєкторії, і визначаються сукупністю значень її кривини вздовж цієї траєкторії.

Постановка завдання. Розробити графоаналітичний спосіб визначення кричних значень параметрів фазових траєкторій диференціальних рівнянь другого порядку, що базується на понятті викривленості траєкторій і враховує зміну знака їх кривини вздовж траєкторій.

Основна частина. Вважатимемо, що рух точки по фазовій траєкторії здійснюється у межах, який визначається границями зміни параметра t часу, а «поворот» вправо або вліво відображається різними знаками при значеннях кривини цієї траєкторії [10]. Наприклад, криві, зображені на рис.1 матимуть різний характер викривленості.

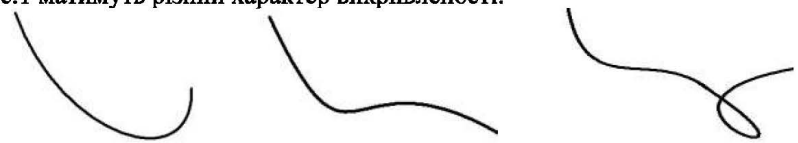


Рис. 1. Криві різної викривленості

Для пояснення суті способу, що не обмежить його застосування, замість фазових траєкторій розглянемо сім'ю кривих

$$x = \sin(pt) + a\cos(t)/2; \quad y = -t\sin(t), \tag{1}$$

де параметр t змінюється у межах $t_{MIN} = -0{,}2\pi < t < t_{MAX} = 2{,}1\pi$, а керуючий параметр p змінюється у межах $p_{MIN} = 1{,}5 < p < p_{MAX} = 2{,}3$. Необхідно визначити критичні значення параметра p, при якому елементи сім'ї кривих змінять викривленість - тобто мають змінитися на якісному рівні.

Побудуємо ряд послідовних зображень, які відповідають певним значенням параметра p (рис. 2). Аналізуючи рисунки (бажано в режимі комп'ютерної анімації) легко помітити, що сім'ю кривих можна розділити за трьома характерами викривленості її елементів, які будуть розмежовані двома кривими, що відповідають значенням параметрів p=1,7 і p=2,15.

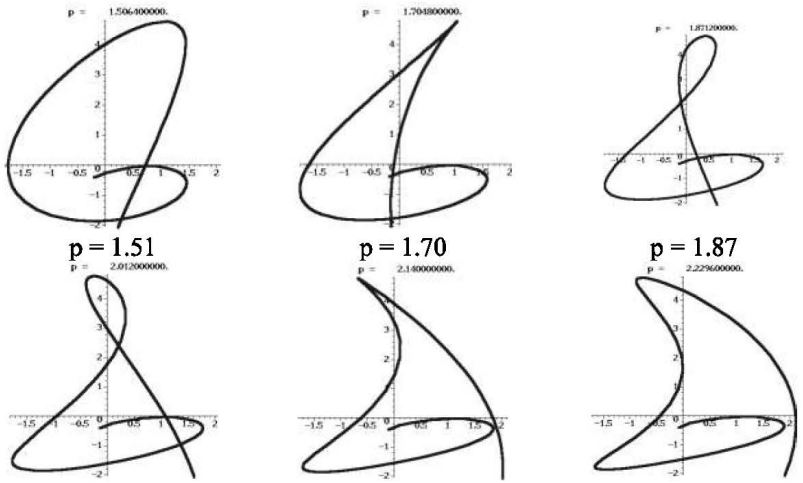


Рис. 2. Деякі зображення, що відповідають певним значенням параметра p

Пропонується спосіб визначення критичних значень керуючого параметра p, який би не спирався на анімаційні зображення елементів сім'ї кривих. Тобто спосіб розв'язання зазначеної задачі на формальному рівні.

В основу покладено дві тези.

Теза 1. Критичні значення керуючого параметра сім'ї кривих відповідають моментам зміни їх елементів на якісному рівні.

Теза 2. Якісні зміни елементів сім'ї кривих можна відслідковувати аналізуючи зміни характеру викривленості з використанням функцій кривини ліній.

Посилаючись на [4], обчислимо функцію кривини для сім'ї (1):

$$k(p) = \frac{u(-2\cos(t) + t\sin(t)) - v(-p\text{^}2\sin(pt) - p\cos(t)/2)}{(u\text{^}2 + v\text{^}2)^{\frac{3}{2}}}, \tag{2}$$

де $u = p\cos(pt) - p\sin(t)/2$ і $v = -\sin(t) - t\cos(t)$.

На рис. 3 наведено елемент сім'ї кривих і відповідний графік функції $k(t)$ кривини для значення параметра p=2 (тут графік кривини $k(t)$ обмежено прямою k = 6):

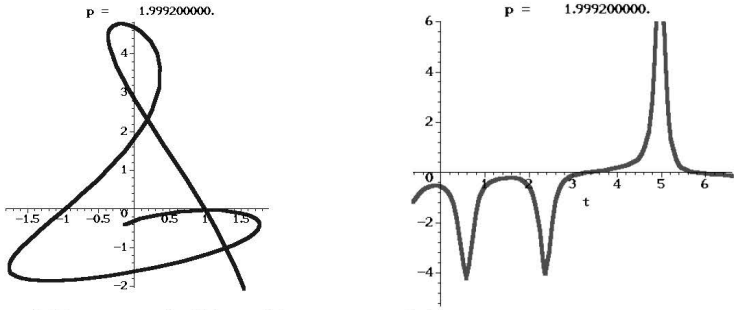


Рис. 3. Елемент сім'ї і графік кривини $k(t)$ для значення параметра p=2.

Далі вивчимо зміну графіка функції $k(t)$ залежно від параметра p. Для цього розглянемо графік невід'ємної частини функції $k = k(t)$ на відрізку [1,5; 2,3]. Криволінійна трапеція, обмежена графіком і трьома відрізками прямих (відрізок [1,5; 2,3] осі p і два відрізки прямих $p = 1{,}5$ і $p = 2{,}3$), називається *підграфіком функції k(p)*. Площа підграфіка є деяке постійне число. Однак можна розглянути змінну величину – підграфік функції $k(t)$ залежно від параметра p. Тоді площа підграфіка буде не постійною, а функцією від p: $S = S(p)$.

Обчислювати площу підграфіка будемо за формулою

$$S(p) = \int_{t1}^{t2} F(t,p)dt, \tag{3}$$

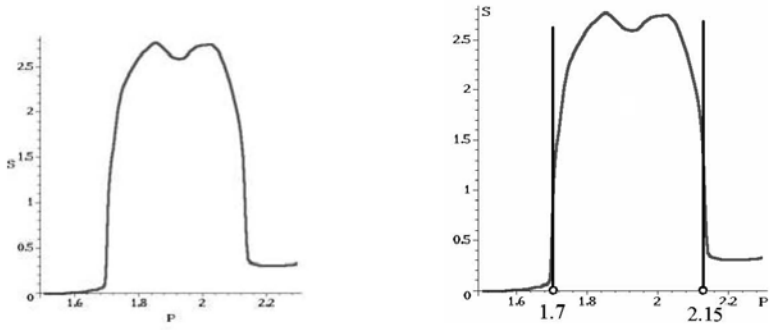
де $F(t,p)=(k(t,p)\vee 0)\wedge k_{max}$. Тут k_{max} - деяке значення, що обмежує графік функції $k(t)$, $\vee$ і $\wedge$ - знаки R- диз'юнкції і R–кон'юнкції [5].

В результаті одержимо графік функції зміни площі підграфіка S(p) (рис. 4а). Його особливість полягає у тому, що у випадку зміни елементів сім'ї на якісному рівні до його складу мають залучатися лінійні елементи, розташовані паралельно осі ординат (рис. 4б). І що характерно, координати на осі абсциси цих відрізків матимуть значення, які відповідатимуть критичним значенням керуючого параметра p.

У даному випадку p=1,7 і p=2,15, що збігається з критичними значеннями параметра, одержаними «в режимі» спостережень за анімаційними зображеннями.

Але у графіка кривини $k(t)$ існує ще і від'ємна частина, для якої також необхідно вивчити зміну графіка функції $k(t)$ залежно від параметра p. Для цього відобразимо графік кривини $k(t)$ симетрично відносно осі абсцис і також розглянемо графік невід'ємної частини функції $k = k(t)$ на відрізку [1,5; 2,3].

В результаті інтегрування за формулою (5) одержимо другий графік функції зміни площі підграфіка $S(p)$ (рис. 5а). Йому також властива зазначена вище особливість, згідно якій до його складу залучаються лінійні елементи, розташовані паралельно осі ординат (рис. 5б). І при цьому координати на осі абсциси цих відрізків матимуть значення, що також відповідатимуть критичним значенням параметра p=1,7 і p=2,15.

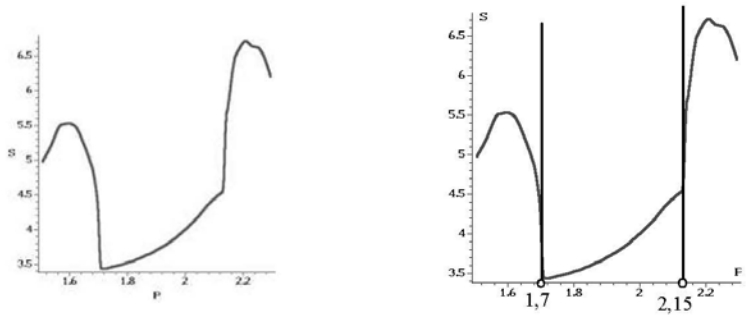


а б

Рис. 4. Графік функції зміни площі підграфіка S(p) та його особливості

Отже, елементи сім'ї кривих мають змінити характер викривленості при значеннях параметра p = 1,7 і p = 2,15, що збігається з результатом, одержаним вище за допомогою анімації.

В результаті сформулюємо правило визначення критичних значень керуючого параметра p сім'ї кривих: необхідно знайти координати на осі абсцис вертикальних складових на графіку $S=S(p)$ залежності від параметра p площі підграфіка функції кривини. Правило легко формалізується за допомогою «алгоритму сортування».



а б

Рис. 5. Другий графік функції зміни площі підграфіка S(p) та його особливості

Подальші дослідження пов'язані із застосуванням наведеного способу до інтегральних траєкторій диференціальних рівнянь.

Висновки. Наведений графоаналітичний спосіб визначення кричних значень параметрів фазових траєкторій диференціальних рівнянь маятникового типу дозволить розв'язувати деякі задачі якісної теорії диференціальних рівнянь. Адже мета зазначеної теорії полягає в тому, щоб, не розв'язуючи диференціальне рівняння й по можливості взагалі уникаючи обчислень, визначити ряд якісних властивостей рішень. Причому часто саме ці властивості й становлять особливий інтерес як для самої теоретичної механіки, так і для її впроваджень стосовно маятникових коливань.

Бібліографічний список.

1. *Понтрягин Л.С.* Обыкновенные дифференциальные уравнения. / *Л.С.Понтрягин.*- М.: Наука, 1974. — 331 с.
2. *Пантелеев А.В.* Обыкновенные дифференциальные уравнения в примерах и задачах. / *А.В.Пантелеев, А.С.Якимова, А.В.Босов* - М.: Высш. шк., 2001. – 381 с.
3. *Китаев Д.Б.* Развитие качественной теории дифференциальных уравнений в XIX столетии. *Д.Б. Китаев.*- Дис. канд. техн. наук: 07.00.10 – История науки и техники (по физико-математическим наукам). *Д.Б. Китаев* - М: Институт истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова РАН. – 2011. – 140 с.
4. *Мищенко А.С.* Сборник задач по дифференциальной геометрии и топологии. - А.С.*Мищенко, Ю.П.Соловьев , А.Т.Фоменко* – М: Изд. ФМЛ, 2001. – 352 с.
5. *Рвачёв В. Л.* Геометрические приложения алгебры логики. - *В.Л.Рвачёв* — Киев: Техніка, 1967.- 213 с.

УДК 514.18:536.3

ГЕОМЕТРИЧНЕ КОСТРУЮВАННЯ СІВАЛКИ-САДЖАЛКИ КАРТОПЛІ

Точинський В. О., студент
Кривошеєв В. С., доцент
Ясінський В. В., професор
Юрчук В. П., д.т.н., професор
Національний технічний університет України "КПІ". Україна

Анотація: *стаття присвячена малогабаритному сільськогосподарському мотоблоку для посадки картоплі.*

Ключові слова: *конструювання, мотолебідка, сільськогосподарська техніка, сіялка-саджалка.*

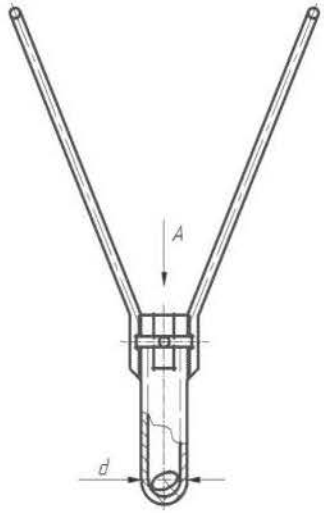
Постановка проблеми. Розвиток техніки та технологій ставить недоцільним обробку землі без застосування сільськогосподарської техніки. Однак використання великогабаритної сільськогосподарської техніки викликає ряд незручностей. Тому компактна та зручна в експлуатації і транспортуванні мотолебідка виступає розумною альтернативою.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Аналіз проблеми мобільності та зручності в експлуатації техніки для обробки земної ділянки приводився не однократно інженерами-конструкторами у більшості тематичних журналах та у технічній літературі. Зокрема у статті Г. Одегова "Мотоблок: стоять или двигаться?", опублікованій в "М-К" №6 за 1990 рік [1].

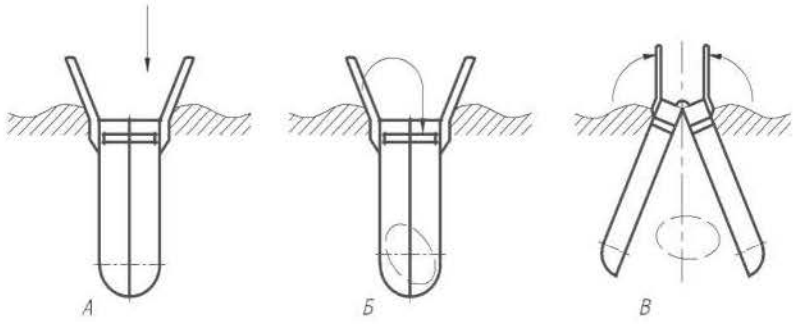
Формулювання цілей тез. Ціллю роботи є покращення процесу обробки землі та зменшення затрачених робочих годин шляхом використання малогабаритної сільськогосподарської техніки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Використання мотолебідки у сільському господарстві є дуже перспективним, оскільки це єдиний у своєму роді агрегат, який можна зберігати на балконі, перевозити з місця роботи на багажнику велосипеда і яким можна обробити ділянку площею в чотири гектари всього лише за п'ять робочих годин. Можна садити картоплю під плуг одночасно з оранкою земельної ділянки. Плуг або окучник врізається в землю сам, залишається тільки направляти його, на відміну від мотоблока або лопати. Сівалка-саджалка виступає еталоном простоти та лаконічності конструкції, а також своєї багатофункціональності. У мотолебідки перед будь-яким трактором є перевага — вона абсолютно не роздавлює дощових черв'яків, котрі є основними постачальниками ґрунтового гумусу. На відміну від мотоблока мотолебідка компактніша. Після проходження трактора про черв'яків не

може йти і мови. До того як починати працювати даним інструментом, необхідно попередньо обробити ґрунт. Ґрунт повинен бути рихлим та не містити в собі великих грудок землі. Із сівалкою-саджалкою глибина подсадки бульби картоплі досягає 15 см, але оптимальною глибиною буде 10 см. Перевага посадки картоплі за допомогою цього агрегату - рівномірність посадки, що дуже важливо при підняті вже дозрілих бульб, під час збору врожаю. Варто відмітити, що для того, щоб при посадці картоплі "під плуг" її листя не виростали невпорядковано, що несло б за собою необхідність робити прополку вручну, звичайною ганчіркою, необхідно використовувати мірні канати, на яких через кожні 0,6 м зав'язані вузли. У результаті виходять гнізда-квадрати із розміром ділянки 0,6х0,6 м. Таким чином є можливість механізувати і прополку.



Фіг. 1. Загальна схема пристрою



Фіг. 2. Схема дії пристрою

Новим є те, що поверхня мотолебідки має форму напівсфери. Таким чиному забезпечується максимальне використання матеріалу та збільшується використовуваний об'єм сталевої труби. При проходженні мотолебідки по земельній ділянці кількість засіяної картоплі буде більшою, збільшиться і максимальна глибина заглиблення мотолебідки у ґрунт та маневреність самої мотолебідки.

Невелике вдосконалення дає в результаті значну перевагу та якість роботи від цього тільки збільшується. Схема дії пристрою передбачає розкриття основи мотолебідки на дві однакові частини, які можна розглядати як жолоби. Переріз в такому випадку буде становити з'єднання цих жолобів, які мають форму четвертини сфери при основі.

Висновки:

1. Запропонований підхід по посадці картоплі має значні переваги перед трактором у мобільності та якості. Мотолебідку повинен мати кожен поважаючий себе господар, адже її можна використовувати для оранки та для інших господарських потреб.
2. Запропонована форма снови у вигляді напівсфери длямотолебідки дає більший об'єм у порівнянні із симетрично зрізаною під сорок п'ять градусів трубою та не при цьому не має негативного ефекта на процес і результат посіву земельної ділянки.

Бібліографічний список

1. *В. Радьков.* На картошку - без лопаты!//Моделист-Конструктор – Вып.10. – М..: АО «Молодая гвардия», 1992. – Вып. 10. С. 6.
2. *Босой Е. С., Верняев О. В., Смирнов И. И., Султан-Шах Е. Г.*, Теория, конструкція и расчет селькохозяйственных машин. М: Машиностроениеб 1977-568 С.
3. *Желиговский В. А.* Основы теории технологического процесса вспашки//Докл. ВАСХНИЛ. – 1947. Вып. 11.

УДК 519.7+519.6

КРИПТОГРАФІЧНИЙ СПОСІБ ПОПІКСЕЛЬНОГО ШИФРУВАННЯ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Устенко С. А., д. т. н.,
Соколенко В. В., магістрант
Миколаївський національний університет
ім. В. О. Сухомлинського (Україна, м. Миколаїв)

Анотація *– у роботі розглядається проблема захисту цифрової інформації (зокрема графічної) криптографічним способом. Наведено приклад найпростішої криптосистеми, що застосовує теорему алгебри про розклад числа за степенями модуля для шифрування числового значення пікселя растрового зображення.*

Ключові слова *– безпека, шифрування, криптографія, криптосистема, комп'ютерна графіка.*

Постановка проблеми. Проблема захисту цифрової текстової інформації на сьогодні частково розв'язана, чого не можна сказати про графічні файли.

Криптографія дозволяє зашифровувати дані у вигляді байт-коду або у вигляді конкретного об'єкту: текстовий документ, зображення, відеофайл тощо.

Аналіз останніх досліджень. Взагалі, криптографія як наука почала існувати та розвиватися паралельно із суспільством, з потребою спілкуватися та збереженням секретів.

Широкі академічні дослідження криптографії з'явились порівняно нещодавно – починаючи з середини 1970-тих, разом із появою відкритої специфікації стандарту DES (Data Encryption Standard) Національного Бюро Стандартів США [3], публікацій Діффі-Хелмана та оприлюдненням алгоритму RSA [2].

Мета роботи. Розробити теоретичний і практичний апарат захисту зображень криптографічним методом.

Відповідно до мети у роботі поставлено головне завдання: розробити програмний продукт, що буде зашифровувати та розшифровувати растрові зображення.

Основна частина. *Криптографія* (від грецького *kryptos* – прихований і *graphein* – писати) – наука про математичні методи забезпечення конфіденційності (неможливості прочитання інформації стороннім) і автентичності (цілісності і справжності авторства) інформації. Розвинулася з практичної потреби передавати важливі відомості найнадійнішим чином.

У будь-якої криптографічної системи є дві невід'ємні складові: спосіб шифрування та ключ. Ключ застосовується як для шифрування, так і для дешифрування даних (не завжди той самий).

На рис. 1 показано графічний інтерфейс користувача програмного продукту, що розробляється, для шифрування та розшифрування зображень.

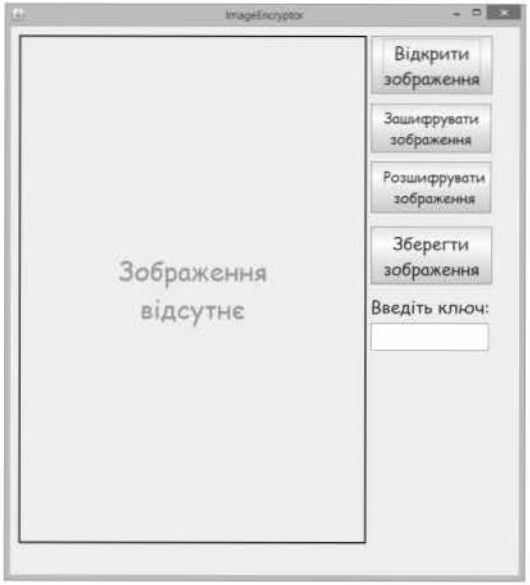


Рисунок 1. Інтерфейс користувача програмного продукту

У загальному випадку зображення являє собою набір пікселів. Кожен піксель має свій колір, який може подаватись різними способами (в залежності від кількості його значень). Однією з найпоширеніших є адитивна кольорова модель RGB. У ній числове значення кожного пікселя належить інтервалу [0; 16 777 215], де найбільше значення еквівалентне $256^3 - 1$.

Зображення можна отримати за допомогою такого коду:

```
Image = ImageIO.read(new File(imagePath));
```

Більшість криптографічних систем при шифруванні пікселів зображення, вимагали б залученням додаткових файлів для збереження ключа, за допомогою якого і здійснюється шифрування. Проте зручніше було б застосовувати лише один файл, який включав би як графічну інформацію, так і зашифровані дані.

Це можна забезпечити лише тоді, коли паралельно із зчитуванням пікселю з зображення замінювати його зашифрованим. Складність розшифровування даних досить велика, оскільки не існує методів, які б з поліноміальною швидкістю розшифрували б дані не маючи ключа [1, с.45].

У масив даних зчитуємо числові значення пікселів та розкладаємо їх за степенями числа 256 (метод encr):

```
for(int i = 0; i < image.getWidth(); i++)
    for(int j = 0; j < image.getHeight(); j++){
        pixels[i][j] = image.getRGB(i, j);
        image.setRGB(i, j, encr(pixels[i][j]));
    }
```

З курсу алгебри відомо, що будь-яке ціле число a можна розкласти за степенями цілого числа $b > 1$. При цьому розклад числа a матиме вигляд:

$$a = a_n b^n + a_{n-1} b^{n-1} + \ldots + a_1 b + a_0.$$

Застосовуючи дане твердження опишемо метод encr:

```
public int encr(int pixel,int i,int j){
    int temp = keyEncr(pixel);
    if(Math.abs(temp)>16000000){
        pixels[i][j]=temp/16000000;
        temp%=16000000;
    }
    else
        pixels[i][j]=0;
    return temp;
}

public int keyEncr(int pixel){
    ArrayList <Integer> list=new ArrayList<>();
    int temp;
    int newPixel=0;
    while(pixel!=0){
        temp=pixel%key;
        pixel/=key;
        list.add(temp);
    }
    for(int i=0;i<list.size();i++){
        temp=list.get(i);
        newPixel+=temp*Math.pow(1000, i);
    }
    return newPixel;
}
```

Оскільки при шифруванні найбільше значення пікселя може стати більше 16 777 215, то треба це число розділити на 16 000 000 і записати частку у масив, а для пікселя залишити остачу від ділення на 16 000 000.

Для розшифровування такого зображення треба числове значення кожного пікселю повернути у початкове положення:

```
public int decr(int pixelValue, int i, int j){
        int pixel=pixelValue;
```

```
            if(pixels[i][j]!=0)
                pixel+=pixels[i][j]*16000000;
            int start=keyDecr(pixel);
            return start;
        }

    public int keyDecr(int pixel){
            int temp;
            int startPixel=0;
            int i=0;
            while(pixel!=0){
                temp=pixel%1000;
                pixel/=1000;
                startPixel+=temp*Math.pow(key, i);
                i++;
            }
            return startPixel;
        }
```

Результати шифрування вихідного зображення (рис. 2) за допомогою розробленого програмного продукту наведено на рис. 3. Дане зображення зашифровано зі значенням ключа 301.

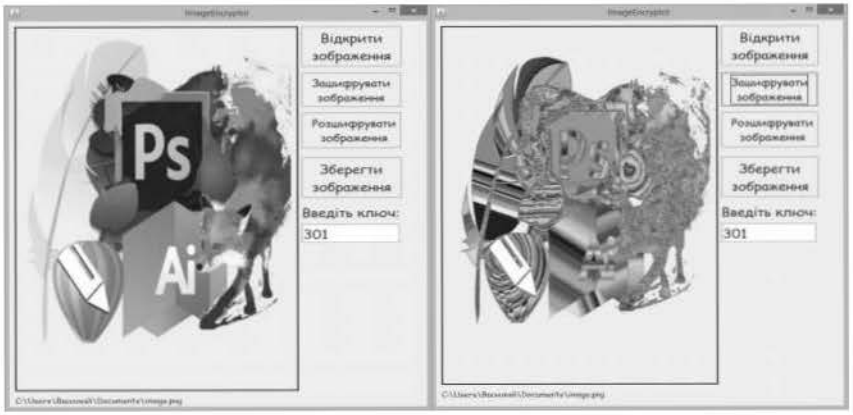


Рисунок 2. Вихідне зображення та зашифроване зображення

Зашифровуючи даним методом кожен піксель, ми отримуємо нове зображення. При цьому, чим більш насичене кольорами початкове зображення, тим краще працює криптографічний алгоритм (рис. 3).

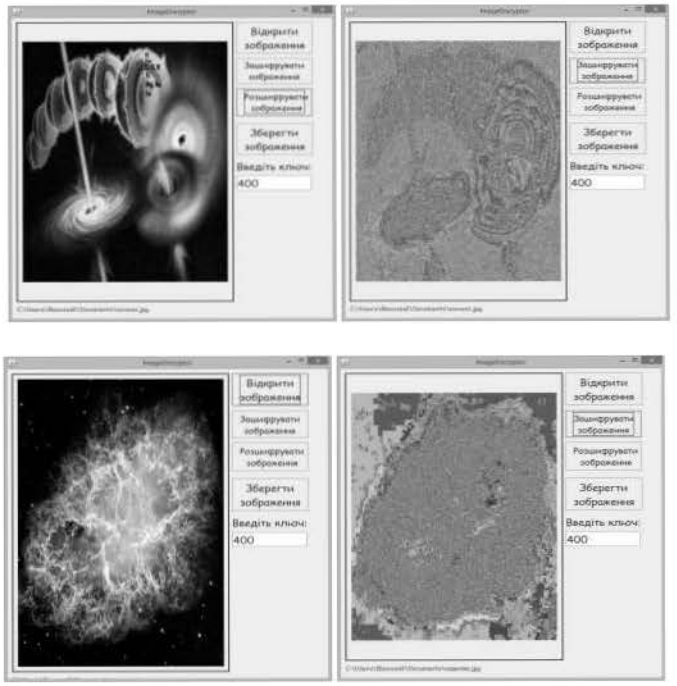


Рисунок 3. Залежність ефективності криптографічного методу від насиченості початкового зображення кольорами

Висновки. Отже, криптографічні методи забезпечують можливість захищати не лише текстову, а й графічну інформацію. Найпростіший спосіб захисту зображення – попіксельне шифрування числових значень зображень. У роботі досягнуто поставленої мети та завдання: розробили програмний продукт, який міг би зашифровувати графічну інформацію, використовуючи числові значення пікселів самого зображення.

Бібліографічний список

1. *Ишмухаметов Ш. Т.* Математические основы защиты информации / Ишмухаметов Ш. Т., Рубцова Р. Г. – Казань: 2012. – 138 с.

2. *Rivest R. L., Shamir A., Adleman L.* A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: *http://people.csail.mit.edu/rivest/Rsapaper.pdf*

3. *Семенов Ю. А.* Алгоритм DES: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: *http://book.itep.ru/6/des_641.html.*

УДК 514.18

ОСНОВНОЙ АЛГОРИТМ СПОСОБУ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ НА ОСНОВІ РОЗВ'ЯЗАННЯ СХЕМ КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ УПРАВЛЯЮЧОГО КОЕФІЦІЄНТУ

Франчук Ю.О.
Спірінцев Д.В., к.т.н.
Мелітопольська школа прикладної геометрії
Мелітопольський державний педагогічний університет
ім. Б. Хмельницького, (Україна, м. Мелітополь)

Анотація *– в роботі розглядається основний алгоритм способу інтерполяції, що базується на методі згущення на основі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів.*

Ключові слова *– дискретно представлена крива, інтерполяція, варіативне дискретне геометричне моделювання, різницеві схеми, керуючий коефіцієнт.*

Постановка проблеми. Важливим напрямком науково-технічного розвитку країни є розробка нових технологій, що сприяють підвищенню конкурентоспроможності промислового та сільськогосподарського виробництва. За допомогою геометричного моделювання можливе вирішення багатьох 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 і поверхонь, є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Проведені у рамках варіативного дискретного геометричного моделювання (ВДГМ) дослідження [1,2], показали ефективність розроблених методів для розв'язання задач дискретної інтерполяції кривих довільної форми. У публікаціях [1,2] були розглянуті варіанти накладання додаткових умов, що призводили до формування різницевих схем. Однак запропонований при цьому алгоритм побудови точок згущення на серединному перпендикулярі відповідної ланки супровідної ламаної лінії (СЛЛ) не давав можливості довільного варіювання формою моделюємої кривої. У попередніх публікаціях [3,4] було розглянуто застосування різноманітних додаткових умов моделювання у методі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів, однак, можливості подальшого вдосконалення та розвитку, узагальнень та систематизації досліджень у даному напрямку ще не вичерпані.

Формулювання цілей статті. Метою статті є збільшення варіативності розв'язку при керуванні формою згущеної кривої у методі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів.

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 широкої варіації в системі рівнянь запропонованої в роботі [3] варіативної схеми згущення (1) на основі кутових параметрів:

$$(1-\eta_{i-1})\gamma^1_{i-0.5}+\gamma^1_i+\eta_i\gamma^1_{i+0.5}=\gamma^0_i, \quad i=\overline{1;n-1}, \tag{1}$$

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^1_i, γ^1_{i+1} та в точці згущення $\gamma^1_{i+0,5}$ між ними. Тому для отримання однозначного рішення системи (1) необхідно задати щё n умов. Будемо використовувати додаткові умови на співвідношення між кутами γ^1_i. В роботі [4] були розглянуті різноманітні варіанти накладання додаткових умов на співвідношення кутів суміжності, які призводили до формування різницевих схем першого та другого порядку.

Використання описаних додаткових умов можливо на основі використанням **основного алгоритму** розрахунку координат точок згущення, який полягає у наступному.

- Визначаються геометричні характеристики вихідної ДПК:
- довжина ланок l_i

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

- кути суміжності γ^0_i у вузлах до згущення

$$\gamma^0_i=\pm arccos\left(\frac{a_1a_2+b_1b_2}{\sqrt{(a_1^2+b_1^2)\cdot(a_2^2+b_2^2)}}\right), \quad i=\overline{1,n-1}; \tag{3}$$

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

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

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^0_n вузлах ланок вихідної ДПК:

– для незамкненої кривої

$$\gamma^0_0=\gamma^0_1, \quad \gamma^0_n=\gamma^0_{n-1}; \tag{4}$$

– для замкненої кривої

$$\gamma_0^0 = \gamma_n^0 = \pm arccos\left(\frac{((x_1 - x_{n-1})^2 + (y_1 - y_{n-1})^2) - l_1^2 - l_n^2}{2 \cdot l_1 \cdot l_n}\right); \quad (5)$$

• кут нахилу α_0 першої ланки до осі Ox

$$\begin{cases} \alpha_0 = arcsin\dfrac{y_1 - y_0}{[0,1]}, & якщо \quad \Delta x_1 = [x_1 - x_0] > 0, \\ \alpha_0 = -180^0 - arcsin\dfrac{y_1 - y_0}{[0,1]}, & якщо \quad \Delta x_1 = [x_1 - x_0] < 0. \end{cases} \quad (6)$$

• кути α_i, $i = \overline{1,n-1}$

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

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

• Визначаються значення коефіцієнтів η_i.

$$\eta_i = \frac{\gamma_i^0}{\gamma_i^0 + \gamma_{i+1}^0}, \; i = \overline{0;n-1}. \quad (7)$$

• 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 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).

$$\gamma_{i+0,5}^1 = k\left(\gamma_i^1 + \gamma_{i+1}^1\right), \; i = \overline{1;n-1}, \quad (8)$$

де k – деяке фіксоване число.

Використання додаткової умови (8) у сукупності з варіативною схемою (1) призводить до формування різницевої схеми другого порядку, яку в загальному вигляді можна записати наступним чином:

$$\begin{aligned} &(1-\eta_{i-1})\gamma_{i-0,5}^1 + \gamma_i^1 + \eta_i\gamma_{i+0,5}^1 = \gamma_i^0, \qquad i = \overline{1;n-1}; \\ &(1-\eta_{i-1})\gamma_{i-0.5}^1 + (1 + 1/k)\gamma_{i+0,5}^1 + \eta_{i+1}\gamma_{i+1.5}^1 = \gamma_i^0 \; i = \overline{1;n-1}. \end{aligned} \quad (9)$$

Для розв'язання різницевої схеми (9) 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)

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

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

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

•Розраховуються геометричні характеристики згущеної ДПК.

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

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

• перевищення точок згущення над відповідними хордами

$$m_{i-0.5}^1 = -l_i \cdot \lambda_i \cdot tg(\eta_{i-1} \cdot \gamma_{i-0.5}^1), \quad i = \overline{1;n}; \quad (13)$$

• кути нахилу ланок згущеної СЛЛ ДПК до осі Ox

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

•координати точок згущення

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

• Критерієм закінчення згущення є досягнення умови (16) на k-му кроці згущення

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

де $\varepsilon \ge 0$ – 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 ломаної лінії, що і вважається остаточною формою інтерполюючої кривої.

Розглянемо результат згущення тестової ДПК, представленої на рис. 1. Було зроблено по 4 кроки згущення тестової ДПК. Точки згущення кривих будувались на основі розв'язання різницевих схем, отриманих у результаті варіювання керуючого коефіцієнту k, значення якого приймались рівними: *0.5, 1.5.* В процесі згущення значення управляючих параметрів обирались для усіх варіантів різницевих схем з середини багатокутника рішень.

Хотілося б відмітити, що в результаті проведення розрахунків були визначено, що при збільшенні значення управляючого коефіцієнту k зменшується кількість кроків згущення, необхідних для досягнення критерію закінчення згущення ε, та при цьому спостерігається збільшення «угловатості» форми кривої.

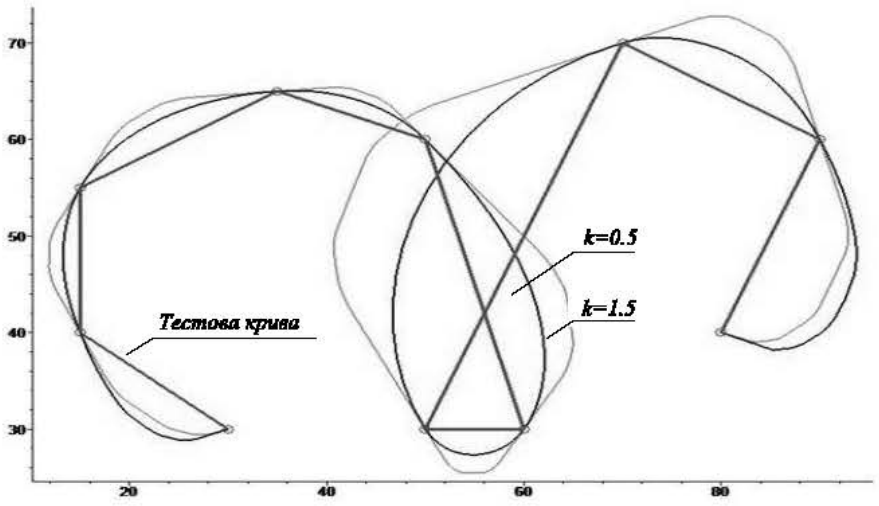


Рис. 1. – Результат згущення тестової ДПК (*4 кроки*).

Висновки. Представлено основний алгоритм способу інтерполяції на основі розв'язання схем кутових параметрів з використанням управляючого коефіцієнту. Подальші роботи у цьому напрямку будуть спрямовані на визначення оптимального значення коефіцієнта k у залежності від декількох додаткових умов моделювання одночасно.

Бібліографічний список

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. - Мелитополь, 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, ТГАТУ, 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. Спірінцев // [Електронний ресурс] Науковий вісник Тавр. держ. агротехнолог. університету / ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 1, т.2. – С. 150-160.

УДК 514.18

МЕТОД ПОШУКУ ГЛОБАЛЬНОГО ЕКСТРЕМУМУ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ В ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПЛОСКИХ НЕОРІЄНТОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ З КУСОЧНО-НЕЛІНІЙНИМИ ГРАНИЦЯМИ

Чашля Ю.С., ад'юнкт[*],
Соболь О.М., д.т.н.
Національний університет
цивільного захисту України (Україна, м. Харків)

***Анотація** – в даній роботі розроблено модифікований метод гілок та меж для пошуку глобального екстремуму цільової функції в задачі оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутній області змінної довжини.*

***Ключові слова** – метод гілок та меж, глобальний екстремум, оптимальне розміщення, неорієнтовані об'єкти з кусочно-нелінійними границями.*

Постановка проблеми. На теперішній час існує актуальна науково-прикладна проблема розробки теоретичних основ геометричного моделювання оптимізації розміщення плоских об'єктів з нелінійними границями в заданих областях. Одним із перспективних напрямків у рамках даної проблеми є дослідження задач нерегулярного розміщення неорієнтованих плоских геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями. Особливість даних задач полягає у наступному: по-перше, наявність нелінійних фрагментів границь призводить до необхідності враховувати нелінійні обмеження на параметри розміщення відповідних об'єктів; по-друге, геометричні об'єкти є неорієнтованими, що збільшує розмірність даних задач за рахунок збільшення параметрів розміщення даних об'єктів. Таким чином, врахування даних особливостей зумовлює розробку нових моделей та методів геометричного моделювання оптимізаційного розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях.

Аналіз останніх досліджень. Дослідженню задач оптимізаційного розміщення плоских орієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-неленійними границями присвячено, наприклад, роботу [1]. В роботі [2] досліджено питання геометричної інформації в задачах оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями. Роботу [3] присвячено розробці математичної моделі оптимізації розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-

[*] Науковий керівник – д.т.н., с.н.с. Соболь О.М.

нелінійними границями та дослідженню її особливостей.

Формування цілей (постановка завдання). В даній роботі необхідно розробити метод пошуку глобального екстремуму цільової функції в задачі оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутній області змінної довжини.

Основна частина. Розглянемо постановку задачі. Нехай у двовимірному просторі задано об'єкти розміщення $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$, $i = 1,2,\ldots,N$, з кусочно-нелінійними границями. Дані об'єкти є неорієнтованими і задаються послідовністю своїх вершин $\{v_{i1}, v_{i2}, \ldots, v_{im_i}\}$, $v_{id} = (x_{id}(\theta_i), y_{id}(\theta_i))$, $d = 1,2,\ldots,m_i$, у локальній системі координат, причому нумерація вершин здійснюється проти годинникової стрілки. Кожна пара вершин (v_{id}, v_{id+1}) з'єднується фрагментом кривої 2-го порядку:

$$a_{i,dd+1,1}(\theta_i)x_i^2 + a_{i,dd+1,2}(\theta_i)x_i y_i + a_{i,dd+1,3}(\theta_i)y_i^2 + a_{i,dd+1,4}(\theta_i)x_i + \\ + a_{i,dd+1,5}(\theta_i)y_i + a_{i,dd+1,6}(\theta_i) = 0, \quad (1)$$

де $a_{i,dd+1,c}(\theta_i)$, $c = 1,\ldots,6$ – параметри квадратичної форми, що описує фрагмент границі між вершинами v_{id} та v_{id+1} об'єкта $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$.

Необхідно розмістити об'єкти $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$, $i = 1,\ldots,N$, у прямокутній області $S_0(l,b)$ таким чином, щоб її довжина l була мінімальною і при цьому виконувались обмеження на:

– взаємний неперетин об'єктів $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ та $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$, $i = 1,\ldots,N$, $j = i+1,\ldots,N$;

– належність об'єктів $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ області $S_0(l,b)$.

Введемо вектор параметрів $u = (u_1, u_2, \ldots, u_N)$, $u_i = (x_i, y_i, \theta_i)$, $i = 1,\ldots,N$, $u \in R^q$, $q = 3N$. Вектор всіх змінних задачі позначимо $Z = Z(u,l) \in R^{q+1}$. Тоді загальна модель оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями має наступний вигляд:

$$l^* = \arg\min_{u \in W} Z(u,l), \quad (2)$$

де W:

$$\Phi(x_i, y_i, \theta_i, x_j, y_j, \theta_j) \geq 0,\ i = 1,\ldots,N-1,\ j = i+1,\ldots,N; \quad (3)$$

$$\Phi_{cS_0}(x_i, y_i, \theta_i, 0, 0) \geq 0,\ i = 1,\ldots,N. \quad (4)$$

В моделі (2)÷(4) вираз (2) являє собою цільову функцію задачі; вираз (3) – умову взаємного неперетину об'єктів розміщення; вираз (4) – умову належності об'єктів області розміщення, причому cS_0 – доповнення S_0 до двовимірного простору. Слід відзначити, що для формалізації обмежень (3) і (4) використано апарат Ф-функцій, введений в роботах Ю.Г. Стояна [4]. У роботі [5] запропоновано спосіб побудови 0-рівня Ф-функції для плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями.

Геометрична інтерпретація умови (3) для фіксованих θ_i та θ_j наведена на рис. 1.

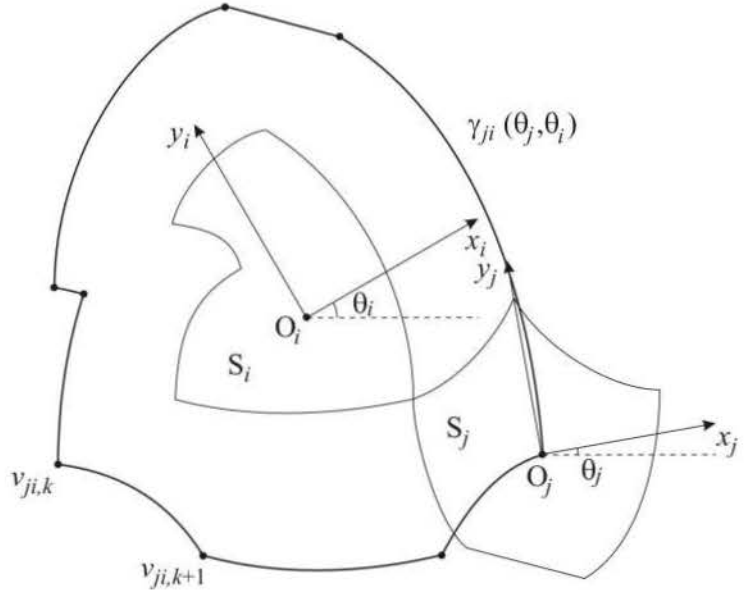


Рис. 1. Геометрична інтерпретація умови (3)

У загальному випадку, умова дотику об'єктів $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ та $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$, має вигляд:

$$a_{ji,kk+1,1}(\theta_j,\theta_i)x^2 + a_{ji,kk+1,2}(\theta_j,\theta_i)xy + a_{ji,kk+1,3}(\theta_j,\theta_i)y^2 + \\ + a_{ji,kk+1,4}(\theta_j,\theta_i)x + a_{ji,kk+1,5}(\theta_j,\theta_i)y + a_{ji,kk+1,6}(\theta_j,\theta_i) = 0; \quad (5)$$

де $a_{jl,kk+1,t}(\theta_j,\theta_i)$, $t=1,\ldots,6$ – параметри квадратичної форми, що описує фрагмент між k та $(k+1)$ вершинами контуру дотику $\gamma_{jl}(\theta_j,\theta_i)$ об'єктів $S_j(x_j,y_j,\theta_j)$ та $S_i(x_i,y_i,\theta_i)$, $j=1,\ldots,N$, $i=1,\ldots,N$, $j\neq i$;

На рис. 2 наведена геометрична інтерпретація умови (4) для фіксованого θ_i.

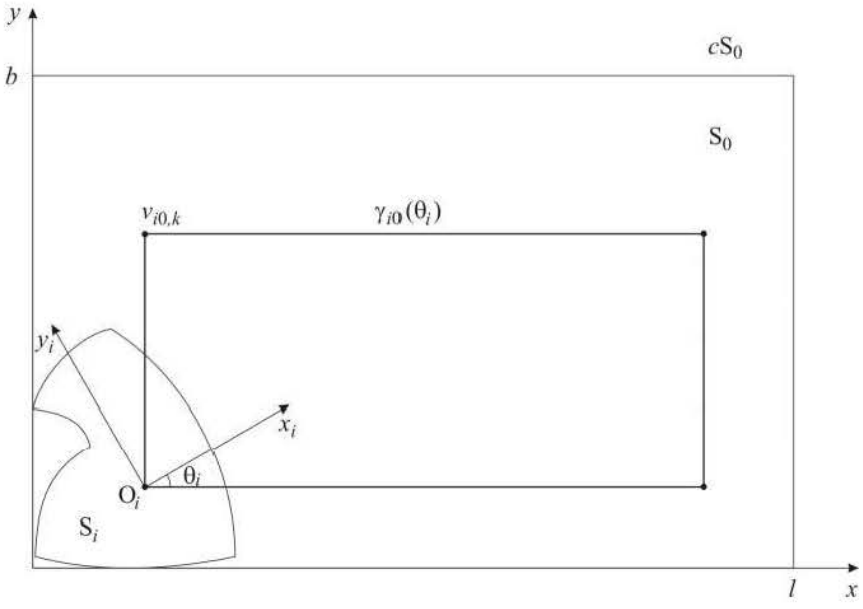


Рис. 2. Геометрична інтерпретація умови (4)

Таким чином, умова дотику об'єкта $S_i(x_i,y_i,\theta_i)$ та доповнення області S_0 до двовимірного простору записується так:

$$a_{i0,k}(\theta_i)x+b_{i0,k}(\theta_i)y+c_{i0,k}(\theta_i)=0; \qquad (6)$$

$k=1,\ldots,4$.

Для пошуку глобального екстремуму цільової функції (2) побудуємо дерево розв'язків, що наведене на рис. 3.

Кожен рівень дерева розв'язків відповідає незалежній змінній даної задачі, кількість яких дорівнює $3N+1$. На відповідному рівні дерева розв'язків записуються рівняння фрагментів контурів дотику геометричних об'єктів. Наприклад, для рівня дерева, що відповідає

незалежній змінній x_1, записуються ті рівняння, до яких входить дана змінна.

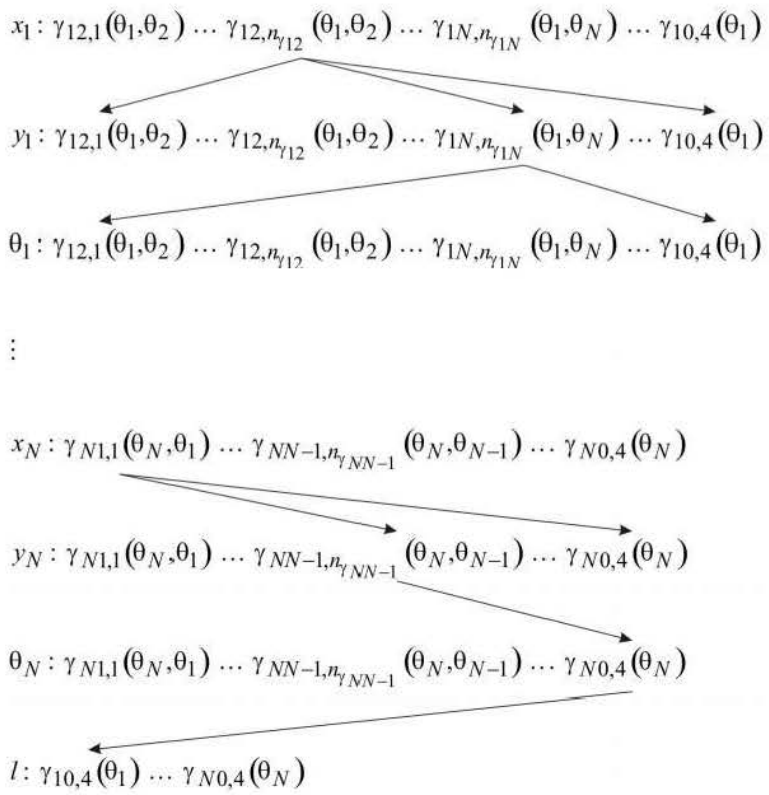


Рис. 3. Дерево розв'язків

Повний перебір гілок дерева розв'язків, що наведене на рис. 3, дозволить визначити глобальний екстремум цільової функції (2). Для одержання припустимих значень цільової функції задачі необхідно розв'язати систему з $3N+1$ рівнянь (як лінійних, так і нелінійних), причому фрагмент контуру $\gamma_{jl,k}(\theta_j,\theta_i)$ описується рівнянням виду (5), а контуру $\gamma_{i0,k}(\theta_i)$ – рівнянням виду (6).

Неприпустимі гілки дерева розв'язків відсікаються за допомогою відповідних правил.

Верхня оцінка складності (кількості систем рівнянь, які необхідно розв'язати для визначення параметрів розміщення відповідних геометричних об'єктів) розробленого модифікованого методу гілок та меж має вигляд:

$$O = N \cdot \prod_{i=1}^{N} \left(\sum_{\substack{j=1, \\ j \neq i}}^{N} n_{\gamma_{ij}} + 4 \right)^3; \qquad (4.11)$$

де N – кількість об'єктів розміщення;

$n_{\gamma_{ij}}$ – кількість фрагментів контуру дотику об'єктів $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ та $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$.

Висновки. В даній роботі розроблено модифікований метод гілок та меж для пошуку глобального екстремуму цільової функції в задачі оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутній області змінної довжини. Одержано верхню оцінку складності даного методу. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку алгоритмічного та програмного забезпечення, що дозволить здійснити комп'ютерне моделювання оптимізаційного розміщення вищезазначених об'єктів на прикладах важливих практичних задач, які характерні для різних галузей.

Бібліографічний список

1. *Попова А.В.* Модель та метод оптимізації розміщення плоских орієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями / *А.В. Попова* // Сучасні проблеми моделювання. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – Вип. 2. – С. 88-93.

2. *Чапля Ю.С.* Геометрична інформація в задачах оптимізації розміщення плоских геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями / *Ю.С. Чапля, А.В. Попова, О.М. Соболь* // Матеріали III-ї Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності». Вип. 3. – К.: ДІЯ, 2014. – С. 214-219.

3. *Комяк В.М.* Математична модель оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями / *В.М. Комяк, О.М. Соболь, Ю.С. Чапля* // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон: ХНТУ, 2014. – Вып. 3(50). – С. 300-305.

4. *Стоян Ю.Г.* Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / *Ю.Г. Стоян, С.В. Яковлев.* – К.: Наукова думка, 1986. – 268 с.

5. *Соболь О.М.* Спосіб побудови 0-рівня Ф-функції для плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями // *О.М. Соболь, Ю.С. Чапля* // Сучасні проблеми моделювання. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – Вип. 3. – С. 119-125.

УДК 631.312.62

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ

Юрчук В.П., д.т.н.,
Каршюк В.В., пошукач*,
Святина М.А., аспірант*
Шевченко Я.М., студент
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". (Україна, м. Київ)

Анотація *- розглядається питання геометричного моделювання пристрою для викопування коренебульбоплодів. Пристрій відноситься до області сільськогосподарського машинобудування, найбільш доцільно застосовувати його для викопування коренебульбоплодів. При збиранні врожаю, необхідно відрегулювати відстань між фрезами залежно від різновиду коренебульбоплодів, що збираються, і глибини їх залягання в ґрунті.*

Ключові слова *- леміш, засоби вібраційної дії, мотовило, ланцюгова трансмісія, двосхилий відвал, збирання коренебульбоплодів, робочі органи.*

Постановка проблеми. Збирання коренебульбоплодів 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 коренебульбоплодів існує багато, але всі вони мають великі габаритні розміри, можуть використовуватись лише на великих ділянках, потребують значних витрат пального, до того ж часто пошкоджують овочі під час викопування. При цьому для збирання кожного типу овочевих культур використовують окремі спеціальні комбайни, [1].

Аналіз останніх досліджень. Існуючі конструкції невеликих коренебульбокопачів не задовольняють потреб споживачів через низьку економічність, потребу в потужному двигуні і використання в них пасивних органів різання для підкопування ґрунту - пласких прямих лемешів, які не можуть бути використані для універсальних машин. Тому ефективність підкопування лемеша залежить від дотримання залежності його довжини, від площі поперечного 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 більшу за 13 см, але леміш такої малої довжини конструктивно важко

* *Науковий керівник - д.т.н., проф. Юрчук В.П.*

поєднати з органом сепарації плодів від ґрунту. При збільшенні довжини лемеша скорочується швидкість пересування пласта по його робочій поверхні, збільшуються витрати потужності, утворюється суцільний пласт ґрунту, який згруджується перед лемешем. Ґрунт мало подрібнюється, і тому його сепарація ускладнена.

Для більшого розпушування ґрунту і розсипання грудок в пристрої, підкопувальні леміші 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. Приклад ілюструється кресленнями, де на рис. 1 схематично зображено вигляд пристрою збоку в процесі викопування картоплі; на рис.2 наведено схематичне зображення пристрою зверху; на рис. 3 показано поперечний розріз прутків.

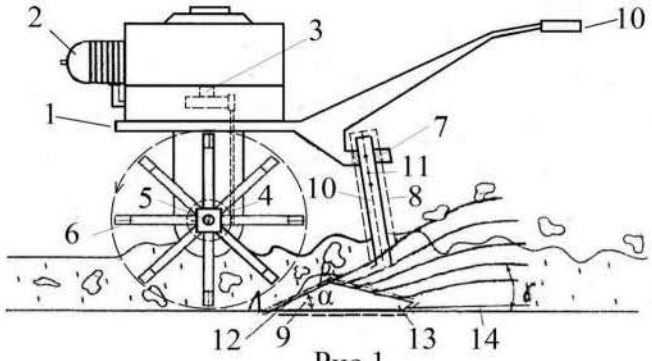


Рис.1

Пристрій містить раму (1), на якій закріплений приводний пристрій (2), горизонтально розташований вал (5), на якому на відстані одна від одної встановлені лопатеві фрези (6), які виконані у вигляді стержнів з підрізними ножами. Заміна дискових засобів підрізування засобами у вигляді лопатевих фрез сприяє поліпшенню умов їх заглиблення в ґрунт. Леміш (9) має звужений передній кінець (12) і розширений у формі "ластівчиного хвоста" задній кінець (13). До задньої частини лемеша вздовж сторін "ластівчиного хвоста" прикріплено подовжні пруткові елементи (14), які утворюють двосхилий відвал. Кожний прутковий елемент (14) одним своїм кінцем приєднаний до поверхні заднього кінця лемеша симетрично відносно осі його симетрії.

Елементи (14) лемеша встановлені так, що периферійні кінці (15) розташовані ближче до горизонтальної площини, в якій лежить нижня горизонтальна різальна крайка "А-А" і навпаки.

Залежно від ґрунту і умов викопування подовжні пруткові елементи (14) можуть бути прикріплені до поверхонь лемеша паралельно горизонтальній площині або під кутом до неї. Пруткові елементи (14) розташовані так, щоб максимальна відстань між периферійними кінцями (15) крайніх пруткових елементів дорівнювала відстані між лопатевими (6). Лопатеві фрези (6) встановлені з можливістю регулювання відстані між ними, при цьому максимальна відстань між фрезами не менша за найбільшу ширину залягання бульб в ґрунті, [2].

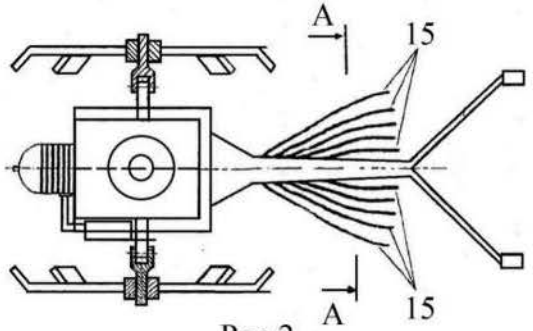


Рис.2

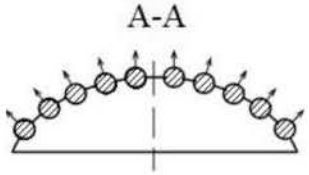


Рис.3

Пристрій працює таким чином. При збиранні врожаю, наприклад, картоплі необхідно відрегулювати відстань між фрезами (6) залежно від сорту картоплі і ширини її залягання в ґрунті. Регулювання відстані між фрезами у наведеному як, приклад, пристрої можна здійснювати від 22 до 28 см. Слід також визначити глибину залягання бульб і встановити леміш (9) на необхідній відстані від рами. Леміш встановлюють на глибину, не набагато більшу від глибини залягання бульб для визначеного сорту картоплі.

Потім необхідно вставити пристрій по центру рядка таким чином, щоб центр рядка проходив під редуктором пристрою. Оберти приводного валу передаються через черв'ячний редуктор на вал (5). Фрези (6) і кінець лемеша (9) занурюються в землю. Глибину занурення регулюють, опусканням або підійманням рукоятки керування (18). Щоб зробити леміш (9) придатним для підкопування ґрунту будь-якої товщини, задній кінець лемеша має форму "ластівчиного хвоста". Таке виконання заднього кінця дає можливість подовжити різальний орган і збільшити відстань між ним і двосхилим відвалом, приєднаним до задньої частини лемеша. Він підрізає пласт ґрунту за фрезами, діє лише на смугу ґрунту між фрезами. Пласт під дією недеформованого ґрунту зсувається вгору по робочій поверхні клина і руйнується. Ґрунт з бульбами просувається над поверхнею лемеша. Завжди при оптимальній довжині і куту нахилу робочої грані лемеша ґрунт розсипається і просувається, не утворюючи грудок перед робочою гранню лемеша.

Пруткові елементи встановлені таким чином, що бульба не може провалитись у отвори між елементами, а ґрунт просипається. Бульби залишаються зверху на пруткових елементах і виштовхуються на поверхню ґрунту. Винесені на поверхню бульби, завдяки ввігнуто-опуклих прутків, скочуються по похилих поверхнях відвалу від центру до периферії рядка і залишаються там для їх ручного збирання.

Висновки:

1). Пристрій відноситься до області сільськогосподарського машинобудування, зокрема до машин для викопування коренебульбоплодів, наприклад, буряків, моркви, картоплі, цибулі. Найбільш доцільно застосовувати винахід для викопування коренебульбоплодів, особливо картоплі, на присадибних ділянках або у невеликих фермерських господарствах.

2). Пристрій легкий в користуванні, керуванні і переналагоджуванні. Його легко транспортувати. Для його транспортування з однієї ділянки на іншу, на рамі пристрою передбачають засіб для встановлення транспортного колеса, яке демонтують перед початком викопування.

3). Пристрій розроблений таким чином, щоб звести до мінімуму технічні пошкодження коренебульбоплодів. Також він набагато простіший і дешевший, у виготовленні, та у процесі експлуатації.

Бібліографічний список

1. Юрчук В.П. Методические указания по геометрическому моделированию поверхностей выкапывающих рабочих органов корнеуборочных машин. — К.: КПИ, 1990. — 52 с.

2. *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.

3. Корабельский В.И. Обоснование формы и параметров почвообрабатывающих органов с помощью геометрического моделирования основных технологических требований: Диссертация доктора техн. наук по специальности 05.05.01 «Механизация с.-х. производства». – Челябинск, 1988. – 506 с

УДК 515.2:536.3

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КРОТОВИХ ДРЕН

Юрчук В. П., д.т.н., професор
Макаров В. І., к.т.н.
Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)
Грубич М. В., аспірант*
Райлян С. В. студент,
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", (Україна, м. Київ)

***Анотація** - рабочий орган для прокладки кротових дрен, який містить дренажний ніж з дренером, форсунки живлення для подачі в'яжучої суміші, а також ущільнювач-формувач який розміщений між розширювачем і дренером та має форсунки, який відрізняється тим, що ущільнювач-формувач та дрен 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. Дані дослідження відноситься до меліоративного будівництва, а саме до знарядь для прокладаня закритого дренажу.

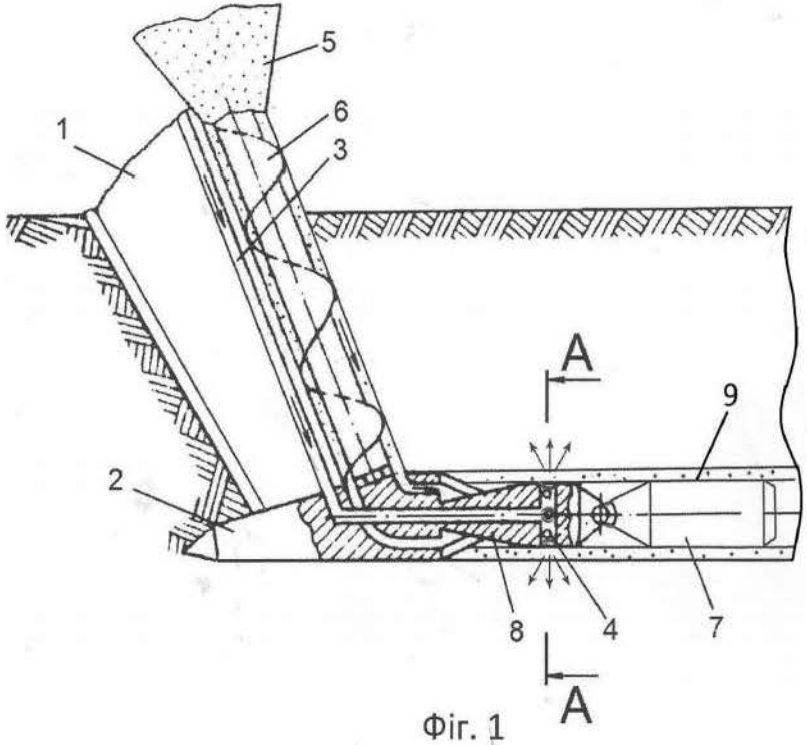
Відомий пристрій для прокладання кротових дрен, який містить дренажний ніж, дренер, форсунку з трубопроводом для живлення. Аналог - "Пристрій для кротування грунту'1 Патент України 45/33 А 7А01 013/00. Опубліковано 2002р. Бюлетень №3. Але цей пристрій не забезпечує якість роботи кротової дрени,[1].

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 дренером, форсунки з трубопроводом для живлення і уширювач, новим є те, що він оснащений ущільнювачем - формувачем, який розташований між розширювачем і дренером, і жорстко закріплий на останньому, при цьому форсунка встановлена в ущільнювачі-формувачі,[2].

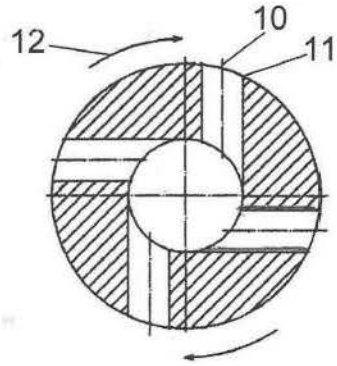
** Науковий керівник - д.т.н., проф. Юрчук В.П.*

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 дренером 2, живитель в'яжучої рідини з трубопроводом 3, форсунки 4, ємності 5 для фільтруючого наповнювача, механізм 6 подачі фільтруючего матеріалу и ущщтель^І. Рабочий орган оснащен уплотнителем -формувателем 8, котрий знаходиться між , уширителем 7 и дренером 2 и жорстко закрішлений на останьому, при цьому форсунка 4 встановлена в уплотнителе- формирователе 8. Процес прокладання кротових дрен здійснюється наступним чином. Робочий орган навішується на базову машину.



Фіг. 1

А-А



Фіг. 2

Під час руху базової машины дренажный ніж 1 заглибляють на потрібну глибину, при цьому дренер 2 формує циліндричну порожнину, в яку нагнітають механізмом 6 подачі фільтруючий матеріал, з якого з допомогою ущільнювач-формувач 8 формують стінки трубопроводу 9, в які форсунки 4 нагнітають в'яжучий матеріал. В подальшому уширителем 7 заглажують стінки кротової матеріальної дрени. При цьому ущільнювач-формувач виконаний по відношення до дренера меньшого діаметра,[3].

Висновок. Таким чином з допомогою запропонованого робочего органу формують стінки кротових дрен з фільтруючего матеріалу й вяжучої рідини і забезпечує повишення якості прокладання кротових дрен та поліпшує якість і довготривалість 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 інженерна графіка.- 1994.- Вип.56 – С. 28-29

2. *Юрчук В. П.* Спряжені поверхні в геометричних моделях формотворення робочих органів коренезбиральних машти: Автореф. дис. …докт. техн. наук, - К., 2002.- 36 с.

3. *Подгорелый Л. В., Татьянко Н. В., Брей В. В. И др.* Свеклоуборочные машины (Конструирование и расчет).- Киев: Техніка, 1989.- 163 с.

УДК 515.2:563.3

ВИКОРИСТАННЯ ГВИТОВОЇ ПОВЕРХІ У ПРИСТРОЇ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННІЯ ТА ПОДРІБНЕННЯ ПРОДУКТІВ

Юрчук В.П., д.т.н.,
Яблонський П.М., к.т.н.,
Парахіна Н.А., ст. викладач,
Чорний І.І., студент,
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут" (Україна, м. Київ)

***Анотація** - розглядається питання проектування і розміщення внутрішніх ребер у корпусі, а також зниження енергозатрат, підвищення продуктивності і ефективності роботи пристрою для транспортування і подрібнення продуктів за рахунок надання внутрішнім ребрам корпусу гвинтової поверхні.*

***Ключові слова** - ріжуча кромка, внутрішні ребра корпусу, гвинтова поверхня, конусний вал шнека, ріжуча пара кромок.*

Постановка проблеми. В роботі розглядається геометричне обгрунтування розміщення внутрішніх ребер корпусу таким чином, щоб одна кромка утворювала із іншою кромкою витків шнека найефективнішу пару для подрібнення продуктів із найменшими затратами енергії та відповідного часу.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз останніх конструктивних рішень показує, що пристрої даного типу мають недостатньо факторів для транспортування та подрібнення продуктів.

Формування цілей (постановка завдання). Пристрій спрямований на зниження енергозатрат, підвищення якості подрібнення продуктів та зменшення затрат часу, потрібного на виконання його подрібнення.

Основна частина. Пристрій складається із циліндричного корпусу (1), на внутрішній поверхні якого виконані поздовжні ребра (3). Робоча сторона (4) ребра (3) виконана по ввігнутій лінії, дотична до якої в кожній точці складає прямий кут до витків (6) шнека (2) по усій його довжині. Крок ребер (3) збільшується у сторону відвантаження. Твірна робочої сторони (4) ребра (3) складає кут 80-90° з перетинаючою дотичною до внутрішньої поверхні корпуса (1). При цьому ребро (3) має різальну кромку (5) із сторони, протилежної до обертання шнека [1].

Витки (6) шнека (2) нахилені на кут 60-70° у напрямі руху продукту відносно горизонтальної осі і мають різальну кромку (7), при цьому твірна

конуса шнека (2) складає із горизонтальною віссю кут 5-10°. Шнек (2) напресований на вал (8).

Робота виконується наступним чином: продукт завантажується в корпус (1), де ріжеться кромками (7) витків (6) шнека (2) після чого відбувається транспортування продукту шнеком (2). У процесі транспортування продукт додатково подрібнюється різальною парою (кромки (5) ребер (3) корпуса (1) - кромки (7) витків (6) шнека (2) за рахунок конусоподібного виконання корпуса шнека (2).

На рис. 1 показано пристрій для транспортування; на рис. 2 - профіль ребра на внутрішній поверхні корпуса; на рис. 3 - переріз витка шнека.

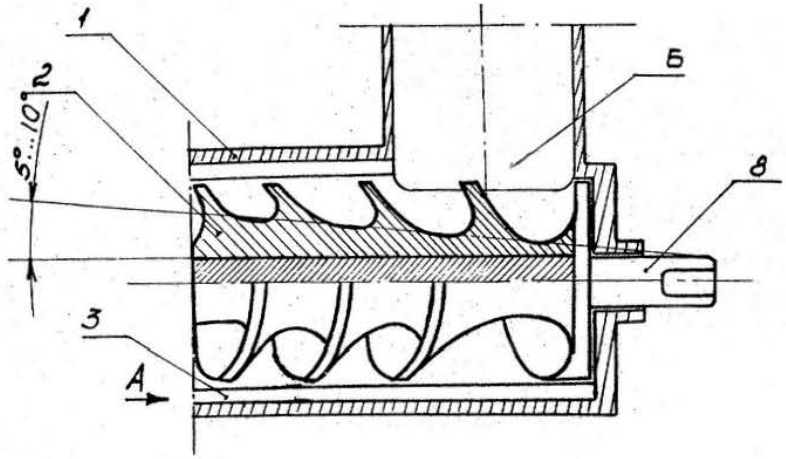


Рис.1

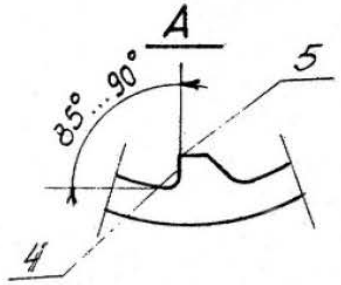


Рис.2

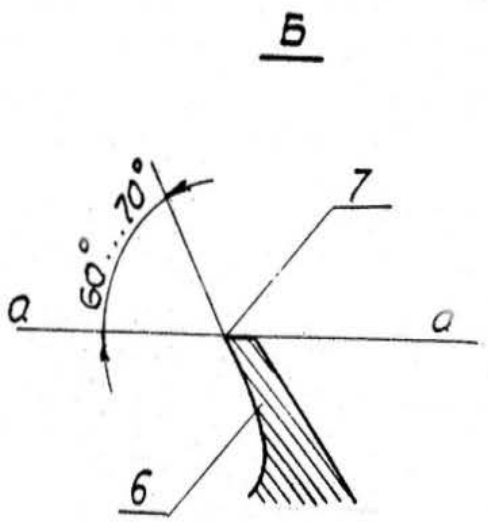


Рис.3

Висновки.

1.Пристрій для транспортування і подрібнення продуктів, враховуючи корпус із ребрами, розташованими із збільшенням кроку в сторону вивантаження і виконаними у вигляді клину, задня сторона якого розташована на твірній конуса, а робоча - по ввігнутій лінії, дотична до якої складає прямий кут до витків шнека по усій його довжині, розміщений в корпусі шнек із витками, розташованими із зменшенням кроку у сторону вивантаження.

2. Даний пристрій ефективний тим, що, із ціллю зниження енергозатрат, підвищення продуктивності і ефективності подрібнення, вал шнека виконаний у конічній формі із розширенням у сторону відвантаження.

Бібліографічний список

1.Авторское свидетельство СССР №1797996А1, В 02 С 18/30, 1993, Бюл. №8

УДК 514.18:536.3

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Юрчук В.П., д.т.н.,
Юрчук І. С., інженер*
Орел О.Ю., студент
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання покращення продуктивності пристрою для викопування коренеплодів. Пристрій відноситься до сільськогосподарського машинобудування, зокрема до пристроїв, які слугують для викопування коренеплодів і використовується в коренеприбиральних машинах.*

***Ключові слова** – консольне защемлення, коренезахоплюючий ротор, опорні колеса, еластичні лопаті, поворотний важіль.*

Постановка проблеми. Неякісне викопування коренеплодів та їх очищення від бадилля та ґрунту. Пошкоджуваність коренеплодів під час їх збирання. Недостатня продуктивність пристрою та необхідне її покращення, модернізацією самого пристрою, або його заміною.

Аналіз останніх досліджень. Недостатком указаних бітерів є слабка пропускна здатність, можливість залипання робочої поверхні бітера ґрунтом, а також травмування коренеклубнеплодів [1].

Формулювання цілей. Метою створення пристрою є підвищення продуктивності та якості роботи, цим самим зменшуючи травмування коренеплодів, а також покращення їх очищення.

Основна частина. Пристрій для викопування коренеплодів містить раму (1), яка несе зустрічно-обертовий коренезахоплюючий ротор (2) та розміщений попереду нього бітер (3), еластичні лопаті (4) якого закріплені на його валу консольно і встановлені своїми робочими площинами (рис.1) поперечно осі обертання цього валу (10). Новим у пристрої є те, що центральні точки закріплених торців лопатей розташовані по двозаходовій спіралі на валу бітера, який при цьому зв'язаний з рамкою шарнірно, за допомогою поворотного важеля (8), внаслідок чого має можливість переміщатися у вертикальній площині, підніматися або опускатися до упору (9).

Даний пристрій слугує для викопування коренеплодів та працює таким чином, що при його русі по рядках кормових коренеплодів, попередньо очищених від бадилля, бітер (3) діє на головки коренеплодів своїми еластичними лопатями (4), тим самим доочищуючи їх від черешків і залишків бадилля, (рис.2).

*Науковий керівник - д.т.н., проф. Юрчук В.П.

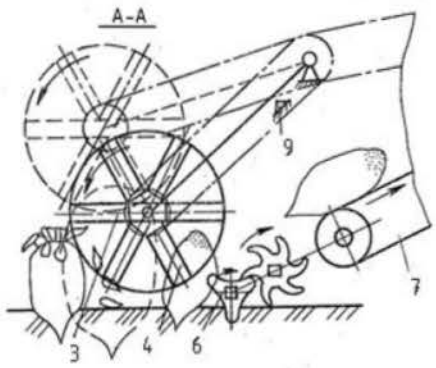


Рис.1

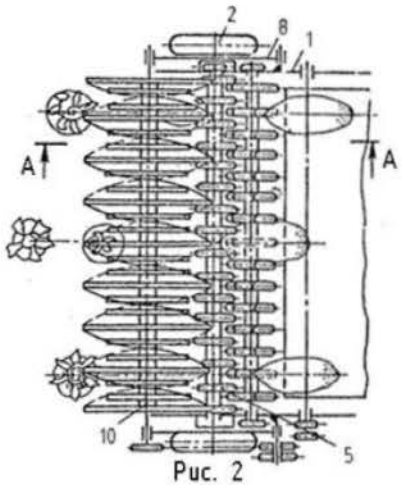


Рис. 2

Потім спільно з коренезахоплюючим ротором (5) витягує коренеплоди з ґрунту пляхом захоплення тіла переднього і заднього сторонами відносно напрямку ряду коренеплодів і подає на приймальний транспортер (7), [2].

При наїзді на коренеплоди з більш високим розташування головок над поверхнею ґрунту (в порівняльні з рештою) бітер, завдяки повороту важеля (8) навколо місця свого кріплення на рамі (1) піднімається, минаючи ці головки і нахиляє їх до коренезахоплюючого ротору (5). Далі лопаті (4) одночасно з кулачками (6) витягують коренеплоди за описаною вище схемою і подаються їх до транспортеру (7). У результаті знижується пошкоджуваність коренеплодів і підвищується продуктивність роботи пристрою.

Висновки. Застосування запропонованого пристрою дозволить підвищити продуктивність коренеприбиральних машин і зменшить можливість травмування коренеплодів.

Бібліографічний список

1. Юрчук В.П. Методические указания по геометрическому моделированию поверхностей выкашивающих рабочих органов корнеуборочных машин. — К.: КПИ, 1990. — 52 с.

2. *Павлов А.В., Юрчук В.П., Наджернична 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.

УДК 515.2:681.3

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СПРЯЖЕНИХ АРХІМЕДОВОГО ТА КОНВОЛЮТНОГО ГЕЛІКОЇДІВ НА БАЗІ ДІАГРАМИ КІНЕМАТИЧНОГО ГВИНТА.

Юрчук В.П., д.т.н.,
Махорін Я.Г., аспірант*
НТУУ «Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація. *У статті розглянуто ефективний алгоритм конструювання спряжених поверхонь на базі діаграми кінематичного гвинта та побудована трьохвимірна комп'ютерна модель спряжених гвинтових поверхонь, які є спряженим лінійчатим конволютним та Архімедовим гелікоїдами при відносному коченні без ковзання.*

Ключові слова: *Спряжені поверхні, гелікоїд, конструювання, формоутворення, кінематичне, гвинтове, алгоритм, AutoCAD, кочення.*

Постановка проблеми. При розв'язанні задачі конструювання інструмента для виготовлення деталей з гвинтовими поверхнями та поверхнями обертання використовується графічний метод побудови діаграм кінематичного гвинта [1]. Діаграми кінематичного гвинта використовуються при розгляді спряжених поверхонь з лінійним контактом, тобто для спряжених поверхонь з вищими кінематичними парами. Застосування даного методу дозволяє за відомими параметрами гвинтової поверхні деталі знаходити параметри спряженої поверхні інструмента, параметри їхнього взаємного розташування та якщо необхідно, параметри миттєвого гвинтового руху, що характеризує відносний рух - кочення з ковзанням.

Аналіз останніх досліджень. Актуальним є завдання автоматизації визначення шуканих параметрів спряжених поверхонь на базі побудови діаграми кінематичного гвинта. Дане завдання можна розв'язати за допомогою розробки спеціалізованих програм на мовах високого рівня, таких як Pascal, C^{++}, Delphi та інші, або створюючи додатки до спеціалізованих систем автоматизованого проектування, таким як AutoCAD, CADdy, MasterCAM та інші [2].

Формулювання цілей статті. Для виготовлення таких деталей використовують інструмент різноманітного типу, у якого в якості робочої поверхні може використовуватися поверхня Архімедового гелікоїда. Наприклад, поверхня багатозахідної чистової черв'ячної фрези являє собою сукупність гелікоїдів. Для визначення робочої поверхні інструмента необхідно визначити умови спряження поверхонь евольвентних гелікоїдів деталі та інструмента. Саме автоматизації та оптимізації визначення параметрів спряжених поверхонь для різноманітних варіантів діаграм кінематичного гвинта з використанням системи автоматизованого проектування AutoCAD присвячено цю роботу.

* Науковий керівник – д.т.н., професор Юрчук В.П.

Основна частина. Одним з основних параметрів, які визначають вигляд спряжених поверхонь, є характер відносного руху пари деталь-інструмент.

Можливі два варіанти відносного руху: кочення та кочення з ковзанням.

При коченні відносний рух твірної c становить обертальний рух, що задається визначником (c, ω_c).

При коченні з ковзанням відносний рух твірної с становить миттєвий гвинтовий рух, що задається визначником (c, h, ω_c).

Для цього необхідно за параметрами відомого Архімедового гелікоїда, з огляду на характер відносного руху кінематичної пари, визначити умови спряження та вигляд поверхні спряженого конволютного гелікоїда (рис. 1).

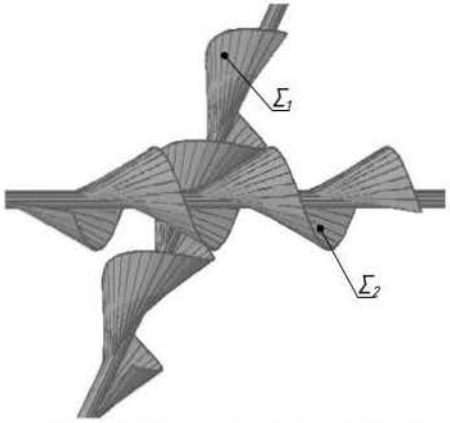


Рис. 1. Спряжених Архімедового та конволютного гелікоїдів

Розв'язання даного завдання здійснимо геометричним способом, побудувавши діаграму кінематичного гвинта [3]. Побудована діаграма дає можливість визначити параметри спряженої поверхні інструмента та параметри їхнього взаємного розташування. На підставі цих параметрів можна розробити конструкцію інструмента.

Вихідними даними для побудови діаграми кінематичного гвинта, що відповідає спряженим Архімедового та конволютного гелікоїдам при коченні, є:

1. Поверхня Σ_1 (рис. 2) - розгортний гелікоїд - заданий визначником (c_1, h_1, ω_{c_1}) де c_1 - вісь обертання гелікоїда, $h_1 = u_1/\omega_{c_1}$ – швидкість поступального руху твірної уздовж осі гвинта.

Параметр гвинтової поверхні, ω_{c_1} - кутова швидкість а твірної гвинтової поверхні, u_1 - швидкість поступального руху твірної уздовж осі гвинта.

2. Кут α між твірною b гелікоїда та його віссю C_1.
3. $r_1 = h_1 tg\alpha$ - радіус основного циліндра гелікоїда Σ_1.
4. Відносний рух - кочення без ковзання.
5. ω_b кутова швидкість відносного обертання прямої b.
6. Напрями обертань кінематичної пари мають два варіанти графічного розташування:

6.1.Коли вони збігаються, при цьому знаки параметрів h_1, та h_2 однакові;

6.2.Коли вони не збігаються, при цьому знаки параметрів h_1, та h_2 протилежні.

Діаграма кінематичного гвинта для знаходження гелікоїда Σ_2 являє собою розкладання гвинтового руху (c_2, h_2, ω_{c_2}) на обертання прямої b (b, ω_b) та гвинтовий рух (c_1, h_1, ω_{c_1}):

$$(c_2, h_2, \omega_2) \sim (c_1, h_1, \omega_1) + (b, \omega_b)$$

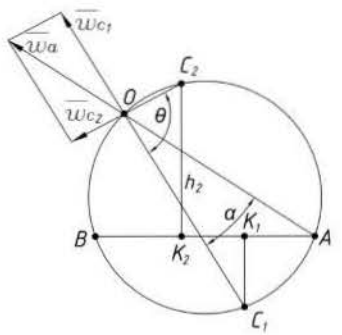


Рис. 2. Діаграма спряжених гелікоїдів з різними напрямами параметрів h_1, та h_2

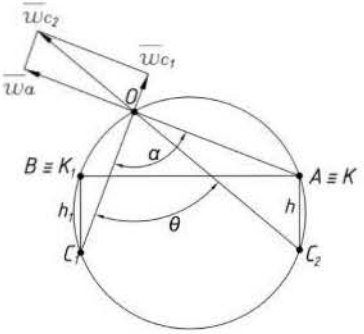


Рис. 3. Діаграма спряжених гелікоїдів з однаковими напрямами параметрів h_1, та h_2

Одночасно при цьому можна визначити кінематичні характеристики спряжених поверхонь у гвинтовому русі, геометричні параметри їх орієнтації, будувати спряжені поверхні з лінійним дотиком, а також графічно визначити до тринадцяти кінематичних параметрів.

Розглянемо послідовність побудови діаграми кінематичного гвинта, використовуючи наведені попередні дані (рис. 2. та рис. 3):

1. Відкладаємо відрізок $C_1K_1 = h_1$, довжина якого у відносному масштабі дорівнює параметру гвинта $h_1 = u_1/\omega_{c_1}$.
2. З точки K_1 проводимо пряму AK_1 перпендикулярно C_1K_1 довжиною $r_1 = h_1 tg\alpha$.
3. З точок A та C_1 проводимо прямі AO та C_1O таким чином, щоб кут C_1OA дорівнював α.
4. Через точки C_1, A, O проводимо коло.
5. Продовжуємо пряму AK_1 до перетину з побудованим колом в точці В.
6. На продовженні прямих AO та C_1O відкладаємо у відносному масштабі вектори кутових швидкостей $\overline{\omega}_b$ та $\overline{\omega}_{c_1}$.
7. Використовуючи правило паралелограма, визначаємо величину та напрям вектора кутової швидкості $\overline{\omega}_{c_2}$.

8. Проводимо пряму з точки O за напрямом вектора швидкості $\bar{\omega}_{c_2}$ до перетину з колом в точці C_2.

9. З точки C_2 проводимо пряму перпендикулярно прямій AB до їхнього перетину в точці K_2.

Довжина відрізка C_2K_2 дорівнює параметру гвинта спряженого конволютного гелікоїда (інструмента). Довжина відрізка C_2K_2 дорівнює відстані між осями спряжених гелікоїдів.

Таким чином, на основі побудованої діаграми кінематичного гвинта визначено параметри спряженого конволютного гелікоїда Σ_2 та параметри їхнього взаємного розташування:

1. Кут θ між осями OC_1 та OC_2 спряжених поверхонь евольвентних гелікоїдів Σ_1 та Σ_2 .
2. Розмір параметра гвинта h_2 гелікоїда Σ_2.
3. Розмір та напрям кутової швидкості твірної гелікоїда Σ_2.
4. K_1K_2 відстань між осями c_1 деталі Σ_1 та c_2 інструмента Σ_2.
5. $r_2 = AK_2$ радіус основного циліндра евольвентного гелікоїда Σ_2.
6. Кут ρ між твірною b та віссю OC_2 поверхні Σ_2.

Використовуючи отримане графічне рішення задачі, можна вирішити зворотну задачу: за відомими параметрами поверхні інструмента визначити параметри поверхні деталі

$$(c_1, h_1, \omega_1) \sim (c_2, h_2, \omega_2) + (b, \omega_b)$$

Висновки

1. Таким чином , в результаті вирішення поставленої задачі, побудована трьохвимірна комп'ютерна модель спряжених гвинтових поверхонь, які є спряженим лінійчатим конволюнтним та Архімедовим гелікоїдами при відносному коченні без ковзання.
2. Для дослідників та інженерів-конструкторів ґрунтообробних машин та знарядь така інформація може служити вихідною для проведення пошуку при побудові нових поверхонь чи при корегуванні існуючих виконуючих робочих органів коренезбиральних машин.

Бібліографічний список

1. Люкшин В. С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов //. - М.: Машиностроение, 1967. – 372 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. Тігарєв В. М. Автоматизоване формування спряжених поверхонь вищих кінематичних пар : дис. канд. техн. наук: 05.01.01 //Одеський держ. політехнічний ун-т. - О., 2000. - 235 арк. - арк. 184-201

УДК 515.2:681.3

ГЕОМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО КОНСТРУЮВАННЯ КОРЕНЕВИКОПУЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Юрчук В.П., д. т. н., професор
Надкернична Т.М., ст. викладач
Кравчук Д.І., студент
Кравчук Л.І., студент
Національний технічний університет України "КПІ"

***Анотація** – в статті розглядається конструкція до машин для збору цукрових буряків та інших коренеплодів.*

***Ключові слова** – русло копача, підпружинені лопаті, конусоподібні валики, вал зі стійками, кореневикопуючий пристрій, пруткові диски.*

Постановка проблеми. В конструкції пружини відкриті, тому при їх розтягненні між витками пружин потрапляють залишки, гички та рослинні рештки, які не дають пружинам можливості стискатись, внаслідок чого поворотні лопаті не повертаються в початкове положення, що призводить до того, що після защемлення великих коренеплодів поворотними лопатями дрібні корені не стискаються ними, тому дрібні корені скупчуються в нижній частині копача,що призводить до збивання і зупинки коренезабірного механізму. При роботі у вологих умовах на бічні стінки налипає вологий грунт, який створює перешкоди руху коренеплодів по руслу копача.

Постановка задачі. В основу конструкції поставлена задача удосконалення кореневикопуючого пристрою, в якому забезпечується надійна і безвідмовна робота підпружинених лопатей і безперешкодний рух коренів по руслу копача, в результаті чого підвищується надійність роботи всього кореневикопуючого пристрою.

Основна частина. Поставлена задача вирішується таким чином, що кореневикопуючий пристрій, який містить вилчатий копач, виконаний у вигляді корпусу, що має активні конусоподібні валики, над якими розташований коренезабірний механізм у вигляді горизонтального вала зі стійками, які мають підпружинені лопаті та виштовхувач коренеплодів, який відрізняється тим, що кожна із підпружинених лопатей має форму ввігнуто-опуклої поверхні. Окрім того, зовнішній діаметр підпружинених лопатей не більше діаметра пруткових дисків. Це зменшує налипання на них вологого ґрунту, в результаті чого так само підвищується надійність роботи пристрою.

На рис. 1 схематично зображено кореневикопуючий пристрій, вигляд збоку; на рис. 2 - те ж саме, вигляд зверху.

Кореневикопуючий пристрій, який містить вилчатий копач (I) складається із корпусу (2), який має активні конусоподібні валики, слідом за якими розташований приймальний транспортер (3). Над копачем розташований коренезабірний механізм (6), виконаний у вигляді горизонтального вала, на яких з обох сторін підпружинених лопатей (9) закріплені активні бічні стінки у вигляді круткових дисків (4). Над верхніми частинами круткових дисків 4 закріплений виштовхувач коренеплодів (5). Усередині труби (7), що закріплена на горизонтальному валу, розміщена підпружинена щодо неї стійка (8), яка має ті ж підпружинені лопаті (9), які пов'язані з цим валом за допомогою упорів (10), пружин (11) і пазів (12).

Кореневикопуючий пристрій працює наступним чином: при русі машини, несучої пристрій, копач (1) викопує коренеплоди, піднімає їх над ґрунтом і вводить в забірну зону між обертовими коренезабірними лопатями ввігнуто-опуклими (9). Зусиллям стиснення пружин (11) коренеплоди защемляються між бічними стінками (4), корпусом (2) коренезабірними лопатями і піднімаються вгору. Виштовхувач коренеплодів (5) виштовхує корені під дією підпружинених лопатей (9) на приймальний транспортир (3), Це зменшує налипання на них вологого ґрунту, в результаті чого так само підвищується надійність роботи пристрою.

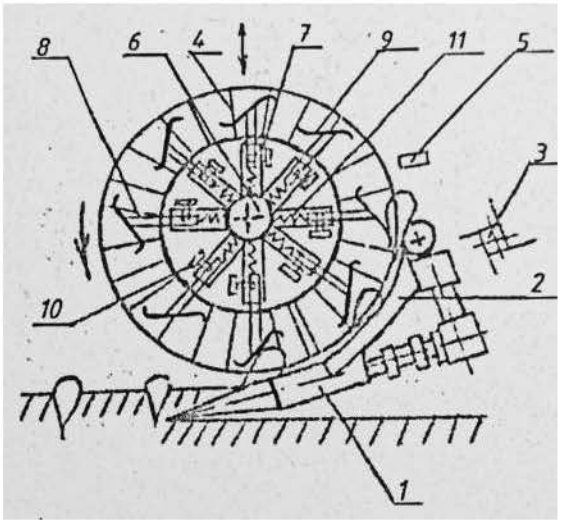


Рис.1

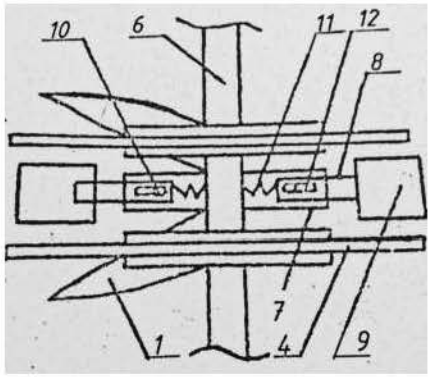


Рис..2

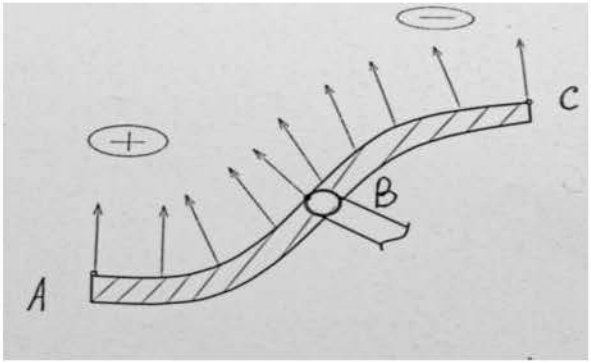


Рис.3

Висновки. Використання даного викопуючого пристрою дасть можливість:

1) зменшити налипання ґрунту на лопаті і забезпечити якісне викопування коренеплодів;

2) зменшити ризики попадання гичок у пружини, тобто мінімізувати збивання та зупинку коренезабірного механізму під час збору урожаю. А це значно пришвидшить роботу, та збільшить якість.

Бібліографічний список

1. Машины для свекловодства. / Под ред. *А.Г. Цымбала и Ю.И. Ковтуна.* М., Машиностроение, 1981. -368 с.

2. GB1240906, A01D 25/44/ Patent Specification "Device for digging out rut vegetables". Complete Specification published 28 July 1977. 4p.

УДК 378.12

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ МОЛОДИХ ВИКЛАДАЧІВ В ВИЩІЙ ШКОЛІ

Н. В. Міхлевська, старший викладач
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», (Україна, м. Київ)

Анотація – *розглядається питання стосовно залучення молодих викладачів до вищої школи і проблеми з якими вони можуть зіткнутися.*

Ключові слова – *нарисна геометрія і інженерна графіка, методика проведення лекцій, практичних та лабораторний занять, підвищення якості та ефективності навчального процесу.*

Постановка проблеми. У викладачів ВУЗів складна задача – підготовка компетентних фахівців, які здатні і готові до самостійної професіональної діяльності, які вміють не тільки кваліфіковано використовувати знання на практиці але і творчо підходити до вирішення задач, які перед ними ставитимуться. Особистість викладача відігравати ключову роль в процесі навчання, бо від компетентності і особистих якостей викладача залежить і якість навчання.

Формування цілей (постановка завдання). Залучити увагу до професії викладача, відродити престиж цієї професії, залучити в професію молоді, енергійні, компетентні та перспективні кадри.

Основна частина. Процес навчання виконує навчальну, виховну, розвивальну функції і не зводиться тільки до передачі студентам знань, вмінь і навичок, а формує і сприяє розвитку гармонічної особистості – компетентного професіонала. Застосування інформаційних технологій в навчальному процесі, нові тенденції в розвитку освіти і дистанційного навчання тягне за собою засвоєння нових методик навчання і комп'ютерних програм, що потребує залучати молодих викладачей, які професійно володіють засобами комп'ютерного моделювання (САПР AutoCAD або Компас-3D). Виникає протиріччя – молоді викладачі не мають досвіту викладання нарисної геометрії і інженерної графіки . Вони не мають навичок роботи з дошкою і крейдою, а також методикою викладання матеріала для проведення практичних і лабораторних занять. Чітко організувати навчальну діяльність, кваліфіковано розробити учбово-методичні матеріали, постійно займатися самоосвітою, творчо підходити до навчального процесу – ось не повний перелік вимог, які продиктовані нашим часом сучасному викладачу.

Викладач повинен мати ряд особливих особистих якостей: вмінням володіти собою, витримкою, тактовністю по відношенню до студентів.

Зовнішній вигляд викладача також впливає на відношення студентів до навчального процесу і сприйняттю інформації.

На превеликій жаль не всі молоді викладачі розуміють свої завдання і повною мірою усвідомлюють відповідальність по відношенню до професії.

Висновки.

1. «Перебудову» освіти необхідно починати з «перебудови» викладачей, оскільки вони відігравають головну роль в процесі навчання.
2. Молодим викладачам треба проходити підвищення кваліфікації з педагогіки і психології.
3. Необхідно організувати методичні семінари, на яких провідні викладачі кафедри будуть ділитися з молодими викладачами методикою викладання відповідного матеріалу для проведення практичних і лабораторних занять.
4. Обов'язково відвідувати молодим викладачам лекції провідних викладачей кафедри.

Бібліографічний список

1. *Зязюн І.М.* Основи педагогічної майстерності. — К., 1989.

2. *Чернишов О.І.* Педагогічний талант інженера-педагога // Рідна шк. — 1993. — №1.

3. *Алексюк А.М.* Педагогіка вищої освіти України. Історія. Теорія : Підруч. для студ., аспірантів та мол. викладачів вузів. - К. : Либідь, 1998. - 560с.

УДК 514.18

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ PEPAKURA 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 проектів 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].

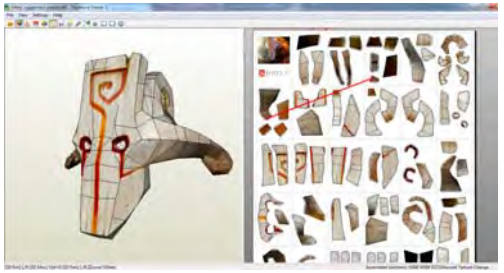


Рис. 1. Інтерфейс програми Pepakura Designer

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.

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 розгортування по полігонах, масштабування, виокремлення частини об'єкта, переміщення частин розгортки по аркушах, розрізання або з'єднання граней, переміщення клапанів склеювання для зручного збирання моделі.

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

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. Англомовна версія, відсутність офіційного русифікатора.
2. Автоматичне розгортування 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.

ЗМІСТ

Ванін В.В., ЮрчукВ.П., Ісмаілова Н.П.
ПРОФЕСОР ПОДКОРИТОВ А.М. – ЗАСНОВНИК УКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ ШКОЛИ З ТЕОРІЇ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ……..... 4

Агарков О.Ю.
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ З АЛГЕБРАЇЧНИМ І ЛІНІЙНИМ ЗАКОНАМИ РОЗПОДІЛУ КРИВИНИ ВЗДОВЖ ГОЛОВНИХ ЇХ НАПРЯМІВ……..... 7

Бакалова В.М., Лєбєдєва О.О., Печонка М.
ПОБУДОВА 3D-МОДЕЛІ ТА ВИКОНАННЯ ЇЇ КРЕСЛИНИКА НА ПРИКЛАДІ ВИВЧАННЯ ТЕМИ «ПОДВІЙНЕ ПРОНИКНЕННЯ»……..... 12

Бакалова В.М., Яблонський П.М., Надкернічна Н.М., Доценко О.К.
ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І АНІМАЦІЯ В СИСТЕМІ 3DS MAX…….... 16

Бакалова В.М., Баскова Г.В., Баскова О.О., Давідюк Л.П.
ДЕЯКІ СПОСОБИ ПОБУДОВИ ПЕРЕРІЗІВ БОГАТОГРАННИКІВ.....…….. 19

Бакалова В.М., Баскова Г.В., Баскова О.О., Нікітіна Є.
РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІТИЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ТА ГРАФІЧНИХ ПОБУДОВ……..... 24

Бахмач О.С., Парахіна Н. А., Юрчук В.П.
ГЕОМЕТРИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯЯ КОНСТРУКЦІЇ КОПАЧА БУРЯКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.....…….…… 28

Башта Е.Т., Джурик Е. В., Джурик Н.А.
ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН…….....….30

Бездітний А.О., Літвінов А.І., Самойлова С.О.
ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОСНОВНОГО ТРИГРАННИКА В СИСТЕМІ SOLID WORKS……..…….33

Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Яцюк О.А.
ЗАСТОСУВАННЯ ПЛОЩИН ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ ЯК ПОСЕРЕДНИКІВ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ НА ПЕРЕТИН ПОВЕРХОНЬ…….....…….… 37

Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Мартиненко Г.С.
РОЗРАХУНОК ПРУЖИНИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМПАС ……..…….42

Болдирєва Л. В., Болдирєва М.О., Демиденко Р.В, Христич С.А.
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН…….....……..47

Василів П.А., Хмельовський О.В.
ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФОРМ ОБ'ЄМІВ КАБІН ТРАКТОРІВ…….....…… 49

Василів П.А., Корж Р.М.
ГЕОМЕТРИЧНЕ КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ ОПЕРАТОРА ДЛЯ КАБІН ТРАКТОРІВ…….....……..... 53

Верещага В.М., Бездітний А.О., Павленко О.М.
ГЕОМЕТРИЧНИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО КІНЦЕВОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ПЛОЩИНИ НА ЗЕМЕЛЬНІЙ ДІЛЯНЦІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ..……..... 58

Ветохін В.І., Вознюк Т.А., Трубчнінова Д.І..
ПРАКТИЧНІ ПИТАННЯ РОБОТИ З ПАТЕНТНИМИ БАЗАМИ ДАНИХ..…….... 60

Ветохін В.І., Парахіна Н.А.,
Мироненко М.А., Демиденко Д.В.
ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ
ГЕОМЕТРО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ
ПАРАМЕТРІВ КОНІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ПРИ
КОНСТРУЮВАННІ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ…..... 68

Гетьман О.Г., Білицька Н.В.
ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ НАД ЕСКІЗОМ
ПРУЖИНИ ПРИ ВИКОНАННІ СКЛАДАЛЬНОГО
КРЕСЛЕНИКА З НАТУРИ……. ….....74

Глінський Є.М., Коваленко І.В., Юрчук В.П.
СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ ПРОФІЛЯ
РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ РОЗПУШУВАЧА ҐРУНТУ…….....78

Гнітецька Т.В., Гнітецька Г.О., Карбушева Ю.С.
ІНОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ДИДАКТИЧНОМУ
ЗАБЕЗПЕЧЕННІ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТІВ В КУРСІ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ..……..... 81

Вознюк Т.А., Голова О.О., Допіра Г.Г.
ПРИКЛАД ЗАДАЧІ ПІДВИЩЕНОЇ СКЛАДНОСТІ
ДЛЯ ОЛІМПІАДИ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ……..... 85

Гумен О.М., Панченко В.В.
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЛАЗЕРНОГО
СКАНУВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ ТА АРХІТЕКТУРІ…… 89

Журавська Г. В., Демидюк Т. П.
МОВА ПРОГРАМУВАННЯ PROCESSING
ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ АНАЛІТИЧНОЇ
ГЕОМЕТРІЇ…….....…. 93

Коваль Г.М., Курусь Т.Е.
НЕТРАДИЦІЙНЕ РІШЕННЯ ЗАДАЧ
НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ СПОСОБОМ
ЗАМІНИ ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ..... ….....95

Коваль Г.М., Ширяєва Д.П.
ЗАСТОСУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ
ПОСЕРЕДНИКІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ
ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ПОВЕРХОНЬ…..…….... 99

Козулин С.М., Подыма Г.С.
ФОРМИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ
ЗУБЬЕВ ВЕНЦОВ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ
НАПЛАВКОЙ…….....102

Коломийчук Н. М.
НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ
ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ У СТУДЕНТІВ……..…..…. 108

Колосов О.Є., Вірченко Г.А.,
Колосова О.П., Вірченко Г.І.
МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД
ДО КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЕКТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ
ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ
РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНО-ВОЛОКНИСТИХ
МАТЕРІАЛІВ НА БАЗІ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ…….....… 111

Колосова О.П.
ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ГЕОМЕТРІЇ
ТА ГЕОМЕТРИЧНИХ ІМОВІРНОСТЕЙ
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ВІДСТАНЕЙ
МІЖ СУМІЖНИМИ КОЛАМИ, ЩО РОЗТАШОВАНІ
У ВУЗЛАХ ПОДВІЙНОПЕРІОДИЧНОЇ
РЕШІТКИ ТА ПЕРЕТИНАЮТЬСЯ ВИПАДКОВИМИ
СІЧНИМИ……..... 116

Конопацкий Е.В., Каплянок М.Г.,
Чернышев Г.И., Черных Д.А.
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ГИПЕРБОЛОИДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
В БН-ИСЧИСЛЕНИИ……..... 122

Котовський В.Й., Воробйов О.М.,
Лазарчук-Воробйова Ю.В., Луданов Д.К.
ЗАСОБИ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕРМОГРАФІЇ
У ЗАДАЧАХ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ…….…… 126

Кремець Я.С.
ЗМІЦНЕННЯ БАЛОНА ІЗ ЦИЛІНДРА
І ДВОХ ПІВКУЛЬ НАМОТКОЮ
НИТКИ ПО ГЕОДЕЗИЧНИХ ЛІНІЯХ..... 128

Куценко Л.М., Табакова І.С
РОЗРАХУНОК ГЕОДЕЗИЧНИХ ТРАЄКТОРІЙ
ДЛЯ НАМОТУВАННЯ КОРДА АВТОМОБІЛЬНИХ
ШИН…… 132

Кучеренко В.В., Левада В.Р.
МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ПОВЕРХНІ
У СИСТЕМІ SOLID WORKS……..... 137

Лебедєв В.О., Животченко М.О.
МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКИХ ОБВОДІВ
У СИСТЕМІ SOLID WORKS……..…… 141

Колосов О.Є., Ванін В.В., Колосова О.П.
РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ МОДЕЛІ ДВИГУНА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ…….....129

Котовський В.Й., Дунаєвський В.І.,
Воробйов О.М.,Лазарчук-Воробйова Ю.В., Луданов Д.К.
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ІНФРАЧЕРВОНОЇ
ТЕРМОГРАФІЇ В МЕДИЦИНІ…….. 134

Котовський В.Й., Луданов Д.К., Азарх Д.П.
ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕКИ OPENGL
ДЛЯ ПОБУДОВИ ГРАФІКІВ ПОВЕРХОНЬ
У FREE PASCAL…….. 137

Кремець Я. С.
ПОБУДОВА ГЕОДЕЗИЧНИХ ЛІНІЙ НА ТОРІ
ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ОСОБЛИВОСТЕЙ……..…… 139

Лосєв Є. О., Юрчук В. П.,
Кузнєцов Ю. М., Барановська Л. В.
РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОЇ
МОДЕЛІ ДВИГУНА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ…….....…….. 144

Луданов Д.К., Котовський В.Й.,
Дідур І.В., Воробйов О.М., Лазарчук-Воробйова Ю.В.
ПОБУДОВА ТРЕТЬОЇ ПРОЕКЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ
ФІГУРИ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАВДАНЬ
НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ В СЕРЕДОВИЩІ
ПРОГРАМУВАННЯ DELPHI…….....… 147

Лукавенко В.П., Богиня К.О., Глущенко В.М.
ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ
МАНІПУЛЯТОРА УНІВЕРСАЛЬНОГО РОБОТА
РФ-202М ТА СТВОРЕННЯ
НА ЙОГО БАЗІ АВТОМАТИЗОВАНОГО
МОДУЛЯ ПОДАЧІ ЗАГОТОВОК…….....…… 150

Лукавенко В.П., Ковальчук Д.В.
ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ
ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛЬМ З ЕЛЕКТРОМАГНІТОМ…….....… 153

Маркова О.В., Півень Н.В., Антонюк І., Тимкович Г.І.
ЦИКЛІЧНІСТЬ ПРОЦЕСУ ЗАСВОЄННЯ ЗНАНЬ
СТУДЕНТАМИ ТА ЙОГО МОДЕЛЮВАННЯ
ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ РОЗРОБОК НАВЧАЛЬНИХ
МЕТОДИК…….....…… 157

Маркова О.В., Надкернична Т.М., Півень Н.В., Тимкович Г.І.
МОДЕЛЮВАННЯ ТОРСОВИХ ПОВЕРХОНЬ
ЗМІННОЇ ГЕОМЕТРІЇ…….....…… 161

И.О. Микулёнок,, Н.Е. Воронцов
КОНТАКТНЫЕ УСТРОЙСТВА
ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ
КОЛОННЫХ АППАРАТОВ РЕГУЛИРУЕМОЙ
ИНТЕНСИВНОСТИ…….....……..... 166

Надкернична Т. М., Лебедєва О. О., Старченко А. І., Бутко А. В.
РОЗВЯЗАННЯ ЗАДАЧ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ
МЕТОДОМ ЗАМІНИ ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ
ЗА ДОПОМОГОЮ ІНСТРУМЕНТІВ
AUTOCAD…….....… 169

Несвідомін А.В.
ГДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ
ПО ШОРСТКІЙ ПОВЕРХНІ ДВОПОРОЖНИННОГО
ГІПЕРБОЛОЇДА ОБЕРТАННЯ…….....…….. 172

Несвідоміна О.В.
АПРОКСИМАЦІЯ СФЕРИ ІНВЕРСНИМ
ПЕРЕТВОРЕННЯМ ІЗОМЕТРИЧНОЇ СІТКИ…….....… 176

Овсієнко Л.Г., Кір'янова К. О.
ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ЗАВДАНЬ
ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЮ З КУРСУ
“НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ”……..…….. 180

Юрчук В.П., Парахіна Н.А.,
Коробко П.О., Карпюк В. В.
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУЧНОГО ПОЛОЛЬНО-
РОЗПУШУВАЛЬНОГО ЗНАРЯДДЯ…….. 183

Пихтєєва І.В.,Стрєлкова М.А.
ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ
ДЛЯ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ
ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЯЦІЇ……..…… 186

Самарін В.О.
АНАЛІЗ ТЕПЛООБМІНУ ВИПРОМІНЮВАННЯМ
ГЛАДКОТРУБНИХ ПУЧКІВ……..…. 190

Семків О.М., Сухарькова О.І.
ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ
ПАРАМЕТРІВ ФАЗОВИХ ТРАЕКТОРІЙ
РІВНЯНЬ……..……... 195

Точинський В. О., Кривошеєв В. С.,
Ясінський В. В., Юрчук В. П.
ГЕОМЕТРИЧНЕ КОСТРУЮВАННЯ
СІВАЛКИ-САДЖАЛКИ КАРТОПЛІ…….……. 200

Устенко С. А., Соколенко В. В.
КРИПТОГРАФІЧНИЙ СПОСІБ ПОПІКСЕЛЬНОГО
ШИФРУВАННЯ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ…….….. 203

Франчук Ю.О., Спірінцев Д.В.
ОСНОВНОЙ АЛГОРИТМ СПОСОБУ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ
НА ОСНОВІ РОЗВ’ЯЗАННЯ СХЕМ КУТОВИХ
ПАРАМЕТРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
УПРАВЛЯЮЧОГО КОЕФІЦІЄНТУ……..……..... 208

Чапля Ю.С., Соболь О.М.
МЕТОД ПОШУКУ ГЛОБАЛЬНОГО ЕКСТРЕМУМУ
ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ В ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО
РОЗМІЩЕННЯ ПЛОСКИХ НЕОРІЄНТОВАНИХ
ОБ’ЄКТІВ З КУСОЧНО-НЕЛІНІЙНИМИ ГРАНИЦЯМИ 213

Юрчук В.П., Карпюк В.В.,
Святина М.А., Шевченко Я.М.
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ
КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ……..…..…… 219

Юрчук В. П., Макаров В. І.,
Грубич М. В., Райлян С. В.
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ
РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ
КРОТОВИХ ДРЕН.....223

Юрчук В.П., Яблонський П.М.,
Парахіна Н.А., Чорний І.І.
ВИКОРИСТАННЯ ГВИТОВОЇ ПОВЕРХІ
У ПРИСТРОЇ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННННЯ
ТА ПОДРІБНЕННЯ ПРОДУКТІВ……..…. 226

Юрчук В.П., Юрчук І. С., Орел О.Ю.
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ……..…. 229

Юрчук В.П., Махорін Я. Г.
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СПРЯЖЕНИХ
АРХІМЕДОВОГО ТА КОНВОЛЮТНОГО ГЕЛІКОЇДІВ
НА БАЗІ ДИАГРАМИ КІНЕМАТИЧНОГО ГВИНТА……..…. 231

Юрчук В.П., Надкернична Т.М.,
Кравчук Д.І., Кравчук Л.І.
ГЕОМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО КОНСТРУЮВАННЯ
КОРЕНЕВИКОПУЮЧОГО ПРИСТРІЮ……..…..... 235

Н. В. Міхлевська
АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ
МОЛОДИХ ВИКЛАДАЧІВ В ВИЩІЙ ШКОЛІ……238

Гумен О.М., Тацький Є.В.
ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ REPAKURA
ДЛЯ СТВОРЕННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ОБ’ЄКТІВ
НА ОСНОВІ ЦИФРОВОЇ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ……..…..240

ЗМІСТ……. 244