

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Фізико-математичний факультет
(Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки)
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України
Українська асоціація з прикладної геометрії
Академія наук вищої освіти України
Академія будівництва України**

ЗБІРНИК ДОПОВІДЕЙ

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

28 – 29 квітня 2017 р.
Україна, м. Київ

Відповідальний за випуск – д-р. техн. наук, проф., Ванін В.В.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Співорганізатори конференції:

Українська асоціація з прикладної геометрії
Академія наук вищої освіти України
Академія будівництва України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України

Програмний комітет:

Ванін В.В.	заслужений працівник народної освіти України, д-р техн. наук, професор, декан ФМФ КПІ ім. Ігоря Сікорського
Колосов О.Є.	заслужений винахідник України, академік Академії наук вищої освіти України, д-р техн. наук, с.н.с., професор каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського
Назаренко І.І.	заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії будівництва України, д-р техн. наук, професор, зав. каф. МОТБ КНУБА
Пащенко Є.О.	д-р техн. наук, професор, зав. відд. ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України
Юрчук В.П.	д-р техн. наук, професор каф. НГІКТ КПІ ім. Ігоря Сікорського

Збірник доповідей VI-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 6. с. з іл..

В авторській редакції

Укладач: . канд.техн.наук Колосова О.П.

Адреса редколегії: 03056, м. Київ, пр-т Перемоги, 37, ФМФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. Тел.
(044) 204-94-46. E-mail: geometry@kpi.ua



Шановні колеги, дорогі друзі!

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

Формування творчого молодіжного середовища є найважливішим завданням кожного суспільства. Саме творча молодь визначає розвиток держави, її авторитет у світі, розв'язання суспільних проблем. Саме така молодь спроможна творити нові інноваційні технології та обладнання для їх реалізації, знайти ефективні рішення на виклики нашого сторіччя.

«Геометрія – керманіч усіх розумових пошуків», - наголосив М.Ломоносов. А. Ейнштейн відзначав, що, як фізика так і геометрія відображають загальну концепцію спостерігаємих у природі та співвідношень, а у механізмі мислення «головними елементами є визначені знаки та образи»

Логіка, чіткість та краса геометричних образів та тверджень не тільки розвиває творче мислення, але і слугує базою розв'язання багатьох прикладних задач.

Прикладна геометрія, як наука, створює базу для моделювання різноманітних об'єктів, явищ та процесів від машинобудування і архітектури до біології та медицини.

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

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ *

Павлов А.П., академік АН ВШ, д.т.н., професор,
Ванін В.В., д.т.н., професор

Не випадково, одна і та ж людина – геніальний математик Гаспар Монж – вважається засновником двох наук: диференціальної та нарисної геометрії.

Вони обидві, доповнюючи одна одну, вже понад двісті років є апаратами ефективних досліджень теоретичних та прикладних проблем геометрії ліній та поверхонь. Так, якщо диференціальна геометрія базується на апараті математичного аналізу та неперервному геометричному моделюванні, то нарисна геометрія – на апараті проєкційних методів побудови зображень та дискретному геометричному моделюванні.

Подальший розвиток техніки, що супроводжувався впровадженням технологічних процесів по виготовленню нових матеріалів, конструювання літаків з урахуванням більш жорстких аеродинамічних вимог, розробка керуючої інформації для автоматичного обладнання по виготовленню агрегатів, що обмеженні поверхнями складної форми, швидке впровадження обчислювальної техніки та інше – все це обумовило необхідність наближення двох наук, щоб мати можливість створювати нові апарати досліджень, що враховують можливості обох наук у вирішенні сучасних задач техніки. Так, поступово створюється новий науковий напрямок – прикладна геометрія ліній та поверхонь, що, в залежності від геометричної природи задач техніки, розробляє відповідні узагальнені методи досліджень, застосовуючи як неперервне так і дискретне геометричне моделювання.

Її наукові здобутки орієнтовані на вирішення таких складних питань, як не обумовленість матриць, явищ осциляції поліноміальних кривих високих порядків, дослідження диференціальних характеристик поверхонь, що розроблені дискретними методами, розробки методів мінімізації явищ погіршення регулярності зміни диференціальних характеристик поверхонь, що супроводжують кінематичні методики конструювання, розробки методів стиковки кусків поверхонь у просторі обводи та інше.

Але, на жаль, у галузі освіти наближення двох наук не виникло і вони продовжують традиційно вивчатися окремо у вищих навчальних закладах фізико-математичної та технічної спрямованості. Таким чином, спеціалістів прикладної геометрії ліній та поверхонь взагалі ніхто не готує,

* Передруковано з: Збірник наукових праць «Наука і освіта АН ВШ України» книга III, К.1997

незважаючи на потребу у фахівцях з вирішення задач, що перераховані вище.

А. Ейнштейн відзначав подібні закономірності розвитку таких наук як фізика та геометрія, які відображають загальну концепцію логічних конструкцій та співвідношень, що спостерігаються в природі та техніці.

Об'єктивно, цей зв'язок існує і в галузі освіти. Тому схожі процеси відбуваються у підготовці спеціалістів у галузі математики та фізики. Їх підготовка зараз орієнтована, в основному, на класичні методи досліджень і недостатньо орієнтована на дискретні методи моделювання з широким використанням обчислювальної техніки з її величезними можливостями візуалізації.

Саме для виправлення цього становища у Національному технічному університеті «КПІ» засновано фізико-математичний факультет, який має готувати дослідників для наукових установ, промисловості, а також викладачів математики, фізики, нарисної та прикладної геометрії для вищих технічних учбових закладів.

На жаль, у вищій інженерній та фізико-математичній освіті існує тенденція до скорочення геометричної підготовки. Але ж дослідження психологів виявили, що саме геометрія стимулює включення в процес міркування наочно-образного та асоціативного мислення та сприяє найбільш продуктивному формуванню у учнів способів розумової діяльності як алгоритмічних, що стимулюють пошук розв'язків нових проблем.

Удосконалення фундаментальної складової нарисної геометрії, що реалізується за допомогою геометричного моделювання умов та алгоритмів розв'язку комплексних задач з використанням теорії множин та комбінаторних операцій, формує у студента глибоке опанування логікою предмета та вільне оперування гранично стисненою інформацією.

Динамічні методи навчання нарисній геометрії формують у студента здатність на внутрішній діалог при формуванні алгоритма розв'язку задачі, що, в свою чергу, формує початкові навички науково-дослідної роботи. Студент опановує процес самостійного створення нових знань, що базуються на відомих для нього знаннях. Відомо, що тільки такий процес формує особистість, а уміння оперувати гранично стиснутою інформацією підвищує інтелектуальні можливості студента, оскільки формування нових рішень зароджується у правій половині мозку також за допомогою стисненої інформації у вигляді асоціативного та образного мислення.

Максимально наблизити ці два види мислення - асоціативне та образне – головна мета навчання, що дає надію на формування творчої особистості.

ОСОБЛИВОСТІ ПАТЕНТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ЯК ВИНАХОДІВ ЧИ КОРИСНИХ МОДЕЛЕЙ

Ванін В.В.¹, д.т.н., професор,
Колосов О.Є.^{1,1}, д.т.н., с.н.с., професор,
Назаренко І.І.², д.т.н., професор,
Пащенко Є.О.³, д.т.н., професор

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», ^{1,1}Академія наук вищої освіти

²Академія будівництва України,

³Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України

***Анотація** – проаналізовано особливості патентування математичних методів в процесі отримання на них охорони як винаходів чи корисних моделей.*

***Ключові слова** – метод, математика, патентування, вираз, конструкція*

Постановка проблеми. При виконанні широкого спектру науково-дослідних, дослідно-конструкторських, конструкторсько-технологічних, бакалаврських, дисертаційних (магістерських, кандидатських (PhD), докторських), а також пошукових робіт, включаючи проведення експериментально-статистичних досліджень, нерідко як основний засіб інтелектуальної творчості виконавці-дослідники застосовують різноманітні математичні методи та моделі.

Так, наприклад, кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки КПІ імені Ігоря Сікорського вважає основною метою викладання інженерно-графічних дисциплін, а також прищеплення студентам навичок з геометричного моделювання технічних об'єктів та їх параметризації, а також конструювання типових елементів технічних об'єктів. Основним напрямком наукових досліджень кафедри є геометричне моделювання об'єктів, явищ та технологічних процесів в рамках наукової спеціальності 05.01.01 «Прикладна геометрія, інженерна графіка».

Виконання вищезазначених наукових досліджень нерідко закінчується розробленням нових конструкцій, отриманням нових математичних чи графічних залежностей, а також висуненням нових ідей. За оптимістичного варіанту ці рішення надалі можуть бути втілені (зокрема, комерціалізовані) в певні товари або послуги, а після їх державної реєстрації, стають об'єктами права інтелектуальної власності. Таким чином, вони набувають статусу інтелектуального капіталу, який є рушійною силою сучасного науково-технічного прогресу.

Аналіз останніх досліджень. Як відомо, результати інтелектуальної творчості апріорі охороняються як об'єкти авторського права, яке виникає одразу після створення і матеріалізації відповідного об'єкту, в рамках якого, зокрема, описуються чи використовуються ті чи інші математичні методи. При цьому, об'єкти авторського права не потребують обов'язкової реєстрації, яка відбувається лише за власною ініціативою їх творця.

Проте, для об'єктів патентного права, зокрема, для винаходів (або корисних моделей), ситуація не така однозначна, як для об'єктів авторського права. Тут є ціла група нюансів та «підводних течій».

Методологічні та науково-практичні питання щодо патентування винаходів (корисних моделей), вимоги законодавчих та нормативних актів щодо складання заявки на винахід (корисну модель), включаючи приклади складання опису та формули на різні об'єкти винаходу, наведено в ґрунтовній монографії [1]. Проте, в цій монографії дано лише окремі приклади патентування математичних виразів, без дослідження різноманітних аспектів цієї процедури. Тому є актуальним більш детальне висвітлення шляхів вирішення цієї проблеми.

Формування цілей. Завданням даної роботи є аналіз особливостей патентування математичних методів в процесі отримання на них охорони як винаходів чи корисних моделей.

Основна частина. Нас оточують складні технічні системи. Тому в процесі проектування нової (або модернізації існуючої) технічної системи вирішуються завдання розрахунку параметрів (технічних, технологічних, тощо), і дослідження процесів, що протікають в цій системі. При цьому реальну технічну систему замінюють адекватною моделлю.

Як відомо, математичні методи є найважливішим інструментом аналізу досліджуваних явищ і процесів, а також побудови теоретичних моделей. Адже вони дозволяють отримати чітке уявлення про досліджуваний об'єкт, охарактеризувати якісно і описати кількісно його внутрішню структуру та зовнішні зв'язки, а також прогнозувати поведінку досліджуваних об'єктів і динаміку їх розвитку. Сутність методу моделювання складають: конструювання моделі на основі попереднього вивчення досліджуваного об'єкта і виділення його суттєвих характеристик, експериментальний і/або теоретичний аналіз створеної моделі, зіставлення отриманих результатів з даними про об'єкт та остаточне коректування моделі.

До математичних методів як таких належать, зокрема, математичні моделі (аналітичні залежності), математичні рішення, що характеризуються наявністю обчислювально-логічних операцій, які здійснюються над кількісними даними, які, в свою чергу, не потребують для їх отримання здійснення певних дій над матеріальними об'єктами за допомогою (матеріальних) технічних засобів.

Таким чином, математична модель досліджуваного технічного об'єкта – це сукупність математичних об'єктів і відносин між ними, яка адекватно

відображає властивості досліджуваного об'єкта, що цікавлять дослідника (інженера, конструктора, технолога і т.д.).

Тракткування патентним законодавством математичних методів як об'єктів винаходів. З точки зору патентного законодавства [2], математичні методи є одним з прикладів суто розумової діяльності людини. Оскільки ці методи, в основному, засновані на методі дедукції, виводяться суто логічним шляхом, тобто шляхом правильних міркувань (умовиводу), то ,як такі. вони не визнаються винаходами (корисними моделями)

При цьому принципову можливість надання правової охорони розробленому винаходу (корисній моделі) можна однозначно пов'язувати з наявністю *технічного характеру* винаходу (корисної моделі), що, у свою чергу, характеризується двома чинниками: 1) його спрямованістю на вирішення задекларованої технічної задачі винаходу (корисної моделі), і 2) направленістю на досягнення *технічного результату*. А при проведенні експертизи заявленого технічного рішення фахівці Укрпатенту досліджують причинно-наслідковий зв'язок задекларованого тандему «сукупність заявлених суттєвих ознак – отриманий (отримуваний) технічний результат». Тому його треба розкривати якнайповніше.

Коротка характеристика об'єктів, що являють собою математичні методи.

Характерною особливістю об'єктів, що реалізуються за допомогою математичних методів, є використання при їх функціонуванні ЕОМ або інших обчислювальних засобів, зокрема, програмно-апаратних модулів, які використовуються для здійснення певних обчислень.

Ще однією відмітною особливістю цих методів є наявність ознак, що вказують на використання засобів обчислювальної техніки, наприклад: «до блоку пам'яті записують значення змінної», «АРМ керівника занять містить програмно-обчислювальний комплекс з програмно-апаратними модулями, які містять програмовані логічні інтегральні схеми, що підтримують «захиття» алгоритмів функціонування комплексу засобів керівництва польотами, і забезпечене базами даних і спеціалізованим програмним забезпеченням».

У той же час, використання у вищезазначених випадках ЕОМ чи інших обчислювальних засобів не є 100%-м підтвердженням того, що заявлений винахід має технічний характер. Априорі вважається, що в зазначених випадках ЕОМ або інші обчислювальні засоби як такі по суті являють собою тільки допоміжний інструментарій для здійснення обчислень, а їх наявність сама по собі не забезпечує досягнення задекларованого технічного результату.

Очевидно, що лише зовнішній вигляд ЕОМ, або наявність кулькової ручки та паперу не впливають на технічний результат, що досягається, завдяки виконанню застосовуваних обчислень, адже він полягає лише в отриманні інформації як такої завдяки застосуванню відомого математичного метода, комп'ютерної програми для ЕОМ і/або виконуваного в ній алгоритму. Таким чином, у випадку, коли застосування ЕОМ чи інших технічних засобів не є суттєвим у реалізації об'єкта винаходу, результат, на здійснення якого

направлений винахід, не вважається таким, що має технічний характер (для прикладу – зазначені обчислення можна провести вручну з тим же кінцевим результатом, тільки значно довше).

Для порівняння можна навести декілька прикладів. Так, прискорений метод поділу певного об'єкту (наприклад, площі ділянки) в принципі не може бути визнаний винаходом (корисною моделлю). Проте обчислювальний пристрій, спеціально сконструйований для реалізації цього методу, теоретично є патентоздатним. Математичний метод розрахунку (із застосуванням аналітичних залежностей) та моделювання (за допомогою умовних схем та елементів) електричних фільтрів в загальному випадку не визнається винаходом (корисною моделлю). У той же час конструкція фільтрів як матеріальних об'єктів, що сконструйовані згідно з цим математичним методом, потенційно можуть отримати правову охорону.

Про визнання математичних методів технічними рішеннями. У випадку, якщо тільки проводиться нова інтелектуальна (математична, статистична) обробка даних, виміряних у найближчому аналізі чи прототипі, або вже раніше відомих з рівня техніки даних (із стандартів, довідників, довідкових параметричних таблиць, номограм, маркувальних даних, математичних виразів тощо), об'єкт не може бути визнаний технічним рішенням. У той же час особливо слід виділити випадки, коли об'єкт, що включає в себе той чи інший математичний метод, теоретично може бути визнано технічним рішенням.

Перший з таких випадків характеризується тим, що кількісні дані, над якими у заявленому винаході виконуються певні обчислювально-логічні операції, отримуються в процесі проведення певних (навіть відомих) вимірювань. При цьому посилання на такі вимірювання в явному вигляді можуть бути відсутні у формулі винаходу (корисної моделі).

Другий з випадків пов'язаний з реалізацією об'єктом винаходу нового процесу вимірювань, що, наприклад, включає нові режими роботи, визначення нових (конструктивно-технологічних чи інших) параметрів, або навіть визначення відомих параметрів у новий (в порівнянні з відомих рівнем техніки) технічний спосіб із залученням матеріальних (технічних) засобів та ін.

Ще однією належністю (*третьім випадком*) заявленого об'єкта до технічного рішення може бути вимога «неперервності» при проведенні вимірювань або обробки інформації у технічний спосіб при досягненні технічного результату. Зокрема, такою вимогою може бути необхідність проведення вимірювань в режимі реального часу (наприклад, відкриття запобіжного клапану при перевищенні вимірюваного допустимого тиску у трубопроводі або аварійне відключення мережі при перевищенні заданого порогового значення контрольованої напруги). Типовий приклад пов'язаний з обробкою інформації з такою швидкістю чи ресурсомісткістю (модуляція сигналу для індуктивної, передачі даних), що можуть забезпечити лише спеціально призначені для цього технічні засоби.

Процедурні аспекти перевірки об'єктів, що є математичними методами. Виділяють декілька типових прикладів можливості (або неможливості) отримання патентної охорони на основі аналізу досліджених об'єктів винаходів, зокрема, на прикладі електротехнічної галузі. Перший приклад стосується проведення аналізу заявленого об'єкта із залученням опису винаходу (корисної моделі) щодо здійснення фізичних вимірювань певних параметрів у порівнянні з відомим рівнем техніки, наприклад, найближчим аналогом. Якщо такі вимірювання є *новими і неочевидними для фахівця* у цій галузі, то даний об'єкт не може бути віднесений до власне математичних методів, тобто є потенційно патентоздатним.

Другий приклад пов'язаний з перевіркою того, чи використовують у заявленому об'єкті дані (відкриті для широкого загалу інформацію), взяті, зі стандартів, довідників, паспортних або маркувальних даних виробів. Далі встановлюють, чи здійснюється у даному об'єкті винаходу така обробка цих даних (інформації), яка приводить до *отримання нових*, у порівнянні з найближчим аналогом, *технічних властивостей* та при цьому є необхідною для досягнення задекларованого технічного результату винаходу. Якщо це так, то даний об'єкт не може бути віднесений до власне математичних методів, тобто є потенційно патентоздатним, і навпаки.

У третьому прикладі аналізується процес вимірювання електричного опору за допомогою пристрою – омметру. При цьому для вимірювання опору прикладають до вимірюваного елемента омметру напругу, вимірюють струм, що протікає через вимірюваний елемент, та перетворюють його на електричний опір у відповідності до закону Ома. При цьому відбувається неперервний процес вимірювання та перетворення даних (напруги) на електричний опір за допомогою відповідно вимірюваного струму. Математичне обчислення електричного опору за допомогою операції ділення відомого значення напруги на відоме значення струму не приводить до нових технічних властивостей та не впливає на технічний результат, а також є загальновідомим (у т.ч. для будь-якого фахівця, що має середню освіту). Тобто цей спосіб є непатентоздатним.

Приклади патентування математичних виразів.

Вище було зазначено потенційну складність отримання у загальному випадку патентної охорони математичних методів, зокрема, математичних виразів, як технічних рішень. Однак нижче проілюстровані окремі випадки з цього правила. Аналізовані винаходи (корисні моделі), що містять математичні вирази у формулі винаходів (корисних моделей), були умовно розбиті на наступні дві групи [3].

I. Способи визначення (тих чи інших технічних величин або параметрів). Серед винаходів цієї групи можна зазначити наступні (наводиться тільки номер патенту України та назва винаходу (корисної моделі). Патент №82975 «Спосіб визначення ефективного радіуса пор орієнтованих волокнистих наповнювачів у залежності від зусилля натягнення наповнювача при просочуванні»; патент №30125 «Спосіб визначення ефективного радіуса

пор армуючих волокнистих наповнювачів з регулярною структурою патент №81464; «Спосіб визначення коефіцієнта динамічної в'язкості пристінного шару розплавів термопластичних полімерів з урахуванням коефіцієнта пристінного тертя»; патент №81465 «Спосіб визначення коефіцієнта тертя ковзання для пари «термопластичний полімер – сталь» у залежності від температури»; патент №86968 «Спосіб визначення продуктивності та потужності приводу стрічкових живильників вагових дозаторів»; патент №88908 «Спосіб визначення продуктивності дозаторів періодичної дії».

II. Способи прогнозування (тих чи інших технічних величин або параметрів). Серед винаходів цієї групи можна зазначити наступні (наводиться тільки номер патенту України та назва винаходу (корисної моделі). Патент №43672 «Спосіб прогнозування властивостей епоксидної композиції, одержаної з використанням ультразвукової модифікації»; патент №48177 «Спосіб прогнозування параметрів продуктивності обладнання, призначеного для ультразвукової обробки епоксидних композицій»; патент №48179 «Спосіб прогнозування експлуатаційних властивостей епоксидних полімерів, отриманих на основі епоксидних композицій з використанням ультразвуку»; патент №57824 «Спосіб прогнозування вмісту полімерних зв'язуючих в просочених тканих волокнистих композитах, одержаних з використанням ультразвуку».

Повні описи та формули вищезазначених винаходів внаслідок їх значного обсягу тут не наводяться (їх за бажанням легко можна знайти за патентними БД на сайті Укрпатенту www.uipv.org.ua). Проте кожний з цих патентів може слугувати темою окремих досліджень та бути основою для оформлення аналогічних технічних рішень у багатьох галузях техніки.

Висновки. Існує можливість надання правової охорони розробленому винаходу (корисній моделі) шляхом встановлення її технічного характеру, що у свою чергу характеризується двома чинниками: спрямованістю на вирішення задекларованої технічної задачі винаходу і направленістю на досягнення технічного результату. Проілюстровані приклади патентної охорони математичних методів, зокрема, математичних виразів, що можуть бути прикладом оформлення аналогічних технічних рішень у багатьох галузях техніки.

Бібліографічний список

1. Крайнів П.П. Патентування винаходів в Україні / П.П. Крайнів, Л.І. Работягова, І.І. Дятлик. – К.: Видавничий Дім «Ін Юре», 2000. – 340 с.
2. Закон України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, №7, ст. 32 (із змінами, внесеними згідно із Законами №5460-VI від 16.10.2012, ВВР, 2014, №2-3, ст.41).
3. Колосов О.Є. Патентування математичних методів / О.Є.Колосов // Інтелектуальна власність. – 2015. №5. – С. 12 – 18.

АЛГОРИТМ ФОРМУВАННЯ МОДЕЛЕЙ БАГАТОФАКТОРНИХ ПРОЦЕСІВ КОМПОЗИЦІЙНОГО МЕТОДУ

Адоньєв Є.О., к.т.н.,*

Верещага В.М., д.т.н.,

Найдиш А.В., д.т.н.

* *Економіко-гуманітарний факультет Запорізького національного університету в м. Мелітополі, (Україна, м. Мелітополь),
Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького (Україна, м. Мелітополь),
Мелітопольська школа прикладної геометрії.*

Анотація - у статті надано геометричні схеми та точкові рівняння для створення композиційним методом алгоритмів формування моделей багатofакторних процесів.

Ключові слова – композиційний метод, багатofакторні процеси, точкові рівняння, геометричні схеми алгоритмів.

Постановка проблеми. Однією з найголовніших проблем у моделюванні процесів є обмеження кількості факторів, що залучаються до створення моделі. Якщо розробниками моделі обирається мінімальна кількість факторів, на їхній погляд головних, то за результатами, у більшості випадків, виявляється, що обрані фактори не є головними і у найменшій мірі впливають на адекватність моделі, а використання створеної моделі дає результати, що не відповідають перебігу процесу. Знаходженням мінімальної кількості факторів, які б з великою достовірністю, через модель з їхнім використанням, відтворювали перебіг процесів, займається факторний аналіз [10]. Однак, існує обмеження [10], якщо зібрати інформацію хоча б у 10 одиниць, то його методами оцінити такий об'єм інформації є великою проблемою. При цьому, при збільшенні матриць лінійної моделі розв'язання задачі, виникає, так зване, “прокляття розмірності” [4], коли похибки розрахунків зводять нанівець збільшення кількості факторів.

Треба зауважити, що факторний аналіз, метод головних компонент та інші існуючі методи моделювання процесів є комбінаційними. Як відомо [9], комбінація – це взаємно зумовлене поєднання однорідних елементів у більш складну детерміновану форму. У цій формі встановлюються кореляції між вихідними елементами, в результаті чого, зміна будь-якого з цих елементів тягне за собою заміну всіх інших, а це, в свою чергу, потребує перебудови моделі.

На практиці, з метою побудови оптимальної, адекватної моделі процесу, часто виникає необхідність змінювати якісно і кількісно вихідні фактори. Тому актуальною є проблема створення композиційного методу моделювання багатфакторних процесів. Під композицією, у нашому випадку, треба розуміти будову, структуру некорельованих різнорідних елементів, поєднаних у одній сукупності, для досягнення певної мети, при цьому, заміна (зміна) будь-якого елемента композиції не тягне за собою зміни її інших елементів. Якщо у створенні комбінаційних методів передую алгебраїчна складова з використанням, у подальшому, геометричних схем для пояснення алгебраїчних операцій, то у композиційних методах передую геометрична схема розв'язку, відповідно до якої розробляються точкові агрегати [2] з використанням алгебраїчної теорії.

Із сказаного випливає, що розробка композиційного методу геометричного моделювання є нагальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Точкове БН-числення [2] є геометроматематичним апаратом, застосування якого задовольняє вимогам до розробки композиційного методу. Зокрема, точкові рівняння, що розроблені у [3, 7] для кривих, та точкове рівняння сегменту поверхні, що запропоноване у роботі [8] є такими, що будуть використані у дослідженнях цієї статті. У роботах [1, 5, 6] проведено дослідження щодо застосування точкового БН-числення для моделювання окремих питань багатфакторних процесів, але вони не стосуються алгоритму формування моделей багатфакторних процесів. Тому розробка означеного алгоритму є актуальною.

Формування цілей (постановка завдання). Показати можливі способи геометричного об'єднання вихідних факторів процесу, у вигляді геометричних схем, та надати алгоритми утворення точкових форм, що відображають такі геометричні фігури (схеми).

Основна частина. Нехай три точки x_{11} , x_{12} , x_{13} відповідають трьом станам певного фактору якогось процесу. Тоді Б-крива (Балюби крива) [3] може бути записана наступним чином:

$$M_1 = x_{11}p_1 + x_{12}q_1 + x_{13}r_1, \quad (1)$$

$$\text{де} \quad p_1 = \frac{\bar{u}(u_c - u)}{u_c}; \quad q_1 = \frac{u\bar{u}}{u_c u_c}; \quad r_1 = \frac{u(u - u_c)}{u_c};$$

u – параметр уздовж Б-кривої, $u = \overline{0,1}$;

$\bar{u} = 1 - u$ - параметр, що доповнює u до одиниці;

u_c – параметр, що визначає напрям осі параболі;

$\bar{u}_c = 1 - u_c$ - параметр, що доповнює u_c до одиниці.

Для цього ж фактору можуть виникнути інші становища, які можна описати іншими точковими рівняннями Б-кривих

$$M_2 = x_{21}p_1 + x_{22}q_1 + x_{23}r_1, \quad (2)$$

$$M_3 = x_{31}p_1 + x_{32}q_1 + x_{33}r_1. \quad (3)$$

Якщо замість точок x_{11}, x_{21}, x_{31} , відповідно, у точкових рівняннях (1), (2), (3), провести Б-криву у поперечному напрямі:

$$N_1 = x_{11}p_2 + x_{21}q_2 + x_{31}r_2, \\ \text{де } p_2 = \frac{\bar{v}(v_c - v)}{v_c}; \quad q_2 = \frac{v\bar{v}}{v_c v_c}; \quad r_2 = \frac{v(v - v_c)}{v_c}; \quad (4)$$

v – параметр уздовж Б-кривої поперечного напрямку, $v = \overline{0,1}$;

$v = 1 - v$ – параметр, що доповнює v до одиниці;

v_c – параметр, що визначає напрям осі параболі (4);

$\bar{v}_c = 1 - v_c$ – параметр, що доповнює v_c до одиниці.

У поперечному напрямі можуть бути параболі (рис. 1):

$$N_2 = x_{12}p_2 + x_{22}q_2 + x_{32}r_2, \quad (5)$$

$$N_3 = x_{13}p_2 + x_{23}q_2 + x_{33}r_2. \quad (6)$$

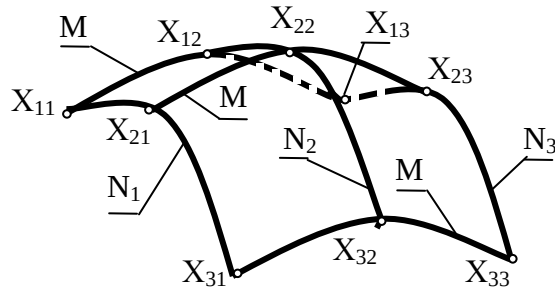


Рис. 1. Геометрична схема характеристик фактору

У відповідності до способу згортання-розгортання чарунок [5] геометрична схема не обов'язково повинна мати дев'ять точок, їхня кількість залежить від фактору або його стану. В залежності від становища, фактор може бути подано у вигляді окремої точки або лінії. При цьому, точкові рівняння (1), (2), (3), (4), (5), (6) зможуть описувати і такі частинні випадки.

Геометрична схема (рис. 1) є узагальнюючою для дев'яти точок $x_{11}, \dots, x_{33}$ та подає поверхню відгуку [1], що певним чином характеризує параметр. Точкове рівняння цієї Б-поверхні відгуку матиме вигляд:

$$M = x_{11}a_{11} + x_{21}a_{21} + x_{31}a_{31} + x_{12}a_{12} + x_{22}a_{22} + x_{32}a_{32} + x_{13}a_{13} + x_{23}a_{23} + x_{33}a_{33}, \quad (7)$$

$$\text{де } a_{11} = \frac{\bar{v}(v_c - v)}{v_c} \cdot \frac{\bar{u}(u_c - u)}{u_c}; \quad a_{21} = \frac{v\bar{v}}{v_c v_c} \cdot \frac{\bar{u}(u_c - u)}{u_c};$$

$$a_{31} = \frac{v(v - v_c)}{v_c} \cdot \frac{\bar{u}(u_c - u)}{u_c};$$

$$a_{12} = \frac{\bar{v}(v_c - v)}{v_c} \cdot \frac{u\bar{u}}{u_c u_c};$$

$$a_{22} = \frac{v\bar{v}}{v_c v_c} \cdot \frac{u\bar{u}}{u_c u_c}; \quad (8)$$

$$a_{32} = \frac{v(v - v_c)}{\bar{v}_c} \cdot \frac{\bar{u} \bar{u}}{u_c u_c};$$

$$a_{13} = \frac{\bar{v}(v_c - v)}{\bar{v}_c} \cdot \frac{\bar{u}(u - u_c)}{u_c};$$

$$a_{23} = \frac{\bar{v} \bar{v}}{\bar{v}_c \bar{v}_c} \cdot \frac{\bar{u}(u - u_c)}{u_c};$$

$$a_{33} = \frac{v(v - v_c)}{\bar{v}_c} \cdot \frac{\bar{u}(u - u_c)}{u_c};$$

У роботі [6] було надано приклад класифікації характеристик та властивостей окремого фактору, показано принципи побудови графів узагальнюючого індексу для одного фактору, графу універсального показника для декількох факторів та графів узагальнюючих характеристик для окремих параметрів. У цій статті розглянемо принципи геометричної формалізації для вказаних графів, що виконане у геометро-математичному середовищі точкового БН-числення [2].

Якщо схему (рис. 1) що подає Б-поверхню (7), позначити колом, а на певному рівні є три таких Б-поверхні (рис. 2), то оптимізувавши, за критеріями технологічного процесу, дістанемо точки Q_{11} , Q_{12} , Q_{13} . Скориставшись (1) або (4), дістанемо Б-криву Q_1 .

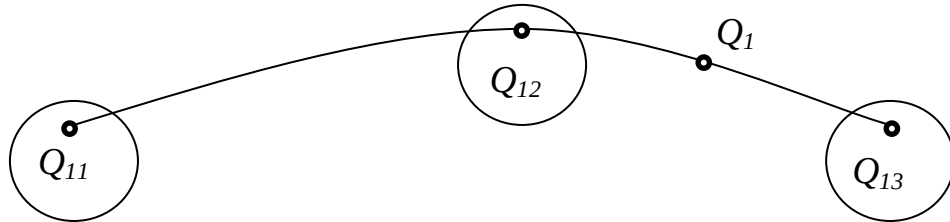


Рис. 2. Узагальнення на рівні Q .

Однак, в залежності від складності технологічного процесу, можуть виникнути узагальнення наступного (графічного) вигляду (рис. 3):

Точкова форма запису другого узагальнюючого кроку (рис. 3) підкорюється запису (7) та (8) але, при цьому, вихідні значення повинні відповідати точкам Q_i . Для цього узагальнення на першому кроці (рис. 2) має бути елементом для другого кроку (рис. 3). Застосування такого підходу, коли узагальнення попереднього кроку є елементом наступного, дозволяє проводити комп'ютерні експерименти для пошуку оптимальних розв'язків. Якщо на Б-поверхні (рис.3) визначити оптимальну, за критеріями технологічного процесу, точку T , то можемо зробити наступне узагальнення, графічне зображення якого наведемо на рис. 4 – третій крок узагальнення.

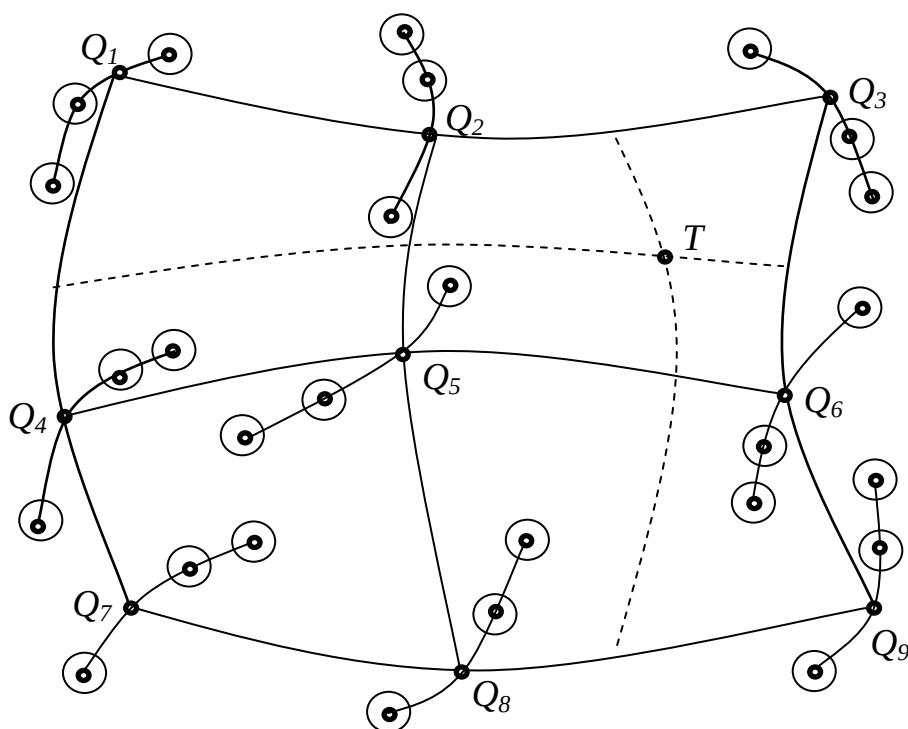


Рис. 3. Другий крок узагальнення.

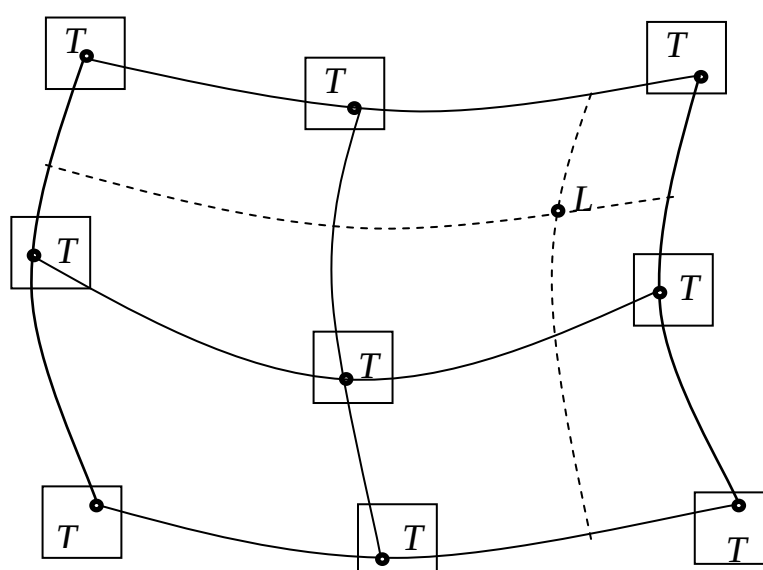


Рис. 4. Третій крок узагальнення.

На цьому кроці схема (рис. 3) є елементом для схеми (рис. 4). Змінюючи положення точки T , можемо дослідити достатню кількість варіантів для прийняття вмотивованих рішень. Точкова форма запису третього узагальнюючого кроку (рис. 4) також здійснюється за формулами (7) та (8) за вихідними даними, що відповідають точкам T_i (рис. 4).

Якщо на Б-поверхні визначимо оптимальну, за критеріями технологічного процесу і мети створення моделі, точку L , то можемо здійснити наступний – четвертий крок узагальнення (рис. 5).

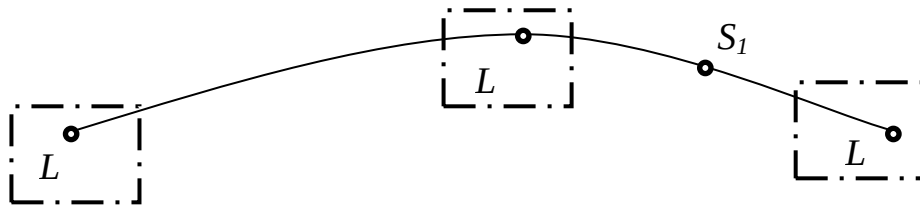


Рис. 5. Четвертий крок узагальнення.

На цьому кроці геометрична схема (рис. 4) є елементом. Змінюючи значення L (рис. 4), можемо проводити комп'ютерні експерименти з моделлю для прийняття обґрунтованих рішень, наприклад, у точці S_1 .

Наявність оптимальної точки S_1 , дозволяє зробити наступні кроки узагальнення. І так далі. Кількість кроків не обмежується. В результаті, і кількість факторів, які можуть бути задіяні у побудові моделі процесу, також не обмежується.

Вище було розглянуте узагальнення щодо однорідних факторів, характеристик, тощо. У разі, коли вони не є однорідними, необхідно діяти наступним чином.

Нехай у паралельному процесі відбулося узагальнення, і отримано точку S_2 , а ще, у іншому паралельному процесі, отримано точку S_3 . Усі S_1 , S_2 , та S_3 є неоднорідними факторами. Для встановлення залежності одного з них відносно двох інших, наприклад, $S_3(S_1, S_2)$, необхідно визначити $S_1(u_i, v_i)$, $S_2(u_i, v_i)$ та $S_3(u_i, v_i)$.

Визначивши таким чином необхідну кількість опорних точок, побудувати, використавши (7), (8), Б-поверхню. Як бачимо, у запропонованому алгоритмі формування моделі багатфакторного процесу, на відміну від існуючих методів, не встановлюються кореляції між факторами на початковому етапі. Спочатку відбувається їхнє узагальнення до отримання певної інтегральної характеристики, а потім встановлюються, через побудову Б-поверхонь, залежності між інтегральними характеристиками. Такий підхід до моделювання процесів нами було названо композиційним методом, який дозволяє не обмежувати кількість факторів, задіяних у моделі і, при цьому, не збільшуються розміри розрахункових матриць. Запропоновані точкові формули (1), ... , (8) не потребують змін при моделюванні. Їхня однотипність спрощує моделювання і базується на властивостях Б-поверхонь, застосування яких не висуває ніяких обмежень щодо вихідних точок. Однак, можливості застосування Б-поверхонь потребують додаткових наукових досліджень.

Висновки. Композиційний метод моделювання багатфакторних процесів, що використовує геометричну формалізацію, побудовану на основі методів точкового БН-числення, дозволяє зняти обмеження щодо кількості факторів, які можуть бути включені до створюваної моделі, знімає, так зване, "прокляття розмірності", яке, повсякчас, супроводжує традиційні методи моделювання. Також композиційний метод моделювання дозволяє створювати інтегральні показники, що об'єднують фактори з різнорідними одиницями виміру.

Бібліографічний список

1. *Адоньев С. О.* Застосування поверхонь відгуку при моделюванні сталого енергетичного розвитку міст [Текст] / С. О. Адоньев, В. М. Верещага // Вісник Херсонського національного технічного університету. Вип. 3(58). – Херсон: ХНТУ, 2016. – С. 471-476.
2. *Балюба И. Г.* Точечное исчисление [учебное пособие] // И. Г. Балюба, В. М. Найдыш; под ред. Верещаги В. М. – Мелитополь: Изд-во МГПУ им. Б. Хмельницкого, 2015. – 234 с.
3. *Бумага А.И.* Точкове рівняння дуги параболи другого порядку. Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн [Текст]: Матер. IX Крымской междунар. науч.-практ. конф. (24-28 сентября 2012 г.). Симферополь. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Прикладна геометрія та інженерна графіка (спецвипуск). К.: КНУБА, 2012. – Вип. 90. – С. 49-52.
4. *Бумага А.И.* Теоретические основы конструирования геометрических объектов многомерного пространства в БН-исчислении [Текст] / А.И. Бумага, А.В. Найдыш, Е.В. Конопацкий, О.А. Чернышова // Научные итоги: достижения, перспективы, гипотезы: Сб. докл. XVIII юбилейной междунар. научн.-практ. конф. (28 ноября 2013 г.) – Вып. 18. С. 151-154.
5. *Верещага В. М.* Спосіб згортання (розгортання) чарунок [Текст] / В. М. Верещага, С. О. Адоньев, О. М. Павленко // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького; гол. ред. кол. А. В. Найдиш. – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2016. – Вип. 7. – С. 32-38.
6. *Верещага В. М.* Монофакторний принцип побудови моделі багатфакторних задач термореновації будівель [Текст] / В. М. Верещага, С. О. Адоньев // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького; гол. ред. кол. А. В. Найдиш. – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2016. – Вип. 7. – С. 24-31.
7. *Конопацкий С. В.* Геометричне моделювання алгебраїчних кривих та їх використання при конструюванні поверхонь у точковому численні Балюби-Найдиша [Текст]: дис.... канд. техн. наук: 05.01.01 / Євген Вікторович Конопацький. – Мелітополь, ТДАТУ, 2012. – 163 с.
8. *Кучеренко В. В.* Формалізовані геометричні моделі нерегулярної поверхні для гіперкількісної дискретної скінченної множини точок [Текст]: дис.... канд. техн. наук: 05.01.01 / Вадим Володимирович Кучеренко – Мелітополь, ТДАТУ, 2013 – 232 с.
9. *Нечволод Л. І.* Сучасний словник іншомовних слів [Текст]. – Харків: Торсинг плюс, 2007. – 768 с.
10. *Овсянников Г.Н.* Факторный анализ в доступном изложении: изучение многопараметрических систем и процессов [Текст] - М.: Книжный дом «Либроком», 2013. – 176 с.

ДО ПИТАННЯ ПРО НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ ПРИ ДЕТАЛЮВАННІ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНИКІВ

Бакалова В.М., к.т.н.,
Баскова Г.В., ст. викладач,
Бараш Р.В., студент,
Стеблецький І.М., студент
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”, (Україна, м. Київ)

Анотація - розглянуто питання про нанесення розмірів при деталюванні складальних креслеників.

Ключові слова – складальний кресленик, деталь, розміри на робочих креслениках деталі.

Постановка проблеми. В зв'язку з реформуванням середньої і вищої освіти, зменшення годин викладання таких предметів, як креслення та нарисна геометрія в шкільній програмі, або ж повна їх відсутність, рівень підготовки студентів 1-го курсу з цих дисциплін в більшості випадків не відповідає потрібному рівню. В зв'язку з цим студенти, що розроблюють складальні кресленики, допускають велику кількість помилок.

Формулювання цілей. Для зменшення кількості помилок, що допускають студенти при деталюванні складальних креслеників, потрібно поглибити знання студентів при нанесенні розмірів на робочих креслениках.

Основна частина. Деталювання складальних креслеників це завершальний етап підготовки студента з курсу технічного креслення та інженерної комп'ютерної графіки в цілому. Складальний кресленик виробу відповідає всім вимогам розробки та експлуатації, відкоригований після випробувань і підготовки. Він задає всі необхідні вихідні дані для розробки робочих ескізів, креслеників деталей виробу, так як було попередньо розраховано, максимально уніфіковано, стандартизовано і погоджено з технологічним процесом виготовлення. При моделюванні кресленика деталі, вибір головного виду і кількості зображень передбачає подальше нанесення розмірів, так як одним з основних його вимог є те, що розмір повинен бути зрозумілий для виконавця. Він (розмір) має свій зміст – характеристику, а саме: розмір форми, положення, габаритний, довідковий; відносний, спряжений або вільний; номінальний або граничний; конструктивний або технологічний; установчий, приєднувальний, монтажний або експлуатаційний.

Кінцевий вибір головного зображення деталі, кількості зображень, вирішує першу частину моделювання нанесення розмірів на кресленику, тобто де буде нанесено той чи інший розмір. При цьому на головному виді розташовується більшість розмірів, як на самому інформативному зображенні.

Розмірі стандартних елементів деталі(проточки, пази і т. п.), зображені на виносних елементах, перерізах наносять як показано в відповідних стандартах.

Підходячи до етапу деталювання складальних креслеників, студент вже ознайомлений з технікою нанесення розмірів, тобто до загальних вимог, рекомендацій до нанесення розмірів, з основними вимогами до розмірних виносних ліній, розмірних чисел, спеціальних знаків, а також спрощень, які викладені в ДСТУ ГОСТ 2.307:2013. У процесі навчання при виконанні робочих ескізів окремих деталей, а також ескізів деталей складаної одиниці студент знайомиться з багатьма стандартними елементами деталей (нарізь, проточки, галтелі, фаски і т. п.) і набуває навик роботи з довідковою літературою. В процесі виконання складального кресленика студент використовує умовності і спрощення, що рекомендуються стандартами.

Таким чином при деталюванні складального кресленика, моделюючи робочий кресленик деталі, необхідно відновлювати деякі її елементи (проточки, недорізи, фаски, галтелі і т. п.) використовуючи для цього довідкову літературу.

Однією з важливих характеристик розміру є характеристика його як спряженого або вільного, що впливає на вибір бази від якої він наноситься. На складальних креслениках нанесені посадки на основні з'єднання деталей тобто їх граничні відхилення, що дозволяє визначити технологію виробництва з урахуванням вказаного матеріалу деталі. Особливо це важливо для кольорових металів, тим самим вірно класифікувати деталь (токарна, лита и т. п.) і відповідно вірно обрати розмірні бази (конструктивні, технологічні), щоб потім забезпечити не тільки виготовлення, а і зручний контроль розмірів(особливо спряжених). Більшість розмірів деталі є відносними, так як характеризують положення одного елемента деталі відносно іншого і наносяться від відповідних баз, які обираються узгоджуючи з спряженими деталями складаної одиниці. Так форма деталі є сукупністю форм її окремих елементів. Читаючи форму одного елемента, проставляємо розмір форми (діаметр, квадрат і т. п.) і визначаємо базу відносно якої його наносимо (зазвичай вісь), потім наносимо розмір положення цієї форми (циліндр, сфера, конус і т. п.) щодо іншої поверхні і він же є відносним розміром. І розмір форми, і розмір положення можуть бути спряженими розмірами, отже, повинні бути узгоджені з номінальними і граничними відхиленнями (допусками) з іншою деталлю. Після того, ці розміри контрольовані та їх потрібно в

першу чергу зручно, інформативно нанести на кресленик, а потім нанести інші розміри зазвичай від розмірних баз.

Підставою для визначення величини деталі і її елементів служать розмірні числа, які після вимірювання на складальному кресленнику (крім тих, які нанесені) узгоджуються з відповідними стандартами (нормальні лінійні розміри, кути, конусності, радіуси, фаски і т. п.).

Як відомо, загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю деталі. На кожному зображенні (виді, розрізі, перерізі, виносному елементі) наносять розміри саме тих елементів деталі, для виявлення яких ці зображення виконані.

Розміри, що відносяться до одного елементу, групуються на тому зображенні, на якому найбільш інформативно зображений елемент. Для деталі (див. рис. 1) розміри, які стосуються отвору, групуються на головному виді. У разі, якщо зображення представляє поєднання виду і розрізу, то краще розміри зовнішніх елементів деталі наносити зі сторони виду, а внутрішні – зі сторони розрізу.

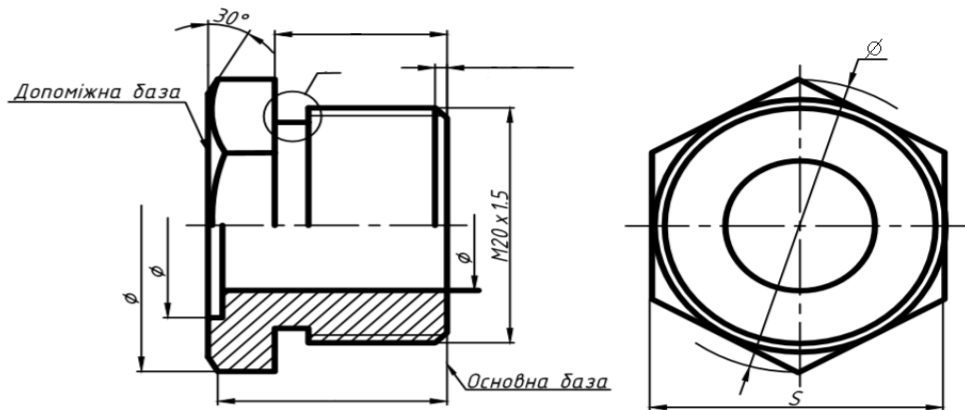


Рис. 1. Приклад нанесення розмірів.

Таким чином, виконавши аналіз всіх розмірів деталі, визначивши їх місце на кресленнику, отримуємо розмірні ланцюги. Якщо в одному лінійному ланцюзі кілька спряжених розмірів, то вони наносяться від одного елемента таким чином, щоб розмірні ланцюги були найбільш короткими (Рис. 2)

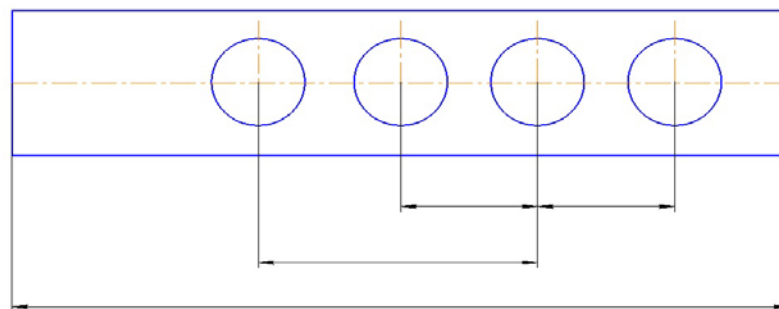


Рис. 2. Приклад нанесення розмірних ланцюгів.

Розмірний ланцюг наноситься в два рядки, один з яких є сумарним, а в інший наносять розміри, складові цієї суми. При цьому, щоб розімкнути ланцюг, один розмір пропущений, так як розміри, як правило, наносяться за принципом незамкненого ланцюжка.

Спосіб нанесення розмірів на робочому кресленнику деталі формується характеристиками розмірів, зазвичай комбінованими, так як не всі елементи деталі вимагають відліку розмірів від якої-небудь однієї основної бази. Для деяких елементів зручніше відраховувати від допоміжних баз, деякі повинні бути пов'язані розмірами з основною базою, що спрощує контроль заданих на кресленнику розмірів.

Висновки. Для нанесення розмірів на робочих кресленниках деталей під час процесу деталювання складального кресленника необхідно:

1. Знати основні вимоги до нанесення розмірів.
2. Знати умовності та спрощення при виконанні складальних кресленників.
3. Виділити спряжені розміри.
4. Визначити стандартні елементи деталі.
5. Визначити місце кожного розміру на кресленнику відповідно до його характеристик.
6. Використовувати комбінований спосіб нанесення розмірів. При цьому допоміжні розмірні бази узгоджують з спряженими деталями та складаною одиницею в цілому.
7. Виконати аналіз розмірних ланцюгів з метою виключення зайвого розміру і навпаки.
8. Величини розмірних чисел повинні бути узгоджені з відповідними стандартами.

Бібліографічний список

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

2. *Бакалова В.М.* Вплив графічної підготовки учнів на якість навчання студентів /*Бакалова В.М., Баскова Г.В., Овсієнко Л.Г.* Тези доповідей 1-ї конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн та інноваційна діяльність./К.:ПП"Омега-Л", 2012.-с.37-39.

3. *Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М.* Інженерна графіка. Підручник /за ред. *В.Є. Михайленка.* – К.: Каравела, 2008. – 272с.

4. 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.

ДО ПИТАННЯ НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА РОБОЧИХ КРЕСЛЕНИКАХ І ЕСКІЗАХ ДЕТАЛЕЙ

Бакалова В.М., к.т.н.,

Баскова Г.В., ст. викладач,

Бараш Р.В., студент,

Стеблецький М.І., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

(Україна, м. Київ)

Анотація - розглядається основні аспекти розробки ескізів деталей та робочих креслеників.

Ключові слова - робочий кресленик, нанесення розмірів, розмірний ланцюг, ескіз деталі.

Постановка проблеми. Комп'ютеризація процесу розробки та оформлення конструкторської документації призводить до «перебудови» навчального процесу. Комп'ютер вимагає швидкого реагування, отже відповідної швидкості мислення. Тому деякі практичні завдання в процесі навчання фахівців повинні бути доведені до автоматизму. До них відноситься задача нанесення розмірів на креслениках. Для її вирішення недостатньо знати основні правила, що викладені у відповідних стандартах. Необхідно і спеціальна технічна підготовка.

Формулювання цілей. Пошук оптимальних методів підготовки студентів 1-го курсу до роботи з креслениками в умовах комп'ютеризації.

Основна частина. Кожен лінійний (кутовий) розмір одночасно є розміром номінальним (дійсним, граничним), відносним (габаритним), конструктивним (технологічним), спряженим (вільним), довідковим.

Грамотне нанесення розмірів деталі, що забезпечує їх швидке читання можливе за двох умов:

1. Володінням хорошою технікою нанесення розмірів, обумовленої основними вимогами, правилами, спрощеннями викладеними у відповідних стандартах.

2. Оптимальним вибором зображень деталей. Для зниження рівня дискретності творчого мислення при розробці конструкторської документації на комп'ютері, необхідно попереднє ескізне опрацювання різних груп деталей.

Виникає проблема, як при відсутності первинної шкільної підготовки, (відсутність необхідних знань з технології машинобудування, основам конструювання, взаємозамінності і т. п.) навчити студентів

наносити розміри на креслениках. На наш погляд це можливо за допомогою відповідних контрольних завдань і робочого зошита для самостійної роботи студента.

Схема розв'язання задачі складається з трьох етапів:

I етап - вибір оптимальної кількості зображень.

II етап - класифікація деталі, тобто визначення до якої групи вона належить (токарної, до деталей, що виготовляються литтям, штампуванням, формується завдяки згинанню і т. п.). Звідси вибір основних і допоміжних баз, основних технічних вимог, особливості зображення і оформлення креслеників відповідно до стандартів.

III етап - формування та розміщення розмірних ланцюгів.

Цей етап базується на наступних положеннях:

1. Розмірний ланцюг наноситься в два рядки. Менший рядок (другий) складається зі спряжених або стандартних конструктивних, технологічних розмірів. Великий рядок (перший) є сумарним розміром.

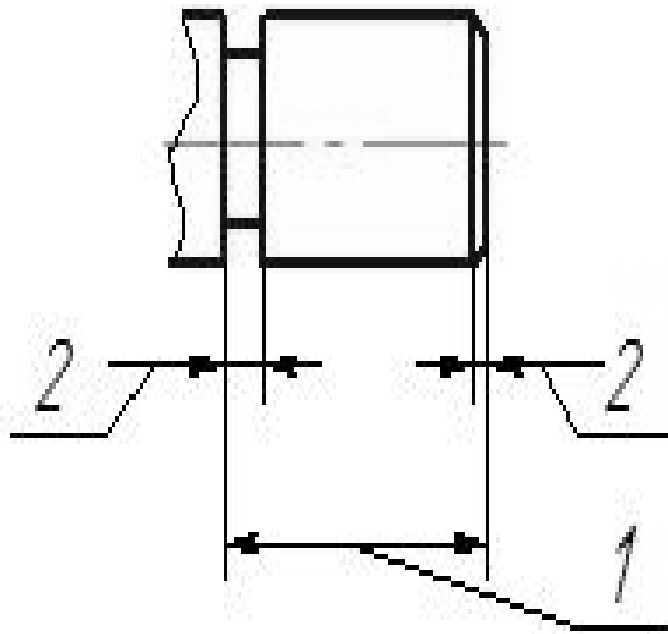


Рис.1.Розмірний ланцюг.

Таким чином першими на кресленику виділяються основні розміри, а також розміри, які визначаються довідковою літературою. Потім послідовно формуються розмірні ланцюги, в кожному з яких залишається вільним розмір ланцюга. Таке нанесення розмірних ланцюгів дає можливість легко визначити, чи всі необхідні розміри нанесені і гарантують як від повторення одного і того ж розміру, так і замикання розмірного ланцюга;

Приклад контрольної роботи.

Розміри деталей

1. Нанести розміри на кресленику деталі (рис.2), переважно обмеженої поверхнями обертання:

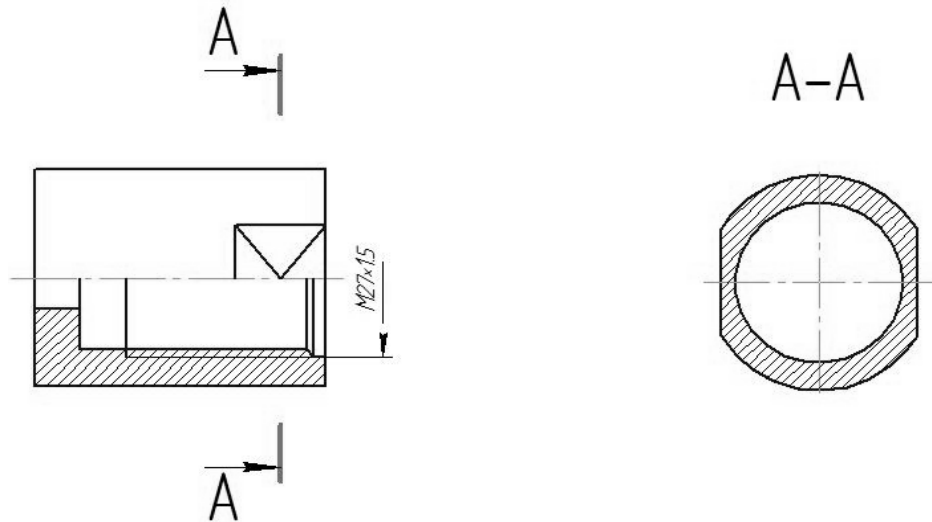


Рис.2. Кресленик деталі.

2. Нанести розміри на кресленику ливарної деталі (рис.3):

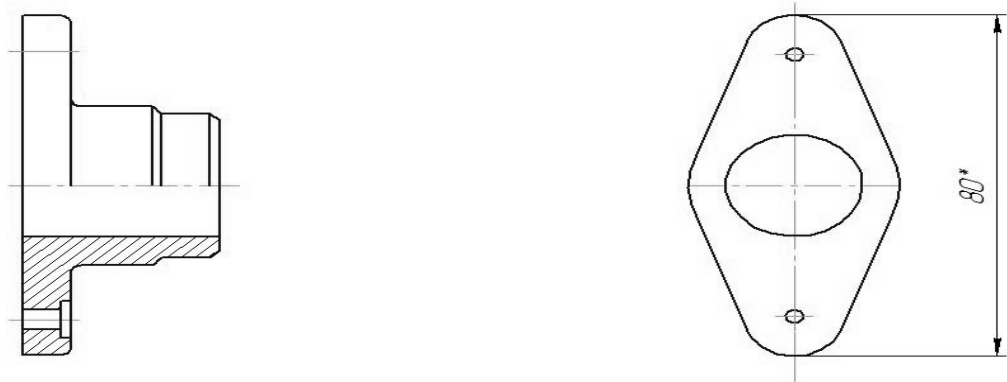


Рис.3. Кресленик ливарної деталі.

3. Охарактеризувати вказаний розмір (скласти характеристику згідно з переліком):

- Лінійний, кутовий;
- Номінальний, дійсний, граничний;
- Розмір форми, розташування;
- Відносний, габаритний;
- Конструктивний, технологічний (стандартний);
- Спряжений, вільний;
- Довідковий.

2. Формування розмірних ланцюгів відбувається як від основних баз, так і від допоміжних, що спрощує контроль заданих на кресленику розмірів (без проміжних замірів та обчислень);

3. Розмірні ланцюги, що відносяться до внутрішньої форми, слід розташовувати з боку розрізу, а до зовнішньої - з боку виду, або ж на одній проекції розміщувати розмірні ланцюги зовнішньої форми, а на іншій - внутрішньої. Це виключає віднесення розмірів внутрішньої форми - до зовнішньої, що може статися, коли ці розміри близькі один до одного за величиною і розташуванням.

Контрольні завдання можуть містити як окремі етапи загальної задачі, так і завдання в цілому. Наприклад, завдання може складатися з двох або трьох питань: нанесення розмірів на одній або двох деталях, що відносяться до різних груп, і характеристики одного зазначеного в завданні розміру деталі. Таким чином закладається первинний, базовий підхід до вирішення завдання нанесення розмірів на робочих креслениках деталей. При отриманні студентом додаткових спеціальних знань процес розв'язання задачі спрощується.

Висновки. Розроблені контрольні роботи здатні підвищити компетентність студентів як майбутніх інженерів та підвищити рівень знань студентів з курсу інженерної графіки до рівня кваліфікованого користувача комп'ютерними технологіями у сфері прикладної геометрії.

Бібліографічний список

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

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

3. *Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М., М 69* Інженерна графіка. Підручник/за ред. *В.Є. Михайленка.* – К.: Каравела, 2008. – 272с.

4. *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*// КІП, 2003, 64.

5. Інженерна графіка. Збірник задач і методичні рекомендації до вивчення дисципліни для студентів хіміко-технологічного факультету./Укладачі: *А.Є. Ізволеньська, Д.К. Луданов, Г.С. Подима,* К.: НТУУ "КПІ", 2012. – 97с.

КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ТЕМИ “РОЗРІЗИ СКЛАДНІ”

Бакалова В.М. к.т.н.,

Баскова Г.В. ст.викладач,

Стеблецький І.М. студент ,

Євзютін П.Ю. студент.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”,

(Україна, м Київ)

Анотація: Розглядається спосіб поліпшення загального рівня знань через підвищення контролю знань студентів як одного з найбільш ефективного чинника.

Ключові слова : контроль знань, розрізи складні, читання зображень предмета, з'єднання виду з розрізом .

Постановка проблеми За останні роки зменшилась кількість навчальних годин, які виділялися на вивчення курсу « Інженерна графіка», що призвело до скорочення навчальної програми. Для того щоб не знизити рівень підготовки студентів необхідно раціонально відкоригувати методичну документацію, в контрольні роботи

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

Аналогічний алгоритм будови контрольної роботи розроблений з теми « Розрізи прості».

Основна частина : Вирішення цієї проблеми здійснюється шляхом підвищення ефективності поточного контролю знань студентів. Зміст контрольних завдань побудовано відповідно до алгоритму, який дозволяє не тільки протестувати студентів по темі, а й практично показати отриманні знання. Таким чином при вдалому засвоєнні нового матеріалу – його повторити, в іншому випадку – провести аналіз помилок и додатково опрацювати матеріал.

Викладачу це дозволяє побачити справжній рівень графічного мислення студентів по цій темі і одразу відкоригувати свою подальшу роботу з ними.

На рис. 1 наведено приклад варіанту контрольної роботи по темі: "Розрізи складні".

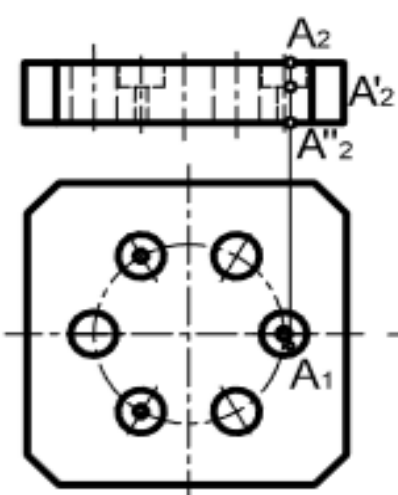
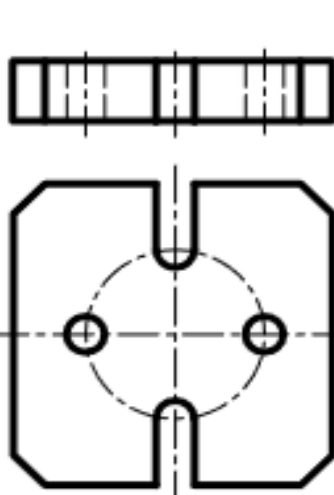
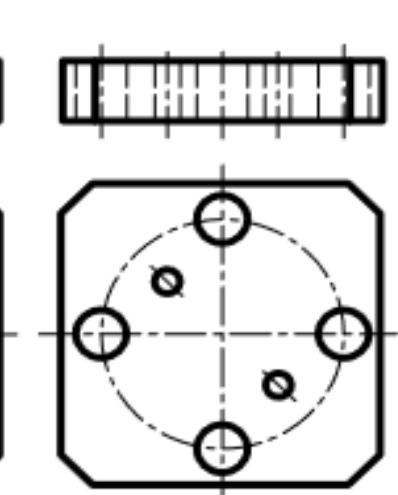
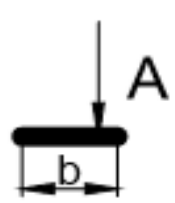
КР	Розрізи складні	10
1. На якому з рисунків 1-3 потрібно виконати складний розріз?  Рис. 1  Рис. 2  Рис. 3 2. Як називається цей складний розріз? 3. Яка з проєкцій A_2, A'_2, A''_2 точки A на рис. 1 відповідає її положенню на поверхні деталі? 4. Чому дорівнює розмір "b" на рис. 4? (Вказати межі)  Рис. 4 5. Виконати ескіз деталі та позначити складний розріз (див. питання 1)		

Рис.2 Приклад контрольної роботи з теми "Розрізи прості"

На рис.2 продемонстровано приклад розв'язання варіанту контрольної роботи приведенного вище.

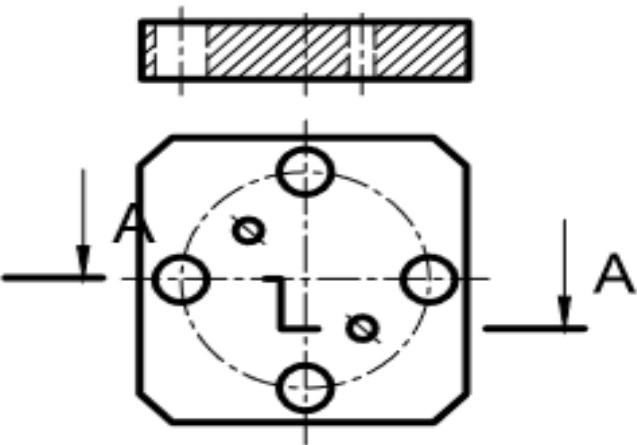
КР	Відповіді до контрольної роботи	10
1. <i>рис.3</i> 2. <i>ступінчастий</i> 3. <i>A''</i> 4. <i>2...3мм</i> 5. <i>складний ступінчастий розріз</i> 		

Рис.2 Приклад розв'язання контрольної роботи з теми “Розрізи прості”

Для її вирішення необхідно знати, з якою метою застосовується спосіб виконання складних розрізів, складові механізму реалізації способу, а саме, читання зображень предмета, завдання і характеристику січних площин, і практичне виконання: оформлення, позначення, доцільність з'єднання виду з розрізом. При цьому контроль проводиться короткий проміжок часу без зниження загальної результативності практичного заняття. На відміну від попереднього варіанту побудова контрольної роботи, На відміну від попереднього варіанту побудова контрольної роботи, складеного з тестових завдань, в цьому введена практична частина, яка дозволяє проконтролювати логічну послідовність мислення, а саме, динаміку переходу від одного зображення до іншого як по вигляду, так за змістом. Тобто контрольована правильність послідовності дій при виконанні розрізу зі знання з його оформлення. Це дозволяє об'єктивно оцінити знання студента, зробити необхідні зміни в процесі навчання з тим, щоб підвищити його якість і прискорити перехід до наступної теми.

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

Висновки :Такий метод контролю навичок дає об'єктивну оцінку знань студентів та покращує навички з теми “Розрізи складні” не знижуючи продуктивність практичних занять.

Бібліографічний список

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

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

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

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

5.ВіткунН.К. Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів «Нарисна графіка» та «Інженерна графіка». Изволенська А.Є., Парахіна Н.А., Чернощочкова Л.Д. //К:КПІ,1992-60с.

6. Віткун Н.К.. 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.

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З КУРСУ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

Баскова Г.В., ст. викладач

Коваль Г.М., к.т.н.,

Іванов М.Д., студент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація: *Описано нове завдання з теми "З'єднання" по курсу інженерної графіки, розроблене на кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" з метою підвищення якості навчання.*

Ключові слова – *інженерна графіка, з'єднання рознімні, нерознімні; з'єднання нарізеві, паяні, клеєні.*

Постановка проблеми. За останні роки в навчальному процесі намітилася стійка тенденція зменшення часу на вивчення курсу «Інженерна графіка» і відповідно скорочення навчальних програм з курсу. Виникла проблема: як, не знижуючи рівня підготовки студентів, відкоригувати процес навчання.

Аналіз останніх результатів. На багатьох факультетах університету в зв'язку з майже стовідсотковою відсутністю дисципліни "Креслення" в середніх навчальних закладах та зі скороченням годин на вивчення інженерної графіки в університеті дві останні класичні теми курсу, а саме: "Складальний кресленик" та "Деталювання кресленика загального вигляду", скасовано. На більшості факультетів вивчення курсу закінчується темою «З'єднання». По цій темі на кафедрі були розроблені два окремих завдання: «З'єднання нарізеві» та «З'єднання нерознімні» [1].

В нових умовах ці завдання не вирішують ряд завдань, пов'язаних з зображенням і оформленням складальних креслеників і мають ряд конструктивних недоліків.

Постановка завдання. Метою розробки нового завдання з теми "З'єднання" є удосконалення завдання таким чином, щоб завдання було більш наближене до складального кресленику реального виробу, що, звичайно, ускладнює завдання. Для деякої компенсації цього ускладнення замість окремого завдання "З'єднання нероз'ємні" в новій роботі застосовані нерознімні з'єднання, а саме, паяне та клеєне.

Основна частина. Завдання з теми "З'єднання" містить складанню одиницю та чотири деталі, розміри яких дещо змінюються за варіантами, і полягає в тому, що ці деталі треба сполучити між собою за допомогою кріпильних виробів та операцій паяння та склеювання.

Для кріпильних виробів (болта, гайки, гвинта, шайби та шпильки) за варіантами задані всі параметри, необхідні для запису їх в специфікації, крім довжин, які необхідно визначити.

При виконанні роботи опрацьовуються питання оформлення складального кресленика, особливості його зображення, умовності та спрощення, які застосовуються на складальних креслениках. Пояснюються особливості виконання розрізів та простановки розмірів на складальному кресленнику, нанесення позицій деталей, запис технічних вимог, складання специфікації. Крім того, пояснюється зображення та позначення паяних та клеєних з'єднань.

Вихідні дані для виконання завдання розміщені на двох листах (рис.1 та рис.2). На рис. 3 розміщено зразок складального кресленика "З'єднання", на рис. 4 – зразок специфікації нього.

Необхідно зауважити, що при аналізі вихідних даних на роботу виникають питання читання складального кресленика, які ще не зустрічалися в попередніх роботах з курсу.

Як показала практика виконання цього завдання студентами ФЕА та ІЕЕ, є окрема категорія студентів, у яких при цьому виникають труднощі. Тому, можливо, доцільним буде задавати в завданні не кресленик конструкції з'єднання, а кресленики деталей, з яких воно складається, що надає можливість глибше проробити теми: робочі кресленики деталей, умовності та спрощення на складальних креслениках. При достатній кількості годин додатковою роботою з цієї теми може бути виконання робочих креслень окремих деталей складального кресленика.

Крім цього, для студентів механічних спеціальностей доцільно для складаної одиниці поз. 1 цієї ж конструкції виконати окремий складальний кресленик, який містить деталі, з'єднані між собою за допомогою зварювання, зі специфікацією до нього.

Висновки. Виконання завдання "З'єднання" дозволяє на запропонованій навчальній конструкції вивчити крім нарізевих з'єднань з'єднання паяні та клеєні, а також опанувати деякі питання теми «Складальний кресленик» в умовах скорочення навчальних програм курсу.

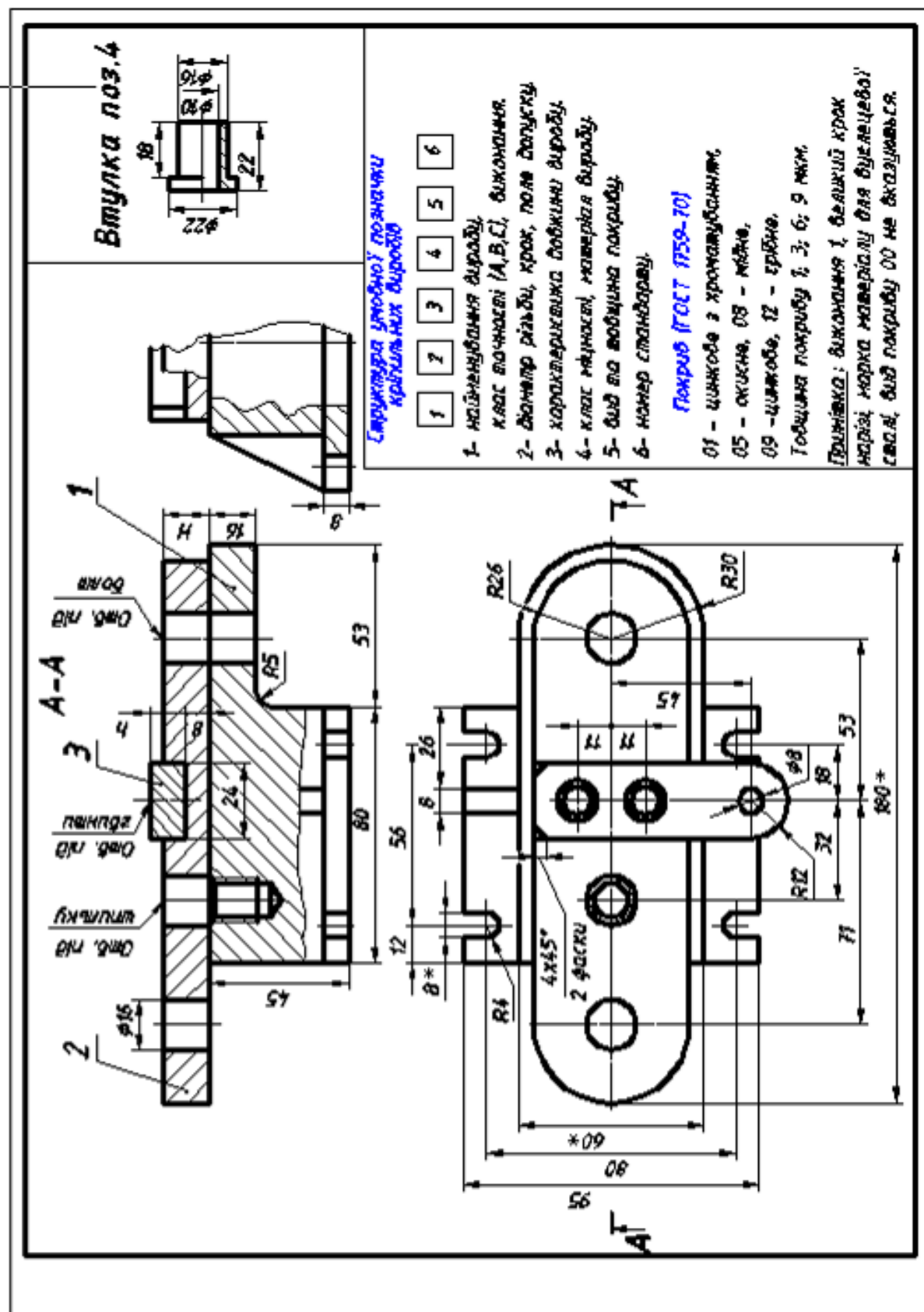
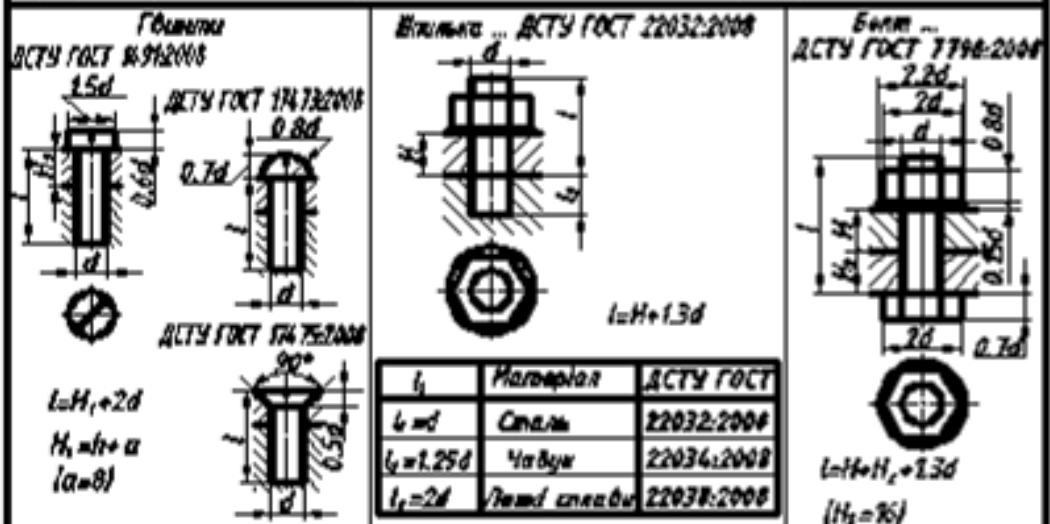


Рис.1

З'єднання

1. Виконати специфікацію складального креслення "З'єднання". попередньо розрахувавши розміри кріпильних деталей.
2. Виконати експлакативний креслення (формат А3, наштаб 1:1). Позначити розміри, проставити номери позицій, нанести необхідні розміри



Таблиця завдань

№№ варіантів	Деталі			Кріпильні вироби						
	Довжина (мм)		Матеріал	Гайка	№ стандарту	Болт, гайка	Клас міцності		Група матеріалів	Покриття
	h	H					Болт, гайка	Гайка		
1	15	10	Чавун	M10	1691:2008	M12	4.6	5	05	016
2	16	12	Лег. сплав	M6	17473:2008	M8	4.8	4	06	079
3	17	8	Сталь	M10	17475:2008	M12	5.8	6	04	056
4	18	12	Чавун	M8	1691:2008	M10	5.6	8	03	053
5	19	8	Сталь	M6	1691:2008	M8	6.8	8	05	083
6	20	8	Сталь	M8	17473:2008	M12	3.6	5	05	086
7	21	10	Лег. сплав	M8	17475:2008	M10	6.9	4	06	099
8	22	12	Чавун	M6	1691:2008	M12	4.6	6	04	00
9	23	10	Сталь	M6	1691:2008	M10	6.9	8	03	016
10	24	10	Сталь	M10	17473:2008	M8	4.8	4	04	013
11	25	8	Чавун	M8	17475:2008	M12	5.8	5	05	093
12	26	12	Лег. сплав	M6	17475:2008	M8	5.6	4	06	053
13	27	12	Сталь	M10	17473:2008	M12	6.8	6	04	083
14	28	8	Сталь	M6	17475:2008	M10	3.6	8	03	099

Рис.2

Сфера	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-т.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A3			ET62.290304.000СБ	Складальний кресленник		
				Складанні одиниці		
A3	1		ET62.290304.100СБ	Основа	1	
				<u>Деталі</u>		
A3	2		ET62.290304.002	Накладка	1	
A4	3		ET62.290304.003	Планка	1	
A4	4		ET62.290304.004	Втулка	1	
B4	5		ET62.290304.005	Прокладка 16x8/6		Dxd/s
				Гума ГОСТ 7338-90	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
	6			Болт М10x45.68.056		
				ДСТУ ГОСТ 1798:2008	1	
	7			Гайка М10.4.056		
				ДСТУ ГОСТ 5915:2008	2	
	8			Гвинт В1М8x36.68.056		
				ДСТУ ГОСТ 1491:2008	1	
	9			Шайба 10.05.056		
				ГОСТ 11371:78	2	
	10			Шпилька М10x28.68.056		
				ДСТУ ГОСТ 22032:2008	1	
			ET62.290304.000			
Зроб.	Авт.	№ докум.	Підпис	Відр.		
Розроб.	Баскаков Г.В.					
Перед.	Кодаль Г.М.					
Н.контр.						
Затв.						
				З'єднання		
					ФЕА	

Рис. 3

Бібліографічний список

1. Злобина В.С. Методические указания по теме «Разъемные и неразъемные соединения» к курсам «Техническое черчение» и «Инженерная графика» для студентов всех специальностей всех форм обучения / В.С. Злобина, Н.П. Истомин, Г.А. Лазукова, Г.В. Мурзаханова – К. : КПИ, 1990. – 60 с.

2. Ванін В.В. Оформлення конструкторської документації: Навч. посібник / В.В. Ванін, А.В. Блюк, Г.О. Гнітецька. – К.: Каравела, 2012. – 200 с.

ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ДОСЯГНЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ

Білицька Н.В., к.т.н.,

Гетьман О.Г., к.т.н.,

Мартиненко Г.С., ас.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – студентські олімпіади сприяють фундаментальній підготовці та стимулюють студентів при вивченні інженерної та комп'ютерної графіки.*

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

Постановка проблеми. В сучасних умовах бурхливий розвиток технічних засобів та комп'ютерних технологій, на жаль, тягне за собою зниження інтересу студентів до фундаментальних дисциплін, до яких відноситься нарисна геометрія та інженерна графіка.

Аналіз останніх результатів. При вивченні курсу інженерної графіки у студентів виникають неабиякі труднощі. Це пов'язано, серед іншого, із недостатнім рівнем викладання геометрії та креслення у середній школі. Але без вміння виконувати та читати кресленики формування інженера неможливе.

Постановка завдання. Для успішного оволодіння спеціальними знаннями студенту необхідно засвоїти дисципліни циклу загальної, природничо-наукової підготовки. Тому викладачу слід знайти шляхи зацікавлення студентів дисципліною, що викладається згідно з навчальними планами підготовки спеціалістів, а для цього необхідно стимулювати студентів при вивченні курсів інженерної графіки, нарисної геометрії та креслення.

Основна частина. Одним із шляхів підвищення зацікавленості студентів у вивченні графічних дисциплін є олімпіади [1], які щорічно проводяться в НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського».

В навчальних планах години, відведені на вивчення дисципліни «Інженерна графіка», значно зменшені порівняно з попередніми роками, тому переважна частина студентів вивчають основні положення курсів у скороченому вигляді. Так, мінімальний курс інженерної графіки складається з 36 годин аудиторних занять. У зв'язку з цим на олімпіаду з інженерної графіки виносяться задачі, з якими студенти стикаються навіть

у скороченому курсі. Це базові теми: метод перетворення за допомогою заміни площини проекцій та перерізи поверхонь площинами.

Для різних за навчальними годинами програм підготовки студентів завдання на олімпіаді теж відрізняються за рівнем складності.

На олімпіаді 2016 року була запропонована така задача на застосування метода заміни площин проекцій (рис.1):

Побудувати прямий круговий конус з вершиною у точці S , якщо його висота SO розташована на l та дорівнює 60 мм, а твірні нахилені до осі під кутом 30° .

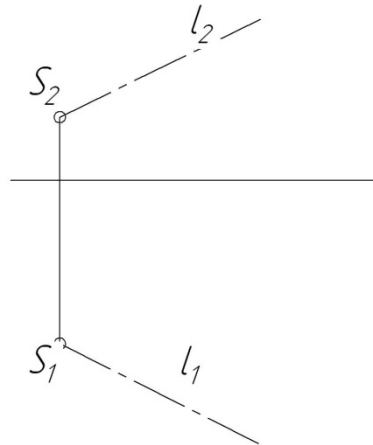


Рис.1. Перше завдання для обох рівнів складності.

Умова задачі надана у текстовому вигляді та на комплексному кресленнику, що дозволяє студенту вибрати раціональне розміщення умови, щоб розв'язок завдання зручно розташовувався на аркуші паперу.

Задача досить проста та не вимагає наявності неабияких здібностей, але для її розв'язку необхідно вільно оперувати знаннями, отриманими при вивчення методу заміни площин проекцій.

Другою, більш складною та вагомою, є задача на побудову перерізів поверхонь площинами. В залежності від кількості годин, що відведені на вивчення дисципліни, на олімпіаду виносяться задачі двох рівнів складності: «одинарне проникання» (рис.2, 3) та «подвійне проникання» (рис.4, 5).

Для одинарного проникання задано складне геометричне тіло, що перетинається гранним вирізом. Геометричне тіло обмежено правильною трикутною пірамідою та сферою. Піраміда повернута таким чином, що одна з вершин основи утворює кут 45° з віссю x . Виріз утворений п'ятьма площинами окремого положення (фронтально-проекціюючі). Для розв'язку цього завдання необхідно побудувати перерізи обох поверхонь заданими площинами. Піраміду перетинають три площини, а сферу — усі п'ять. Студенти повинні вміти користуватися перевагами окремого розташування геометричних об'єктів і будувати лінію перерізу геометричних образів площинами.

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

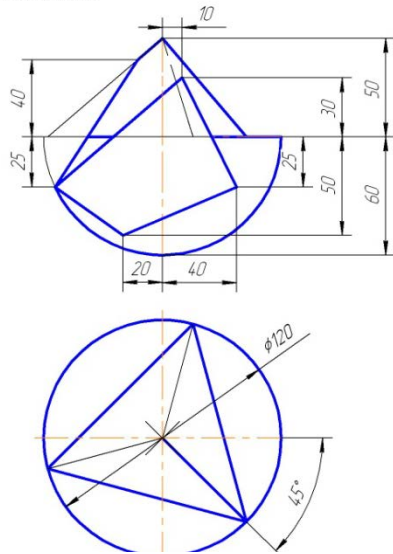


Рис.2. Одинарне проникання для першого рівня складності.

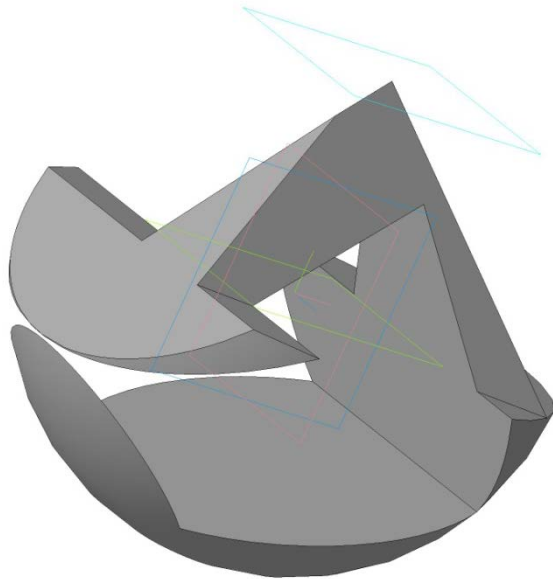


Рис.3. Просторова модель геометричного тіла.

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

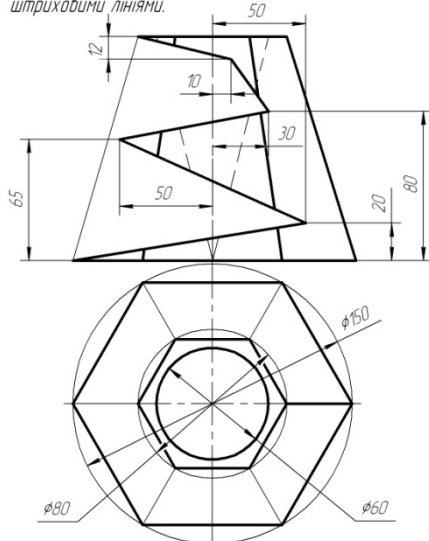


Рис.4. Подвійне проникання для другого рівня складності.

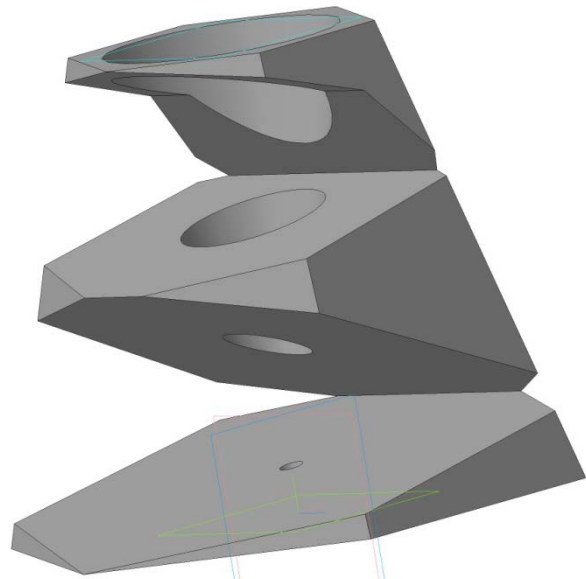


Рис.5. Просторова модель геометричного тіла.

Для подвійного проникання надається геометричне тіло з отвором. Тіло обмежене із зовнішньої сторони правильною зрізаною шестикутною пірамідою, а отвір – це конічна поверхня. Виріз утворений п'ятьма площинами фронтально-проекціуючого положення. Ця задача більш складна, ніж перша, при її розв'язанні у студентів виникає більше проблем,

тому що побудова «внутрішньої» та «зовнішньої» задач ведеться на спільному полі і вимагає більшої ясності мислення та концентрації уваги.

На кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки організовані гуртки для підготовки студентів до участі в олімпіаді. Вони збирають досить широку аудиторію. Студенти вивчають деякі питання курсу, що не входять у загальну програму дисципліни, та удосконалюють свої вміння розроблювати алгоритми рішення просторових геометричних задач та навички до їх втілення на комплексному кресленику.

Олімпіада з інженерної графіки має популярність у студентів, збираючи щорічно біля двохсот учасників (табл.1). Кількість учасників першого рівню хоч й не монотонно, але зростає по відношенню до другого. Це відповідає перерозподілу навчальних часів за дисциплінами «Інженерна графіка» та «Комп'ютерна графіка» на користь останньої.

Таблиця 1.

Рік	Кількість учасників	1 рівень	2 рівень	1 рів./ кільк.уч.
2010	228	106	122	46.5%
2011	172	71	101	41.3%
2012	224	97	127	43.3%
2013	185	109	76	58.92%
2014	157	118	39	75.16%
2015	161	81	80	50.03%
2016	114	62	52	54,39%

Найліпші студенти нагороджуються дипломами та грамотами, а ті, що отримали гарні результати, але не досягли рівня призерів, заохочуються викладачами бонусними балами.

Висновки. Студенти, намагаючись підвищити свій рейтинг та отримати гарну оцінку на заліку та іспиті, починають відвідувати гурток, а потім зацікавлюються самим предметом і досягають значних результатів у його опануванні. Така система заохочення досить ефективно сприяє підвищенню інтересу студентів до вивчення дисципліни і є суттєвим важелем для поліпшення загального рівня фундаментальної та інженерної підготовки.

Бібліографічний список

1. Білицька Н.В., Гетьман О.Г. Заходи по підвищенню рівня підготовки студентів з курсу «Інженерна графіка» - /Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності» Випуск 3. – К: ДІА, 2014 р. с.17-20.

ОЛІМПАДА ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЗАЦІКАВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Білицька Н. В., к.т.н.,

Коваль Г. М., к.т.н.,

Бережнюк М. М., студент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація: розглядаються завдання, запропоновані на олімпіаді з курсу нарисної геометрії, які сприяють підвищенню рівня зацікавленості студентів.

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

Постановка проблеми. В останні роки невпинно знижується інтерес студентів до геометричних методів розв'язку задач нарисної геометрії, їх більше приваблюють сучасні можливості, які надають новітні інформаційні технології та технічні пристрої.

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

Постановка завдання. Сучасному спеціалісту необхідне знання фундаментальних дисциплін та вміння розробляти алгоритми розв'язку комплексних задач, розбивати складні задачі на низку більш простих, логічно мислити просторовими геометричними образами, виконувати та читати кресленики. Тому виникає потреба стимулювати студентів при оволодінні основами курсів нарисної геометрії та креслення.

Основна частина. В НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» щорічно проводяться студентські олімпіади, які постійно зацікавлюють студентів.

На превеликий жаль, години, що відведені на вивчення курсів «Нарисна геометрія», «Інженерна графіка» та «Технічне креслення», постійно зменшуються на користь вивчення «Комп'ютерної графіки», яке, безперечно, дуже важливе. Але і розвитку загального інтелектуального потенціалу студентів теж треба приділяти увагу, чому дуже сприяє вивчення курсу «Нарисної геометрії». Оскільки аудиторних годин недостатньо для досягнення цієї мети, студенти виконують додаткові завдання у вигляді епюрних завдань, що винесені на самостійну роботу.

Більш складні, комплексні завдання розглядаються на заняття тематичних гуртків. Ці гуртки допомагають розвивати логічне мислення і просторову уяву студентів та готують їх до участі в олімпіаді.

На олімпіаді пропонуються задачі, розв'язування яких базується на основних темах курсу: метод геометричних місць, метод перетворення проєкцій за допомогою заміни площин проєкцій та побудова точок (прямих) перетину поверхонь прямими (площинами) [1]. Для отримання розв'язку таких задач необхідно вільно володіти знаннями та навичками, які прищеплюються викладачами при викладанні курсу.

На кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» застосовується методика розв'язування просторових геометричних задач, яка передбачає створення просторової моделі сукупності геометричних об'єктів, необхідних для побудови геометричного елементу, що визначається, розробку алгоритму розв'язку задачі та запис його у символічному вигляді, і, нарешті, втілення цього алгоритму на комплексному кресленнику.

На олімпіаді з нарисної геометрії у 2016 році були запропоновані такі задачі.

Задача 1. В площині $\Sigma(A,B,C)$, що рівновіддалена від точок M та N , через точку C провести пряму під кутом 45° до осі Ox .

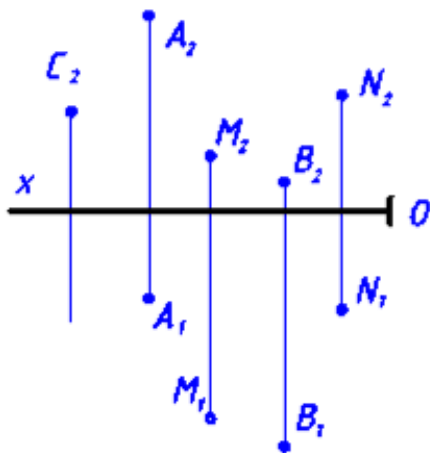


Рис.1. Графічна умова задачі.

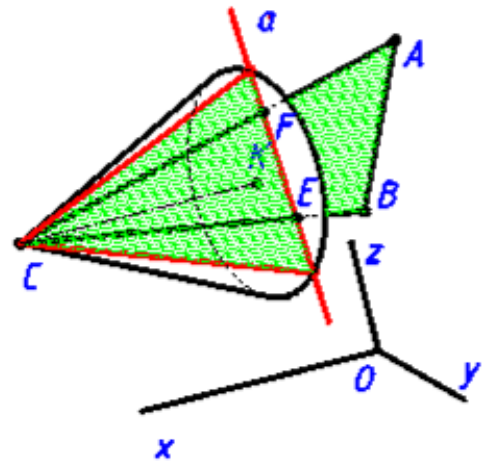


Рис.2. Просторова модель до другого етапу задачі

В запропонованій задачі можна виділити два основних етапи.

1. Визначення площини, яка проходить через дві задані точки A та B і рівновіддалена від точок M та N , та побудова точки $C(C_2)$, яка належить цій площині.

2. Побудова прямої, яка проходить через точку C , нахилена під кутом 45° до осі Ox і належить площині $\Sigma(A,B,C)$.

Етап 1:

У пучку площин, віссю якого є пряма AB , існують дві площини, які рівновіддалені від точок M та N :

- а) площина, яка паралельна до прямої MN ;
- б) площина, яка проходить через середину відрізка MN .

Таким чином, площину Σ задаємо $\Sigma(AB \cap BD)$, де $BD \parallel MN$ (випадок а), або $\Sigma(A, B, D)$, де $D \in MN \wedge MD = DN$ (випадок б).

Після визначення площини Σ знаходимо відсутню проекцію точки C , яка належить цій площині.

Етап 2:

Геометричним місцем прямих (гмп), що проходять через задану точку C і нахилені під кутом 45° до осі Ox , є твірні прямого кругового конуса, вершина якого – точка C , вісь паралельна до осі Ox , а кут між твірними та віссю конуса дорівнює 45° (рис. 2). Після побудови зазначеного конуса необхідно знайти твірні, по яким площина Σ його перетинає.

Через те, що основа конуса розташована в площині, яка паралельна до профільної площини проєкцій Π_3 , для визначення прямої a – лінії перетину площини Σ з основою конуса – можна застосувати площину проєкцій Π_3 або знайти пряму a способом заміни площин проєкцій.

Зауважимо, що площина, яка проходить через вершину конуса, може його перетинати, може дотикатися до нього, а може проходити повз нього. Задача, відповідно, може мати два розв'язки, один або не мати жодного.

Задача 2. Побудувати рівнобічний прямокутний $\triangle ABC$ за гіпотенузою AB , якщо його площина нахилена до площини Π_2 під кутом 30° .

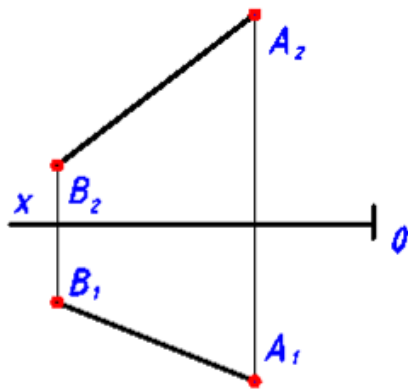


Рис.3. Графічна умова задачі.

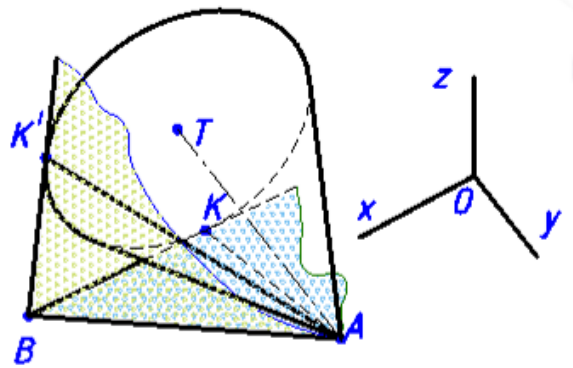


Рис.4. Просторова модель до першого етапу задачі

В цій задачі також можна виділити 2 етапи:

1. Побудова площини Σ , яка проходить через пряму AB і нахилена до площини проєкцій Π_2 під заданим кутом 30° .
2. В площині Σ за гіпотенузою AB побудувати рівнобічний прямокутний $\triangle ABC$.

Етап 1: Відомо, що кут нахилу площини до певної площини проєкцій дорівнює куту нахилу її лінії найбільшого нахилу до цієї ж площини

проекцій [2]. Гмп, які проходять через точку A і утворюють кут 30° з площиною Π_2 , є твірні прямого кругового конуса, вершина якого – точка A , вісь перпендикулярна до Π_2 , а кут між твірними та віссю конуса дорівнює 60° . Шукана площина Σ має бути дотичною до цього конуса (рис.4).

Обмежимо поверхню конуса площиною, яка проходить через точку B . Точка B може бути розташована за межами кола – основи конуса, на ньому, чи всередині кола, тоді маємо, відповідно, дві, одну або не маємо жодної дотичної площини.

Етап 2: Для побудови в площині $\Sigma(A,B,K)$ рівнобічного прямокутного $\triangle ABC$ за його гіпотенузою AB доцільно застосувати спосіб заміни площин проекцій (рис.5).

Оскільки за гіпотенузою можна побудувати 2 рівнобічних прямокутних трикутника, задача може мати 4, 2 розв'язки, або не мати жодного.

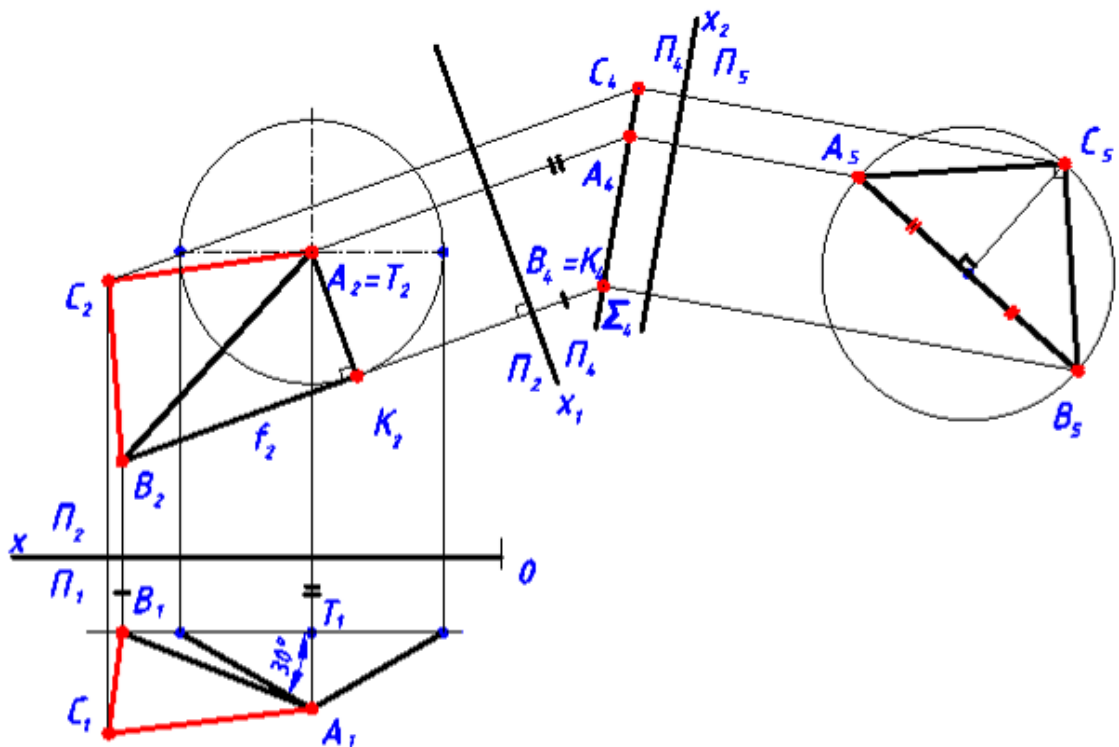


Рис.5. Вирішення задачі на комплексному малюнку.

Зауважимо, що визначити площину Σ можна і без застосування гмп (рис.6).

На рис.6 показано, як, знаючи координати у точок A і B та кут нахилу площини Σ до площини проекцій Π_2 , визначити напрямок фронталі площини Σ .

Для цього в довільно розташованій системі площин Π_4/Π_2 (рис.6а) будуємо проекцію точки A (A_4) з координатою, рівною координаті y_A , і через цю точку проводимо слід-проекцію площини Σ (Σ_4) під кутом 30° до

осі x_1 . Потім на сліді-проекції Σ_4 будемо (за координатою y_B) проекцію точки B (B_4), і таким чином визначаємо величину Δx_1 точок A та B . Дотична до кола з центром в точці A_2 та радіусом $r = \Delta x_1$ задає напрямок фронталі f_2 площини Σ (рис.6б).

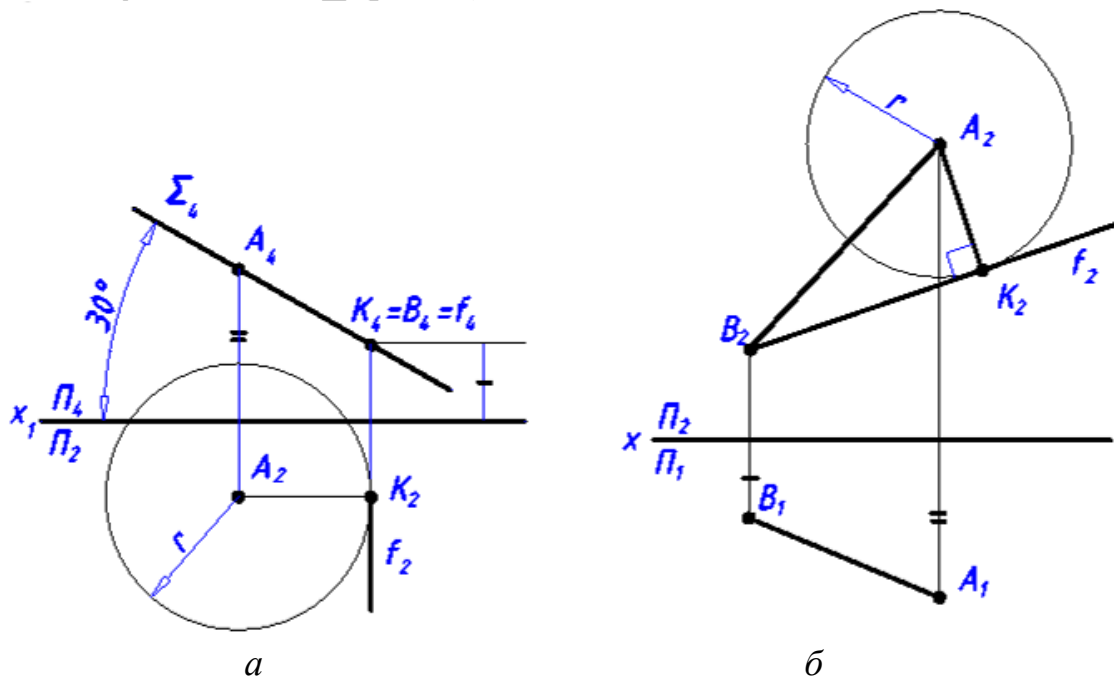


Рис.6. Альтернативний спосіб визначення площини $\Sigma(A,B,C)$.

Студентів-переможців олімпіади нагороджують дипломами та грамотами, решта студентів, які продемонстрували гарні результати, але не зайняли призових місць, заохочуються додатковими балами на іспитах та заліках.

Висновки. Проведення олімпіади з нарисної геометрії сприяє підвищенню інтересу студентів до вивчення дисципліни і є суттєвим важелем для поліпшення загального рівня інженерної підготовки.

Бібліографічний список

1. Білицька Н. В., Коваль Г. М., Корнієнко І. О. До питання проведення студентської олімпіади з нарисної геометрії.- Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених". Вип.5. - К. :ДІА, 2016. - С. 33-37.
2. Ванін В. В. Інженерна графіка / В. В. Ванін, В. В. Перевертун, Т. М. Надкернична та ін. //К. : Видавнича група BVH, 2009. – 400 с. : іл.

МОДЕЛЮВАННЯ КОРАБЕЛЬНИХ КРИВИХ У НАТУРАЛЬНІЙ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ З ЛІНІЙНИМ ЗАКОНОМ РОЗПОДІЛУ КРИВИНИ

Борисенко В.Д.¹, Устенко А.С.²

¹ Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського, e-mail borisenko.valery@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0857-0708

² Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, e-mail austenko0@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0546-7019

Анотація –пропонується метод геометричного моделювання корабельних кривих, кривина яких лінійно залежить від довжини дуги. Розглядається алгоритм визначення невідомих коефіцієнтів цієї залежності за умови, що задані напівширина та напівдовжина корпусу судна. Також відомими є кут загострення кривої чи коефіцієнт її повноти. Пошук невідомих коефіцієнтів реалізується числовим методом.

Ключові слова – моделювання, корабельна крива, ватерліній, лінійний закон, розподіл кривини, коефіцієнт повноти, числова реалізація.

Постановка проблеми. Проектування об'єктів, що мають складну геометричну форму, зокрема, обводів корпусу сучасних суден, нерозривно пов'язане з математичним поданням кривих, які визначають поверхні, що описують ці об'єкти. Незважаючи на те, що в сучасній науковій літературі з питань проектування корпусів суден пропонується достатньо різноманітних підходів до моделювання корабельних кривих, все ж таки і на цей час питання розробки нових методів моделювання цих кривих є актуальним, яке має не тільки важливе теоретичне, але й практичне значення. Корабельні криві, до яких відносяться криволінійні обводи шпангоутів, ватерліній та батоксів, формують теоретичне креслення корпусу судна, на підставі якого виконуються всі роботи, пов'язані з розробкою проектів цих складних інженерних споруд. Останніми роками фахівці з прикладної геометрії запропонували методи моделювання кривих в їх натуральній параметризації та застосуванням певних законів розподілу кривини від довжини дуги модельованої кривої. Ці методи можна покласти в основу побудови корабельних кривих, зокрема, ватерліній. Необхідність розробки нових підходів до моделювання корабельних кривих пояснюється появою принципово нових типів суден, наприклад, газовозів, суден для перевезення автотранспортних засобів тощо.

Аналіз останніх досліджень. Аналізуючи літературні джерела [1, 2, 5 – 7], в яких висвітлюються питання аналітичного подання корабельних кривих, можна прийти до висновку, що в суднобудуванні застосовуються як давно відомі методи їх опису (параболи Чапмана і Тейлора), так і

розвиваються нові підходи до їх моделювання із застосуванням багаточленів третього, четвертого і вищого степенів.

Сучасним підходом до моделювання плоских кривих є застосування так званої натуральної параметризації з додаванням лінійних, квадратичних, кубічних графіки розподілу кривини від довжини дуги [3, 4].

Формулювання цілей статті. Метою цієї роботи є подальший розвиток методу моделювання на прикладі ватерліній корабельних кривих із застосуванням їх натуральної параметризації та лінійним законом розподілу кривини від довжини дуги і визначенням невідомих коефіцієнтів цього закону числовим методом.

Основна частина. Моделювання ватерліній будемо виконувати в системі координат, показаній на рис. 1. На цьому рисунку літерами B і позначені L , відповідно, напівширина та напівдовжина корпусу судна. Літерою G позначено область, що обмежена ватерлінією та осями координат. З розгляду цього рисунку можна також визначити граничні умови, які застосовуватимуться при моделюванні кривих.

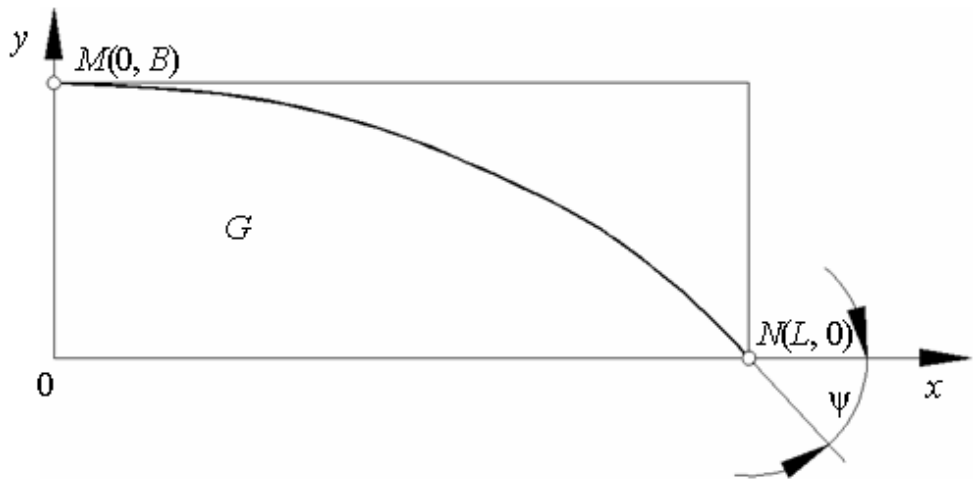


Рис. 1. Приклад корабельної кривої

Зазначимо, що під коефіцієнтом повноти ватерлінії, який прийнято позначати грецькою літерою α , розуміється відношення площі зони G (див. рис. 1) до площі охоплюючого цю зону прямокутника.

Розглянемо метод моделювання ватерлінії із застосуванням натуральної параметризації кривих. Відомо, що диференціал кута між дотичною до кривої та віссю x , визначається добутком диференціала довжини дуги на її кривину $k(s)$

$$d\varphi = k(s)ds.$$

Інтегруванням цього виразу можна визначити залежність розподілу кута нахилу дотичної до кривої від довжини її дуги

$$\varphi(s) = \varphi(0) + \int_0^s k(s)ds,$$

де $\varphi(0)$ – кут нахилу дотичної в початковій точці кривої, тобто в точці A .

Запишемо рівняння зміни кривини кривої у наступному вигляді:

$$k(s) = as + b, \quad (1)$$

де a і b – коефіцієнти лінійної залежності кривини кривої від її довжини.

Параметричні рівняння кривої, що генерується на базі лінійного закону зміни кривини мають вигляд:

$$\begin{aligned} x(S) &= x(0) + \int_0^S \cos[\varphi(0) + as^2/2 + bs] ds; \\ y(S) &= y(0) + \int_0^S \sin[\varphi(0) + as^2/2 + bs] ds. \end{aligned} \quad (2)$$

У цих рівняннях три невідомих величини: a , b і S , де S – довжина дуги обводу. Для числового розв'язання цих рівнянь запишемо вираз для визначення кута нахилу дотичної в кінцевій точці:

$$\varphi(S) = \varphi(0) + \frac{aS^2}{2} + bS. \quad (3)$$

Із цього виразу можна знайти залежність для коефіцієнта a . При цьому мається на увазі, що кут нахилу дотичної в початковій точці кривої, тобто точці M , дорівнює нулю. В кінцевій точці (точці N) він відповідає куту загострення ватерлінії. Отже, коефіцієнт a буде визначатися виразом

$$a = \frac{2}{S} \left(\frac{\Delta\varphi}{S} - b \right),$$

де $\Delta\varphi = \varphi(S) - \varphi(0)$.

Аналізуючи вирази (2) – (3) можна прийти до висновку, що в них невідомими величинами є коефіцієнт b і довжина дуги кривої S .

Ці невідомі можна визначити шляхом розв'язання задачі мінімізації відхилення в процесі пошуку проміжно отриманої кінцевої точки від заданої точки N (див. рис. 1). Отже, за функцію цілі візьмемо наступну залежність

$$f = \sqrt{(x_N - x_{N'})^2 + (y_N - y_{N'})^2}, \quad (4)$$

де N' – проміжно отримана кінцева точка ватерлінії.

Для мінімізації функції цілі (4) в роботі застосовано високоефективний алгоритм, запропонований Хуком – Дживсом [8].

На рис. 2 показані результати моделювання трьох ватерліній, вихідні дані яких різнилися величиною кута загострення ψ . Цей кут змінювався від 20° до 40° з кроком 10° (значення кутів записані за модулем).

Одночасно з розрахунками координат ватерліній числовим методом трапецій визначалася площа фігури під графіком, що надавало можливість знаходити коефіцієнти повноти α . Зі зростанням (за модулем) кута ψ цей коефіцієнт послідовно приймав значення: 0,5972; 0,6469; 0,6971.

Криві, змодельовані з кутами загострення -20° і -30° мають точки перегину. При чому перегин ватерлінії з кутом загострення -30° знаходиться дуже близько до точки N .

При лінійному законі розподілу кривини єдиним шляхом, яким можна впливати на коефіцієнт α повноти ватерлінії залишається величина кута її загострення. В практиці моделювання корабельних кривих, зокрема ватерліній, дуже часто потрібно забезпечити певне значення коефіцієнта α , тобто коефіцієнт повноти модельованої кривої.

Розв'яжемо задачу моделювання ватерлінії таким чином, щоб замість кута загострення ватерлінії до вихідних даних входив коефіцієнт її повноти. Для цього треба було певним чином модернізувати програму розрахунків і візуалізації отриманих результатів, а також додати до функції

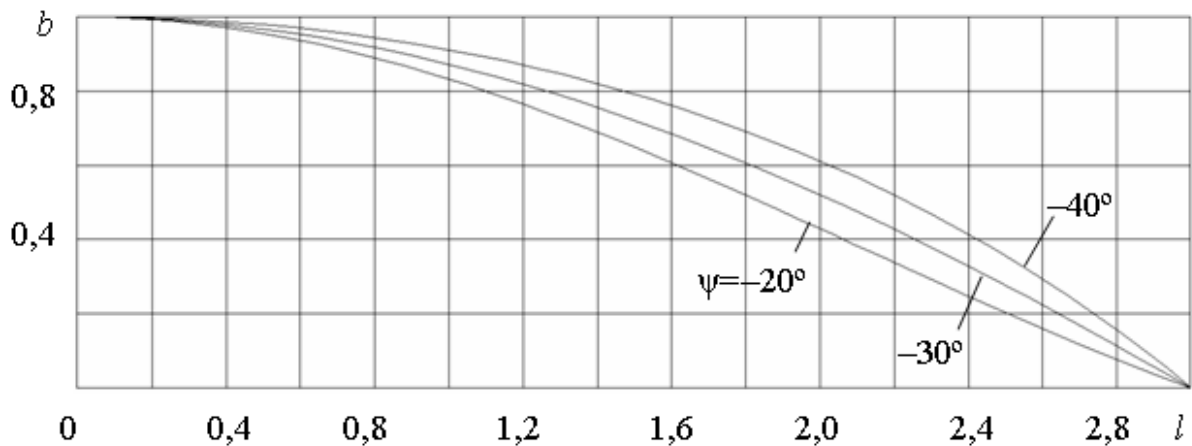


Рис. 2. Вплив кута ψ на криві з лінійним розподілом кривини

цілі (4) так звану функцію штрафів. Справа у тому, що поставлена задача є двокритеріальною. Перший критерій пов'язаний з доведенням кривої до точки N , а другий — із забезпеченням заданої величини коефіцієнта повноти α .

З урахуванням цих обставин цільову функцію взято у наступному вигляді

$$f = \sqrt{(x_N - x_{N'})^2 + (y_N - y_{N'})^2} + \xi(\alpha - \alpha')^2.$$

У цьому виразі α' — проміжно отриманий коефіцієнт повноти ватерлінії, ξ — деякий експериментальний коефіцієнт.

Функція штрафів розраховувалася як квадрат різниці заданого коефіцієнта повноти і визначеного в процесі рішення оптимізаційної задачі. Знайдену таким чином величину треба помножити на коефіцієнт, який підбирається експериментально з метою збалансування впливу першого і другого критеріїв.

На рис. 3 наведені результати моделювання корабельних кривих, отриманих при варіюванні коефіцієнта повноти α у межах від 0,7 до 0,8 з кроком 0,05. Кут загострення ψ при збільшенні коефіцієнта повноти приймав значення $-40,7^\circ$, $-50,5^\circ$, $-59,6^\circ$.

Найбільше відхилення абсциси кінцевої точки змодельованої кривої

від точки N становило $1,49 \cdot 10^{-5}$. Це достатньо висока точність для практичного застосування. Найбільше відхилення було отримано при моделюванні кривої з коефіцієнтом повноти $\alpha = 0,8$. Найменше відхилення має крива, побудована з коефіцієнтом повноти $\alpha = 0,7$. При цьому це відхилення становило $1,19 \cdot 10^{-5}$.

Висновки. Виконані теоретичні дослідження й проведені розрахунки підтвердили можливість геометричного моделювання

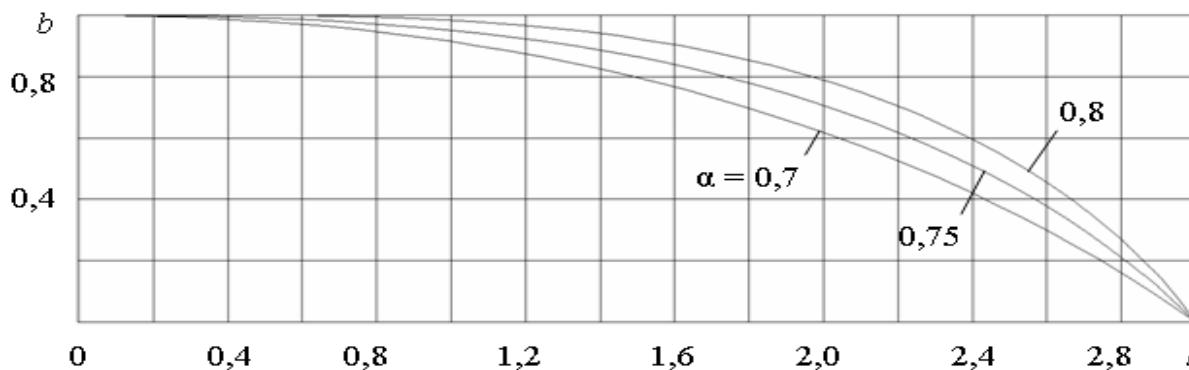


Рис. 3. Вплив коефіцієнта повноти α на криві з лінійним розподілом кривини

ватерліній теоретичного креслення корпусу судна з лінійним законом розподілу кривини.

Бібліографічний список

1. Ашик, В. В. Проектирование судов: Учебник / В. В. Ашик. – Л. Судостроение, 1985. – 320 с.
2. Ашик, В. В. Методы построения и согласования судовой поверхности с помощью ЭВМ / В. В. Ашик, А. А. Богданов, И. Б. Мараева, А. Н. Шебалов. – Л.: Судостроение, 1978. – 78 с.
3. Борисенко, В. Д. Геометричне моделювання плоских кривих із застосуванням лінійного елемента кривини / В. Д. Борисенко, С. А. Устенко, В. Є. Спіцин // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2006. – Вип. 76. – С. 43–49.
4. Борисенко, В. Д. Геометричне моделювання плоского криволінійного обводу за заданою кривою / В. Д. Борисенко, С. А. Устенко, В. Є. Спіцин // Праці ХДУХТ "Геометричне та комп'ютерне моделювання". – Харків: ХДУХТ, 2004. – Вип. 5. – С. 30–34.
5. Бронников, А. В. Проектирование судов / А. В. Бронников. – Л.: Судостроение, 1990. – 327 с.
6. Ковалев, В. А. Новые методы автоматизации проектирования судовой поверхности / В. А. Ковалев. – Л.: Судостроение, 1982. – 212 с.
7. Проектування морських транспортних суден: Навчальний посібник / О. І. Кротов, В. І. Голюков, О. Ю. Єганов, О. В. Бондаренко. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 156 с.
8. 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.

ВИДЫ И ПРИЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОЙ САРТСНА

Боровик И.В., студент,

Финогенов А.Д., к.т.н.,

Яблонский П.Н., к.т.н.

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»,

(Украина, г. Киев)

Аннотация – рассматриваются виды визуальных капчей и приемы их построения. Приведены примеры некоторых видов капчей и сделаны выводы по возможности автоматизации их решения.

Ключевые слова – САРТСНА, тест Тьюринга, распознавание символов, классификация изображений, автоматизация решения.

Постановка проблемы. Одним из способов определения типа пользователя системы (человек или компьютер) является САРТСНА (от англ. Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart – рус. полностью автоматизированный публичный тест Тьюринга для различения компьютеров и людей) – далее «капча» [1]. Данные тесты нашли широкое применение в сети Internet для защиты от ботов (автоматизированных программ сбора или ввода информации), автоматических регистраций и т.д. W3C (консорциум технологий и стандартов для Internet) рассматривает также альтернативные методы [2]. Однако наибольшее распространение получили именно графические методы представления капчи, которые, в ряде случаев, могут вызвать проблемы при решении не только у ботов, но и человека.

Анализ последних исследований. Применение капчи на популярных сайтах приводит к созданию для них ботов. Наиболее распространенными на данный момент в сети являются reCAPTCHA [3] и SolveMedia [4]. Однако существует огромное количество других сервисов [6] генерации капчи, которые менее популярны, но и программное обеспечение для их автоматического решения менее доступно.

Для автоматического решения капчи в основном используется два подхода:

- 1) включение в бот-программу блока решения капчи, который может быть основан на анализе информации методами ИИ, сравнении с примитивами в БД, анализе контента страницы с капчей и т.д.;
- 2) «решение чужими руками» – подход, основанный на использовании сервисов распознавания, где в качестве решателя выступают пользователи сервиса (обычно за некоторое вознаграждение) [5].

Формулировка целей (постановка задачи). В данной работе рассматриваются наиболее распространенные виды и приемы при построении визуальных капчей для анализа возможных способов их автоматического решения.

Основная часть. При графическом методе представления информации наиболее распространены следующие типы решения капчей:

- ввод данных, обычно изображенного текста или числа (рис. 1–10, 19–20);
- выбор данных в произвольной (рис. 15–16) или определенной (рис. 17–18) последовательности;
- осуществление решающего действия (например, обвод мышкой контура объекта на изображении).

При создании графической капчи в роли элементов или приемов, которые усложняют процесс ее решения могут выступать:

- 1) шумы – дополнительная фиктивная информация или искажения;
- 2) интерактивность – создание динамически изменяемого контента в процессе решения или действий;
- 3) итеративность – формирование нескольких задач подряд;
- 4) вложенность – комбинирование нескольких типов задач

Дополнительно могут использоваться временные критерии, т.е. отображение информации или решение возможно только через определенный интервал времени (обычно от 5 до 60 секунд), а также время просмотра как в активном, так и в неактивном режиме окна.

1. Шумы

В роли элементов шумов, усложняющий решение, могут применяться:

- количество элементов (рис. 3, 6);
- размеры элементов;
- расположение элементов (рис. 5, 18);
- тип шрифта (рис. 7-8);
- углы поворота и закручивания (рис. 2, 20);
- наличие лишних элементов на рисунке (рис. 4, 8, 19);
- фон (рис. 6, 8); цвет и т.д.

2. Интерактивность

При создании интерактивных элементов капча чаще всего используется технология Flash или представление изображения (обычно текста) в GIF - формате.

От пользователя обычно требуется осуществить некоторые действия, например: переместить объект из одной точки рабочей площади изображения в другую (рис. 11) или добиться необходимого положения элемента изображения (рис. 12).

В случае представления изображения в динамическом GIF (рис. 9-10), типовым заданием является ввод изображенного текста, однако из-за динамически изменяемого положения текста усложняется фиксация его области расположения для автоматического распознавания.

3. Итеративность

Капча может состоять из нескольких последовательных задач (рис. 14, рис. 16). Итеративность или дополнительные задания также могут появляться в качестве «штрафа» за неправильное решение.

4. Вложенность

Капча может состоять из нескольких разнотипных задач с точки зрения ее решения. Например, для капчи на рис. 4 пользователь должен

Примеры капчей



Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3



Рисунок 4



Рисунок 5



Рисунок 6



Рисунок 7



Рисунок 8



Рисунок 9



Рисунок 10



Рисунок 11

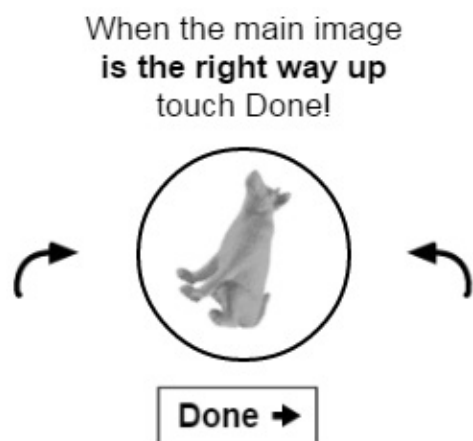


Рисунок 12



Рисунок 13



Рисунок 14

Примеры капчей (окончание)

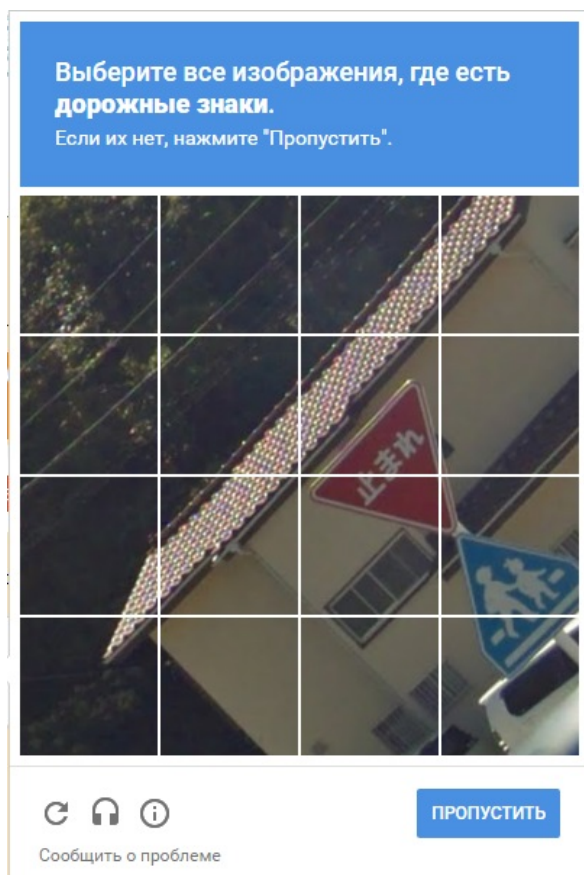


Рисунок 15

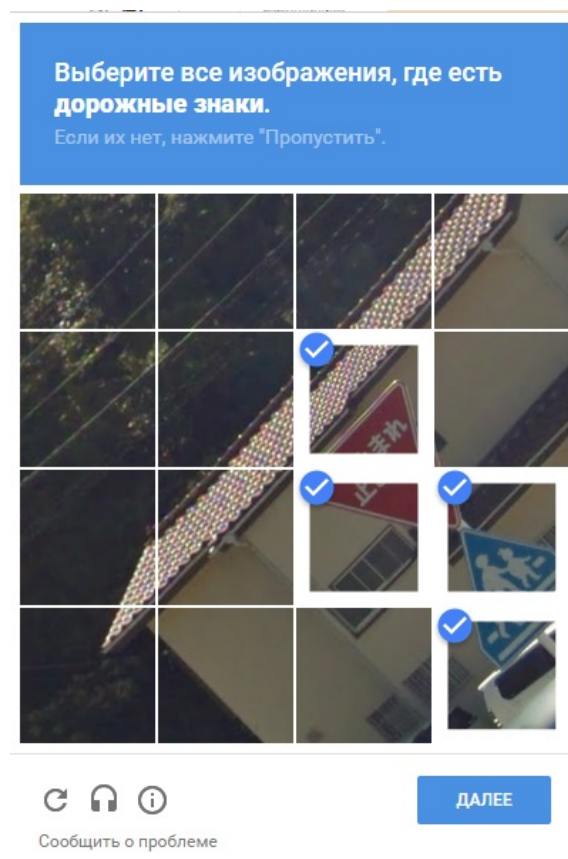


Рисунок 16

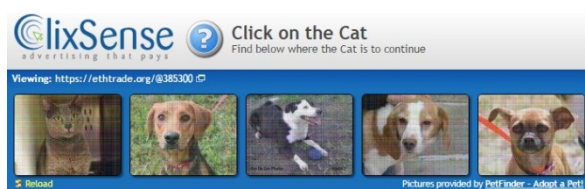


Рисунок 17



Рисунок 18



Рисунок 19



Рисунок 20

перевести текст в число и выполнить элементарное арифметическое действие. Вложенность не стоит путать с составными капчами, когда несколько задач (часто различного типа) необходимо решить для успешного действия (например регистрации). Хотя такие капчи часто реализуются в одном диалоговом окне, но они имеют независимые решения, а успешным решением капчи считается успешное решение всех ее составляющих.

В некоторых случаях (рис. 13, 19-20), капча перестает выполнять свои основные функции, т.к. внесение шумов может сделать тест крайне трудным не только для автоматического, но и ручного распознавания.

Наиболее простыми для автоматического решения из визуальных капчей представляются те, которые содержат цифровую или алфавитно-цифровую информацию. В этом случае задача решения сводится к созданию алгоритма распознавания текста [7] (например, используются готовые решения, типа FineReader [8]).

При работе с графической информацией / изображениями (например, рис. 15–18) возможно создание БД изображений и решений с последующим поиском, однако пополнение базы задач является менее трудоемким, чем дополнение БД решенными заданиями.

Наиболее трудным представляется автоматизация решения интерактивных задач, подобных представленным на рисунках 11–12, однако увеличение видов таких задач осложнено трудностями по их созданию.

Выводы. Ввиду разнообразия возможных видов и приемов при создании визуальных капча и разных типов решения – создание универсальных программ решения практически невозможно, т.к. создание блока анализа вида капчи по сложности может превышать сложность самого алгоритма решения. Однако, большинство представленных в данной работе видов капчей позволяют создание автоматических программ решения с использованием типовых алгоритмов, например, распознавания символов или путем создания БД решений.

Библиографический список

1. Wikipedia – свободная энциклопедия. Капча. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BF%D1%87%D0%B0>. – Дата доступа : 12.04.2017.
2. Консорциум W3C. Альтернативы визуальных тестов Тьюринга. – Режим доступа <https://www.w3.org/TR/turingtest/>. – Дата доступа : 12.04.2017.
3. Официальный сайт проекта reCAPTCHA. – Режим доступа <https://www.google.com/recaptcha/intro/index.html>. – Дата доступа : 12.04.2017.
4. Официальный сайт проекта SolveMedia. – Режим доступа <http://solvemedia.com/security/captcha>. – Дата доступа : 12.04.2017.
5. RuCaptcha.com - сервис ручного распознавания графических изображений. – Режим доступа : <https://rucaptcha.com>. – Дата доступа : 12.04.2017.
6. Абросимов М.Б. Анализ надежности графических САРТСНА-систем на примере проекта КСАРТСНА / Абросимов М.Б., Маторин А.А // Прикладная дискретная математика. Приложение. – 2011. – № 4. – С. 40-41.
7. Прись І.С. Аналіз і тестування якості САРТСНА / Прись І.С. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 4/2 (46). – С. 36-38.
8. Официальный сайт компании ABBYY. Проект FineReader. – Режим доступа : <https://www.abbyy.com/ru-ru/finereader/>. – Дата доступа : 12.04.2017

ПСИХО-ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Ванін В.В., д.т.н.,

Гнітецька Г.О., к.пед.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

***Анотація** – робота присвячена аналізу ролі курсів нарисної геометрії та інженерної графіки у фундаментальній освіті сучасного інженера.*

***Ключові слова** - нарисна геометрія, інженерна графіка, графічна інформація, асоціація, уява, творче мислення, інтелект.*

Постановка проблеми. Роль графічних дисциплін у технічній освіті часто зводять до їх прикладної ролі – вивченню методів побудови креслень. Навіть стали з'являтися окремі думки про те, що з розвитком комп'ютерних систем графічного моделювання їх роль у підготовці сучасного інженера може зменшуватись. Та дослідження фізіологів та психологів говорять про інше - розвиток творчої особистості неможливий без образного мислення, яке формується в системі освіти саме цими дисциплінами. Тобто роль таких дисциплін, як нарисна геометрія, є значно глибшою.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні психолого-педагогічні дослідження свідчать про пошук нових методів, які б ефективно вплинули на освітній процес. Серед цих досліджень є і такі, які спрямовані на гармонізацію розвитку інтелекту за рахунок введення у навчальний процес образно-творчої діяльності [3].

Формулювання цілей. Мета роботи – проаналізувати, які завдання вирішує курс нарисної геометрії у вищій технічній школі.

Основна частина. Геометрія виникла у відповідь на практичні потреби людини. Повсякденне життя вимагало вирішення проблем, які могли бути розв'язані лише за допомогою геометричних побудов. Нарисна геометрія, як наука, завдячує своїм виникненням ХІХ століттю і геніальному геометру Гаспару Монжу, але її витоки сягають декількох тисячоліть. Спираючись на здобутки геніальних геометрів, нарисна геометрія дала чітку наукову систему, за якою стало можливим вирішувати за допомогою планіметричних побудов складні стереометричні задачі. Ця наука є невід'ємною частиною фундаментальної освіти кожного інженера.

Щоб людині було легше сприймати інформацію її намагаються передати найбільш зрозуміло і стисло. Такою формою інформації є образна, графічна інформація. Таке сприйняття пов'язане із фізіологією людини. Дослідження особливостей сприйняття інформації людиною показують, що за допомогою зору сприймається близько 90% інформації, 9% за допомогою слуху і лише 1% іншими аналізаторами. Отже, інформація, що надходить до

людини із навколишнього світу, сприймається тому краще, що зоровий канал є найбільшим каналом її передачі. Крім того, графічна інформація сприймається у 60 000 разів швидше, ніж текстова. Продуктивність оператора, який працює з візуальною інформацією на 17% вище, ніж з текстовою [2, 4]. Тобто, мозок людини набагато ефективніше обробляє саме візуальну інформацію. Здатність не лише бачити, але й розуміти побачене, оперувати ним, відноситься до глибинних психологічних процесів, що відбуваються у мозку людини. Отримана за допомогою рецепторів інформація сприймається мозком не буквально, а опрацьовується відповідно до отриманого особистістю попереднього досвіду. Тобто, отримані враження порівнюються та зв'язуються з тією інформацією, якою вже володіє людина, і, яку вона тримає у пам'яті. В результаті, внаслідок побудованих асоціацій в уяві людини з'являється нова інформація, яка є підсумком осмислення і носить опосередкований характер.

Словесно-логічне мислення відбувається у словесній формі. При цьому людина оперує поняттями, які не спираються на зовнішнє чуттєве сприйняття, а на попередній досвід. Отримана раніше інформація із навколишнього світу зберігається у пам'яті людини у вигляді абстрактних образів, якими вона оперує, осмислюючи ту, чи іншу задачу.

А. Ейнштейн у листі до Ж. Адамара говорив, що «слова, так як вони пишуться або проговорюються, не відіграють будь-якої ролі ... у механізмі мислення. В якості елементів мислення виступають більш або менш ясні образи і знаки фізичних реалій. Ці образи і знаки нібито народжуються і комбінуються свідомістю» [1].

Логічні конструкції, які можуть бути виражені словами і математичними символами, - це наступна сходинка. Спочатку у свідомості немає нічого, крім асоціативних образів фізичної реальності, які наближаються до зорових і моторних. Вищою формою пізнання людини є абстрактне пізнання, яке відбувається за участю процесів мислення і уяви. Ці процеси є суттєво важливими для розвитку творчого мислення індивідуума. Асоціація – властивість мозку викликати образи, які подібні до побаченого. Уява – властивість мозку створювати нові образи на основі сприйнятих, виконувати випереджальне відображення діяльності. Технічна уява - властивість мозку створювати нові образи просторових співвідношень геометричних об'єктів, виконувати їх нові поєднання з перенесенням їх у нові ситуації [4]. Ці образи матеріально втілюються у креслення, проекти, за якими створюються нові конструкції, апарати, архітектурні споруди, ін.. Усі ці процеси відбуваються у мозку людини.

Як свідчать дослідження фізіологів і психологів, існує функціональна асиметрія півкуль головного мозку. Права півкуля є сферою емоційно-образного відображення дійсності, ліва – абстрактно-логічного. Психологи відзначають наступні стани світосприйняття людиною: чуттєвий (права півкуля), раціональний (ліва півкуля) і медитативний. Медитативний стан відображає процес гармонії півкуль мозку. Процес розвитку інтелекту іде

від чуттєвої до раціональної форми осмислення, а від них – до медитативної. Тобто гармонійний розвиток індивідууму передбачає розвиток обох півкуль головного мозку [3].

Існуюча система освіти та інформаційний фон суспільного середовища, впливаючи на розвиток людини, в більшій мірі забезпечують розвиток її лівої півкулі, раціонального мислення. Тобто, є проблема у прикладенні певних зусиль, щоб розвинути емоційно-образний механізм психіки людини, її праву півкулю. В школі це музика, малювання, геометрія, стереометрія. До речі, у сучасній середній школі години на викладання цих предметів значно скоротились, а такий предмет, як «Креслення» взагалі зник з навчальних планів. У технічному вузі – це нарисна геометрія, інженерна графіка, моделювання. Саме завдяки оволодінню методами нарисної геометрії розвивається чуттєво-образне, правокульове мислення першокурсників, забезпечується гармонійний розвиток їх інтелекту.

Висновки. Курс нарисної геометрії є одним з небагатьох у вузі, який впливає на розвиток правої півкулі головного мозку і компенсує перевантаження лівої півкулі інформацією, яка надходить від вивчення більшості інших дисциплін. Інтелект особистості характеризується сукупністю розвинутих розумових здібностей і залежить від впливу зовнішніх обставин та спадковості [4]. Колись працівників, які займались розрахунками інженерних пристроїв і споруд та побудовою їх креслень, називали розмислами, підкреслюючи цим важливість творчого мислення у праці інженера. Лише інтелект інженера спроможний бути рушійною силою у поступі технічного прогресу. Наприклад, виникненню потужних комп'ютерних графічних систем, за допомогою яких вирішуються надскладні задачі, ми повинні завдячувати саме інженерам-розмислам. Самі ж системи є лише засобами, які використовують при розв'язку тих, чи інших задач. Тому основною задачею технічних вузів є підготовка талановитих, інтелектуально розвинутих інженерів. І важливу роль у цьому процесі відіграє оптимальний підбір дисциплін, які б не лише формували систему знань спеціаліста у відповідній галузі, але і його творчий потенціал. Тому слід віддати належне курсам графічних дисциплін у технічній освіті і забезпечити їм пристойне місце у навчальних планах.

Бібліографічний список

1. *Адамар Ж.* Исследование психологии процесса изображения в области математики. Изд-во «Сов. радио»: 1970
2. *Боумен У.* Графическое представление информации / У. Боумен ; пер. с англ. А. М. Пашутина ; под ред. В. Ф. Венда. – М. : Мир, 1971. – 228 с.
3. *Брандес В.М., Вознюк О.В.* «Проблема» дитячої обдарованості у контексті нейрофізіологічних поглядів//studentam.net.ua.
4. Posibnyky.vntu.edu.ua.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ БУНКЕРА ДЛЯ КАРТОПЛІ

Василів П.А., к.т.н.,

Хмельовський А.М., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
(Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається задача руху бульби картоплі по нахиленій площині описаної диференціальним рівнянням кочення еліпсоїда без ковзання. Одержане рівняння кінематики еліпсоїда можна використати при проектуванні бункерів, жолобів та робочих органів машин.

Ключові слова – нахилена площина, бункер, еліпсоїд, бульба картоплі.

Постановка проблеми. При вирішенні задач, пов'язаних з аналізом переміщення окремих бульб картоплі по робочих поверхнях, розглядали її форму як кулю, що веде до неточностей при рішенні таких задач.

Аналіз останніх досліджень. Рух бульби картоплі як окремої кулі розглянуто в роботі [1].

Формування цілей статті. Одержати рівняння руху бульби картоплі, де елементом форми бульби буде еліпсоїд.

Основна частина. Ми розглянемо рух бульби картоплі еліпсоїдної форми по нахиленій поверхні.

Нехай об'єкт має форму тривісного еліпсоїда, рівняння якого є:

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{c^2} + \frac{z^2}{a^2} = 1, \quad (1)$$

де $2a, 2b, 2c$ – осі еліпсоїда ($a < b < c$).

Розглянемо, еліпс який котиться без ковзання під дією власної сили ваги вздовж заданого прямолінійного руху при розміщенні найбільшої осі еліпсоїда поперек площини. Опір коченню не враховуємо та вважаємо, що бульба при своєму русі не деформується в зоні контакту з площиною.

Вводимо нерухому систему координат $O\xi\eta\zeta$ вісь $O\xi$ якої співпадає з заданими прямолінійним рухом, а вісь $O\eta$ перпендикулярна до нахиленої площини. Кут нахилу площини позначимо через α . Розглянемо дві рухомі системи координат з початком ваги тіла точці C системи $C\xi_1\eta_1\zeta_1$ завжди паралельне $O\xi\eta\zeta$: система $CxyZ$ системно зв'язана з еліпсоїдом (рис.1).

Приймаємо, що вісь еліпсоїда, CZ співпадає з $C\xi_1$. Переміщаючись по нахиленій площині еліпс виконує рух у площині $\xi O\eta$. Для вивчення цього руху достатньо дослідити рух еліпса $\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{c^2} = 1$ в площині $\xi O\eta$ під дією

сили вони $\bar{G}$, сили тертя при русі T_1 і нормальної реакції площини $\bar{N}$ прикладені в точці дотику еліпса з прямою $O\xi$ в даний момент (рис. 2).

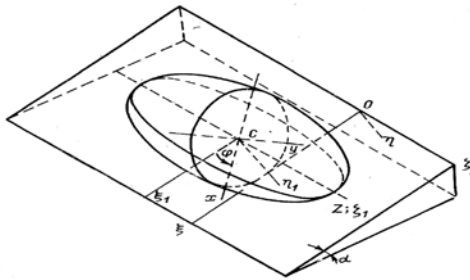


Рис. 1.

Еліпсоїд на похилій площині в вибраних системах координат

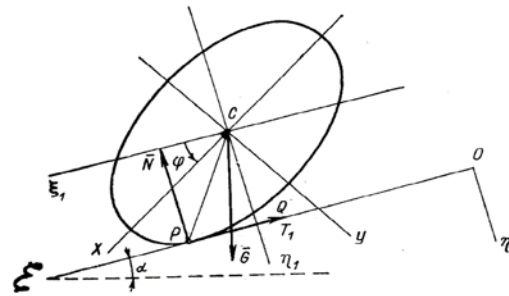


Рис. 2.

Рух еліпса $\frac{x^2}{b} + \frac{y^2}{c} = 1$ в площині $\xi O \eta$

Складаємо диференціальне рівняння плоского руху тіла.

$$\begin{aligned} m \ddot{\xi}_C &= G \sin \alpha - T_1; \\ m \ddot{\eta}_C &= G \cos \alpha - N; \\ I \ddot{\varphi} &= T_1 CQ - NPQ, \end{aligned} \quad (2)$$

де: CQ і PQ – проекції радіуса – вектора CP на вісь $O\xi$ і $O\eta$

Після ряду перетворень диференціальне рівняння руху еліпсоїда запишеться наступним чином:

$$\begin{aligned} &\left[\frac{1}{5} (6 + K^2) - K^2 (1 - K^2) \frac{\cos^2 \varphi}{1 - (1 - K^2) \cos^2 \varphi} \right] \ddot{\varphi} = \\ &= -K^2 (1 - K^2)^2 \frac{\sin \varphi \cos \varphi}{[1 - (1 - K^2) \cos^2 \varphi]^2} \dot{\varphi}^2 + \\ &+ \frac{g}{b} \sin \alpha \left[\sqrt{1 - (1 - K^2) \cos^2 \varphi} - \frac{(1 - K^2) \sin \varphi \cos \varphi}{\sqrt{1 - (1 - K^2) \cos^2 \varphi}} \operatorname{ctg} \alpha \right]. \end{aligned} \quad (3)$$

де $K = \frac{c}{b}$.

Визначимо з рівняння (3) кути α і φ . Рух еліпсоїда буде можливий при куті нахилу площини:

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{1 - K^2}{2K}. \quad (4)$$

Також представляє інтерес значення кута φ , при якому еліпсоїд буде знаходитися в рівновазі.

$$\varphi = \operatorname{arctg} \left[\frac{1 - K^2}{2 \operatorname{tg} \alpha} + \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{1 - K^2}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2 - 4K^2} \right]. \quad (5)$$

Висновки. Формули 4 і 5 дозволяють визначити кути нахилу площин для бункерів картоплі, що зменшує можливості травмування бульби.

Бібліографічний список

1. Колчин Н.Н., Грусов В. П. Машины для сортировки і послеуборочной обработки картофеля. - М.: Машиностроение, 2015 – 163 с.

ПОВЕРХНІ ДРУГОГО ПОРЯДКУ У ПОВСЯКДЕННОМУ ЖИТТІ

Вахнова Н.С., студентка гр. ОМ-61, ФМФ,
Яблонський П.М., к.т.н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського» (Україна, м. Київ)

Анотація – розглядаються поверхні другого порядку та використання їх у повсякденному житті, зокрема, на прикладах архітектурних споруд.

Ключові слова – геометрія, комп'ютерна графіка, поверхні другого порядку, проектування, геометричне моделювання, фундаментальні дисципліни, інженерна освіта.

Постановка проблеми. У повсякденному житті, геометрія оточує нас всюди – у побуті, природі, оточуючому середовищі тощо. Тому, важливо навчитися, не лише помічати геометричні образи, а й використовувати їх при проектуванні технічних об'єктів, моделюванні різноманітних явищ та процесів. Зокрема, використання геометричних моделей дозволяє спростити і зробити більш наочним процес проектування.

Аналіз останніх досліджень. Протягом останніх років, спостерігається стійка тенденція до зниження зацікавленості у вивченні і якості підготовки випускників загальноосвітніх навчальних закладів з фундаментальних дисциплін (таких як математика, геометрія, фізика, хімія та ін.), що є передумовою отримання якісної інженерної освіти.

Формулювання цілей (постановка завдання). Враховуючи недостатню фундаментальну підготовку випускників загальноосвітніх навчальних закладів, виникає необхідність оперативного підняття рівня підготовки і зацікавленості їх у вивченні дисциплін інженерного спрямування.

Основна частина. Відомо, що поверхнею другого порядку S називається геометричне місце точок, декартові прямокутні координати яких задовольняють рівняння виду [1, 2]:

$$a_{11}x^2 + a_{22}y^2 + a_{33}z^2 + 2a_{12}xy + 2a_{23}yz + 2a_{13}xz + 2a_{14}x + 2a_{24}y + 2a_{34}z + a_{44} = 0, \quad (1)$$

де принаймні один з коефіцієнтів $a_{11}, a_{22}, a_{33}, a_{12}, a_{23}, a_{13}$ відмінний від нуля.

Рівняння (1) називають загальним рівнянням поверхні другого порядку S , а систему координат $Oxyz$ – загальною системою координат.

Для довільної поверхні S , заданої загальним рівнянням існує така декартова прямокутна система координат $O'XYZ$, в якій поверхня S має рівняння одного з наступних канонічних видів [2, 3]:

- 1) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} + \frac{Z^2}{c^2} = 1$ – еліпсоїд;
- 2) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} + \frac{Z^2}{c^2} = -1$ – уявний еліпсоїд;
- 3) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} - \frac{Z^2}{c^2} = 1$ – однопорожнинний гіперболоїд;
- 4) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} - \frac{Z^2}{c^2} = -1$ – двохпорожнинний гіперболоїд;
- 5) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} - \frac{Z^2}{c^2} = 0$ – конус;
- 6) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} + \frac{Z^2}{c^2} = 0$ – уявний конус (точка);
- 7) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} = Z$ – еліптичний параболоїд;
- 8) $\frac{X^2}{a^2} - \frac{Y^2}{b^2} = Z$ – гіперболічний параболоїд;
- 9) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} = 1$ – еліптичний циліндр;
- 10) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} = -1$ – уявний еліптичний циліндр;
- 11) $\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} = 0$ – дві уявні площини, що перетинаються (вісь $O'Z$);
- 12) $\frac{X^2}{a^2} - \frac{Y^2}{b^2} = 1$ – гіперболічний циліндр;
- 13) $\frac{X^2}{a^2} - \frac{Y^2}{b^2} = 0$ – дві площини, що перетинаються;
- 14) $Y^2 = 2pX$ – параболічний циліндр;
- 15) $Y^2 = a^2$ – дві паралельні площини;
- 16) $Y^2 = -a^2$ – дві уявні паралельні площини;
- 17) $Y^2 = 0$ – дві площини, що співпадають (площина XOZ).

У вище перерахованих рівняннях a, b, c, p – додатні параметри. Систему координат $O'XYZ$ називають канонічною.

Слід зазначити, що часто на різних етапах вивчення аналітичної геометрії, для того, щоб зацікавити учня недостатньо лише викласти матеріал у традиційній формі. На нашу думку, корисним буде поєднання можливостей геометрії з інструментами сучасної комп'ютерної графіки та прикладного програмного забезпечення. Це, в свою чергу, дозволить підняти зацікавленість серед молоді у вивченні геометрії та подальше її використання у своїй діяльності.

Крім цього, важливим є демонстрація підтвердження теорії на практиці. Наведемо декілька таких прикладів використання поверхонь другого порядку при побудові архітектурних споруд [4, 5, 6]:



Рис. 1. Аптека Placebo Pharmacy від Klab Architecture, Афіни (еліптичний циліндр)



Рис. 2. Aspire Tower — хмарочос в Доха, Катар (гіперболоїдна конструкція)



Рис. 3. Аджигольський маяк, (проект В.Г. Шухова), Херсонська область (гіперболоїдна конструкція)

Висновки. Викладання геометрії з використанням інструментів комп'ютерної графіки та сучасного програмного забезпечення сприятиме підвищенню інтересу молоді до вивчення дисципліни і сприятиме покращенню загального рівня інженерної підготовки в цілому.

Бібліографічний список

1. *Ефимов А.В., Демидович Б.П.* Сборник задач по математике для втузов. Ч.1 Линейная алгебра и основы математического анализа / *А.В. Ефимов, Б.П. Демидович* // — М.: Наука, 1993. — 480 с.
2. *Перепелкин Д.И.* Поверхности второго порядка как геометрические места точек / *Д.И. Перепелкин* // – Сборник статей, Матем. просв., сер. 1, вып. 5, 1996, С. 49–55.
3. *Четверухин Н.Ф.* Методы геометрических построений. Учебное пособие для пед. ин-тов. / *Н.Ф. Четверухин* // – М.: Учпедгиз 1952г. 147 с.
4. *Аджигольський маяк* [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://goloprstan.glo.ua/culture/adzhigolskij-giperloidnyj-mayak.html>
5. *Aspire Tower* [Електронний ресурс]. – Режим доступа : http://www.architectureweek.com/2003/0820/culture_1-1.html
6. *Баши Шухова* [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.shukhov.ru/shukhov.html>

ОГЛЯД ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

Ветохін В.І., д.т.н.,

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" (Україна, м. Київ)

Анотація. В роботі розглядається сучасний стан ґрунтообробних знарядь з дископодібними обертовими робочими органами та виконується огляд конструкцій, що започаткували розвиток знарядь даного типу.

Ключові слова: ґрунтообробне знаряддя, дискові обертові робочі органи, форма поверхні, патентний пошук.

Постановка проблеми. Застосування дискових ґрунтообробних знарядь останній час значно поширилось. Такі знаряддя мають високу продуктивність та технологічну надійність, забезпечують зменшені витрати пального, мають відносно просту конструкцію, можуть випускатися на підприємствах з невисокою технологічною оснащеністю. Тому вдосконалення знарядь даного типу є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Відомі дослідження останніх років дискових ґрунтообробних знарядь стосуються компоновальних схем [1] конструкцій стояків, зокрема пружних, та вдосконалення самого робочого органа [2 - 4]. Викликає певний інтерес дисковий робочий орган. Виконаний по формі конічної поверхні, запропонований фірмою BEDNAR FMT (рис. 1) [4]. Робоча поверхня диску додатково гофрована, а ріжуча крайка має зубчасту форму. Робочі органи встановлені на стояках попарно з можливістю руху стояків відносно рами завдяки гумовим пружним елементам.

Як відомо, вдосконалення частини знаряддя, що здійснює робочу функцію, а саме робочих органів, складний, трудомісткий процес. При цьому передбачається знання бази існуючих робочих органів та їх розвитку. Тому вивчення конструкцій, що започаткували розвиток знарядь даного типу, важлива задача.

Формулювання цілей статті. Ціллю статті є огляд конструкції та форми робочих органів дискових ґрунтообробних знарядь від яких почався сучасний розвиток відповідних технічних засобів, а саме дискових борін, лушпильників, плугів.

Основна частина. Існуючи вимоги до прикладних наукових досліджень, зокрема дисертаційних в галузі процесів та засобів механізації аграрного виробництва, передбачають розробку нових технічних засобів та їх патентування.

Дослідники-початківці найчастіше обмежуються поданням заявки на корисну модель. По таким заявкам не проводиться кваліфікаційна експертиза та не висуваються умови новизни та винахідницького рівня технічного рішення. Дослідники нерідко не проводять вивчення рівня техніки у світі та патентний пошук на достатню глибину. Як наслідок - технічні розробки часто зводяться до відтворенню існуючих та відомих в інших країнах. Таким чином втрачається важлива складова прикладних наукових досліджень - науково-технічний прогрес.



Рис. 1. Гофрований дисковий робочий орган конічної форми знаряддя «Disc Cultivator SWIFTERDISC XN» фірми BEDNAR FMT s.r.o. [4, с.9]

Науково-технічний прогрес передбачає, що нові розробки перевищують світовий рівень техніки, патентоспроможні, тим самим відповідають критерію світової новизни. Вітчизняний патентний фонд сформувався відносно недавно, тому не дає достатнього уявлення про зародження та розвиток технічних рішень. Тому пошук доцільно проводити по патентним фондам, що мають максимальну глибину у часі. Важливе значення має доступність та зручність у користуванні.

Сучасні інтернет-сервіси Advanced Patent Search - Google та Google Patents надають можливість пошуку американських патентів та патентів інших країн світу.

Сервіс Google Patents зручний інструмент пошуку. З його допомогою, знаючи номер одного патенту необхідного класу МПК, можливо охопите все поле пошуку. У вікні, що відкривається після введення номеру патенту, присутні списки патентів, на які є посилання в даному патенті, з можливістю переходу до їх повних текстів. По кожному

патенту надається текстовий опис винаходу та можливість переглянути графічні матеріали. Доступні повнотекстові патентні документи у форматі PDF або TIF.

Проведене нами патентне дослідження показало, що дискові ґрунтообробні робочі органи відомі достатньо давно. Так, американський патент №19489, що описує дискову борону з робочими органами у варіантах конічної та сферичної форми, отримано ще у 1858 році [5]. Ріжуча крайка робочого органу, за цим патентом, виконана зубчастої форми (рис. 2а).

Французький патент 1913 року представляє ротаційний плуг з дисковим робочим органом також виконаним по формі конуса (рис. 2б) [6].

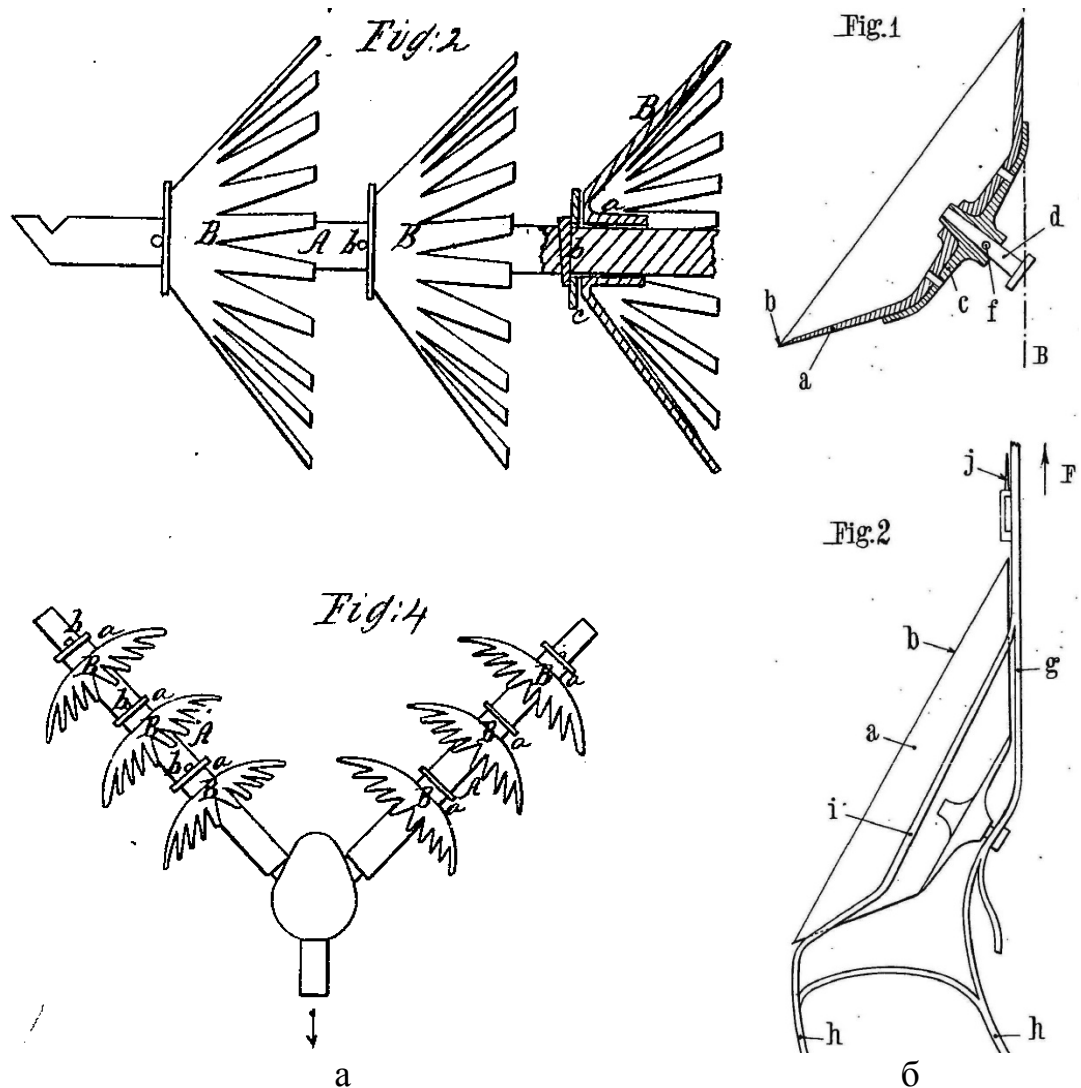


Рис. 2. Дискові робочі органи конічної форми: а – борона за патентом US19489, 1858 р. [5]; б - роторний плуг за патентом FR 455691, 1913 р. [6]

Тороїдальна форма робочого органу дискового плуга, відома з патенту US2746371 1956 року [7], пропонується як один з варіантів виконання робочого органу в патенті US 5620055 1997 року [8] (рис. 3).

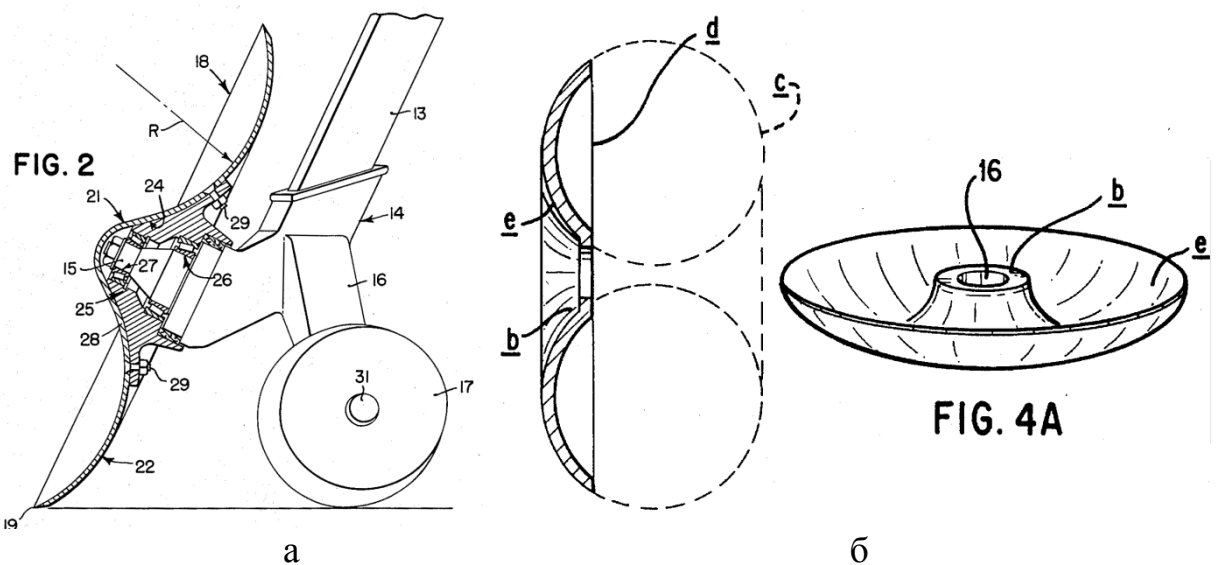
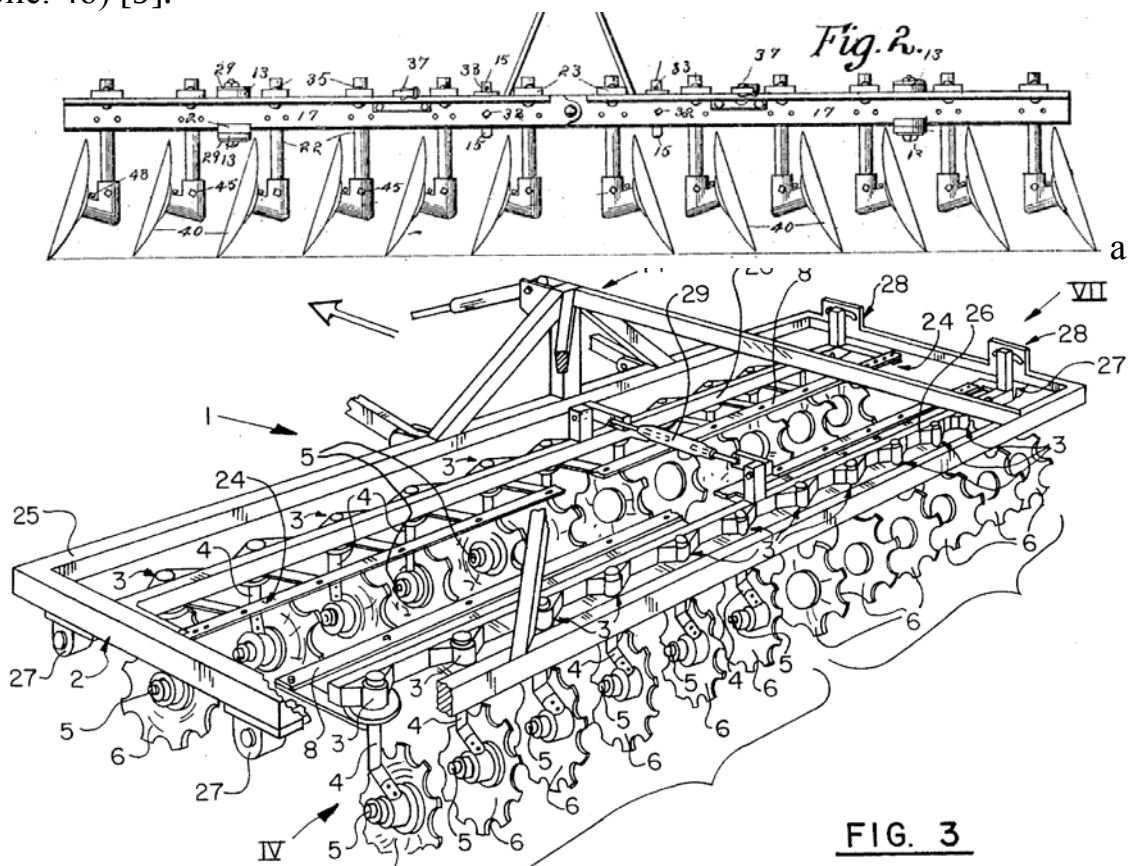


Рис. 3. Тороїдальні дискові робочі органи: а – за патентом US2746371, 1953 р. [7]; б - за патентом US5620055, 1997 р. [2]

Знаряддя типу сучасного дискатора, з робочими органами на індивідуальних стояках та можливістю регулювання кута атаки дисків, відомо з 1905 року (рис. 4а) [8]. Аналогічне рішення присутнє в американському патенті 5458203 1995 року для двохрядного знаряддя (рис. 4б) [9].



Висновки. Проведене дослідження показало, що базові технічні рішення, стосовно форми дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь відомі ще з початку милого сторіччя. Розвиток технічних рішень останнього часу у більшості випадків, це поєднання елементів в новій, більш ефективній сукупності, та удосконалення елементної бази.

Бібліографічний список

1. Агрегат почвообрабатывающий прицепной: пат. 2279776 RU: МПК A01B 7/00 / Олейник А.А. (UA), Кучеренко Г.Ф. (UA), - №2004104930/12, Заявл. 17.02.2004; Опубл. 20.07.2006.
2. Plow disk of the type intended to be mounted free in rotation on a shaft integral with the frame of a plow: пат. 5620055 US: МПК A01B15/16 / Jean-Charles Javerlhac (FR). – заявл. 16.09.1995; опубл. 15.04.1997.
3. Способ почвообработки и устройство для его осуществления: пат. 2375855 RU: МПК A01B 7/00, A01B 15/16, A01B 23/06 / В.А. Ежов, К.А. Сохт, А.К. Кириченко. - №2008108115/12, заявл. 03.03.2008; - опубл. 20.12.2009, Бюл. № 35.
4. Disc Cultivator SWIFTERDISC XN [Електронний ресурс] / Проспект фірми BEDNAR FMT s.r.o. – Режим доступу: <http://www.bednar-machinery.com/upload/products/prospects/b9405a6459919ece01423ce7833b1e58.pdf>
5. Harrow: пат. 19489 US: МПК A01B 33/03 / Oeman Coe. - Опубл. 2.03.1858.
6. Charrue à soc rotatif: пат. 455691 FR: МПК A01B5/08 / M.Auguste-Louis Gourde. - заявл. 19.03.1913; опубл. 06.09.1913.
7. Plow disk пат. US2746371: МПК A01B 5/00, A01B5/06 / Cook Curtiss L. - заявл. 08.01.1953; опубл. 22.05.1956.
8. Disk harrow: пат. 802068 US: МПК A01B21/08 / Livingston Case. – заявл. 08.10.1903; опубл. 17.10.1905.
9. Device for working the ground пат. US5458203: МПК A01B 49/02, A01B 21/08 / J. Evers – заявл. 19.10.1989; опубл. 17.10.1995.

ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМИ ҐРУНТООБРОБНОГО ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНА

Ветохін В.І., д.т.н.,

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" (Україна, м. Київ)

Жук О.Ф., к.т.н.,

Федеральний науковий агроінженерний центр ВІМ (Росія, м. Москва)

Анотація - в роботі обґрунтовується форма дискового робочого органа ґрунтообробних знарядь, що суміщає технологічні властивості дисків конічної та сферичної форми.

Ключові слова - ґрунтообробне знаряддя, дискові обертові робочі органи, конічна, сферична, форма поверхні, патент на винахід.

Постановка проблеми. Ґрунтообробні знаряддя, оснащені дисковими обертovими робочими органами, мають більш високу продуктивність та технологічну надійність, забезпечують менші витрати пального порівняно зі знаряддями з пасивними робочими органами того самого класу. Однак, дискові робочі органи утворюють ущільнене дно борозни, мають схильність до залипання вологим ґрунтом та інші недоліки. Тому розробка більш досконалих форм робочих органів є актуальною задачею.

Аналіз відомих технічних рішень. Найбільш поширені ґрунтообробні дискові робочі органи сферичної форми призначені для оснащення борін, лушпильників, плугів [1 - 3]. Однак, внаслідок їх виконання по формі гладкої поверхні сфери, здатність дисків до кришення ґрунту знижена. Такі диски при деякому затупленні ріжучої крайки погано заглиблюються через опору диска на його потиличну фаску. Дискові робочі органи такої форми відомі ще з початку минулого сторіччя. Слід зазначити, що наведений бібліографічний список містить по змозі найперші відомі технічні рішення.

Також відомі ґрунтообробні диски конічної форми, що мають центральну кріпильну частину та робочу частину, причому твірні поверхні робочої частини утворюють форму конуса з вершиною на осі диска [4 - 8]. Перевагою таких дисків є зменшений тяговий опір, внаслідок можливості орієнтації робочої поверхні з мінімальними кутами атаки. Також, при виконанні робочої поверхні по формі конуса, кут атаки мінімально змінюється по глибині обробітку. Диски конічної форми відомі достатньо давно, однак в останній час застосування їх поширюється. Недолік

вказаних дисків – незадовільне обертання скиби та знижене кришення ґрунту.

Ґрунтообробні дискові робочі органи гофрованої форми, у яких ріжуча крайка виконана по кривій близькою до синусоїди, більш активно кришать ґрунт [8, 9]. Секції з такими дисками, встановлені з перекриттям, самоочищаються. Такі диски, зазвичай, встановлюють з різними кутами атаки і нахилу в поздовжньо-вертикальній площині, або komponують в дискові секції, вісь обертання яких розташована під різними кутами до напрямку руху.

Однак, в традиційному виконанні, висота гофр ступенеподібно знижується від периферичної до центральній кріпильної частини диска. Таке виконання призводить до залипання диска. Ефективність кришення знижується, а для заглиблення диска потрібно збільшене вертикальне навантаження. Через нерівномірне залипання, такі диски, встановлені на індивідуальних стояках, заглиблюються на різну глибину. При великій кількості гофр, виконаних на відомих дисках, їх бічні поверхні не защемляють ґрунтові брили і кришать їх менш інтенсивно. Виготовлення гофр дисків з великими локальними витяжками, з малим радіусом у зоні сполучень поверхонь можливе лише при високотемпературному нагріванні сталевих листів невеликої товщини, а тонкі диски можна використовувати тільки для кришення легких ґрунтів.

Постановка завдання. Ціллю роботи є обґрунтування форми ґрунтообробного дискового робочого органу з підвищеними стійкістю до залипання ґрунтом, здатністю заглиблюватися у ґрунт, та інтенсивністю кришення ґрунту.

Основна частина. Усунення перелічених недоліків відомих ґрунтообробних дисків досягається за рахунок наступних конструктивних особливостей. Запропонований ґрунтообробний дисковий робочий орган містить центральну кріпильну частину, робочу частину гофрованої форми, та зовнішню ріжучу крайку хвилястої форми (рис.).

Особливістю ґрунтообробного дискового робочого органу полягає в тому, що гребені Г гофр на його опуклій стороні виконані по формі твірних конічної поверхні К. На увігнутій стороні диску лінії гребенів гофр виконані по формі сферичної поверхні з радіусом R.

Крім того, лінії гребенів гофр на увігнутій стороні запропонованого ґрунтообробного робочого органу можуть бути виконані у вигляді дуг з радіусом кривизни таким самим, як на увігнутій стороні гладкої центральної частини сферичної поверхні диска, а лінії гребенів гофр на опуклій стороні диска виконані дотичними до опуклої сферичної поверхні його центральній частині.

Ґрунтообробний дисковий робочий орган містить гладку сферичну центральну кріпильну частину 1, що плавно, без поздовжніх вигинів, переходить в робочу частину з гофрами висотою h. Висота гофр h монотонно збільшується до ріжучої крайки диска, загостреної з боку

опуклості під кутом $\beta = 25^\circ$. Гладка поверхня центральної частини диска може бути виконана по формі сфери з радіусом R , або мати плоску форму, що контактує з фланцем підшипникового вузла, або з торцем шпильки дискової секції.

Ріжуча крайка хвилястої форми виконана з амплітудою не менше 30 мм, кут між гребенями сусідніх гофр на одному боці диска не менш 18° , а діаметр d центральної кріпильної частини не перевищує 0,6 від зовнішнього діаметру диска D . Таке співвідношення діаметрів гарантує занурення в ґрунт тільки гофрованої частини робочого органа. Лінії гребенів і западин гофрів плавно спряжені з бічними поверхнями гофр. Лінія кільцевого перетину гофрованої частини диска близька до синусоїди.

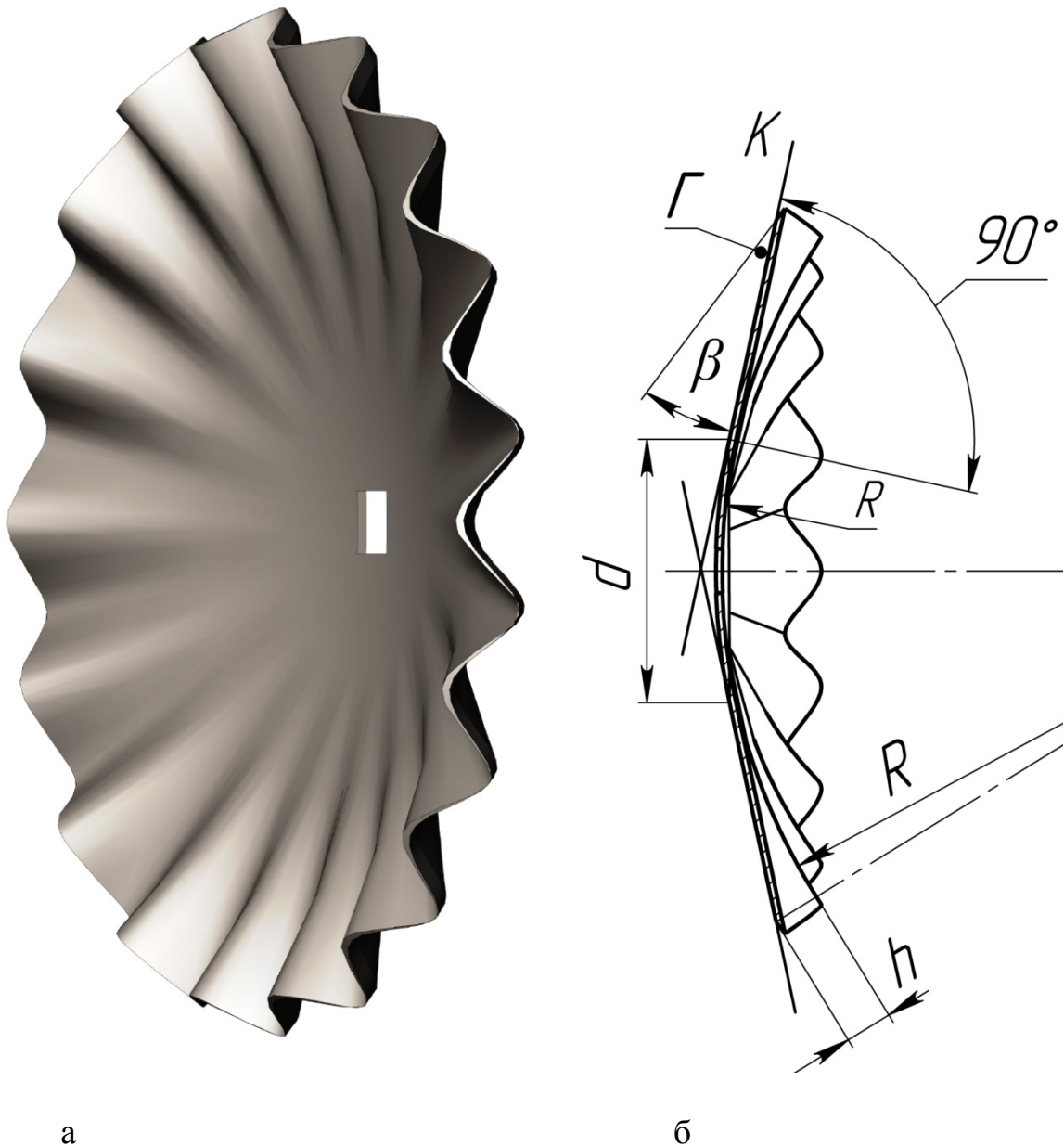


Рисунок – Ґрунтообробний дисковий робочий орган:
а – вид на увігнуту сторону; б – вид у поперечному перетині

У радіальних напрямках, по довжині радіально розташованих гофр, відсутні точки перегину, в яких опуклість поверхні диску змінюється на увігнутість, та які могли б спричинити залипання ґрунтом. Так як кут між потиличної фаскою ріжучої крайки, на опуклій стороні запропонованого диска, і горизонтальною площиною поверхні поля більше, ніж у відомих сферичних, то для опори диска на фаску потрібен більший нахил диска до поверхні поля або більше затуплення ріжучої крайки. Таким чином, запропонований диск заглиблюється краще сферичного з однаковим радіусом сфери R .

Запропонований ґрунтообробний дисковий робочий орган може бути закріплений в багатодискової секції, встановленій з кутом атаки, або з кутом нахилу і атаки - на індивідуальному стояку. При перекочуванні заглибленого у ґрунт диска, його ріжуча крайка розрізає рослинні залишки, при цьому необхідне для різання защемлення поліпшується внаслідок наявності гофр. Тому, величину заглиблення дисків можна збільшити без погіршення якості різання, так як при цьому зберігається здатність дисків до затискання та різання стебел на поверхні поля. Дисковий робочий орган, встановлений з кутом атаки, переважно гофрами увігнутої сторони вперед, відриває від масиву ґрунтового фрагменти по поверхнях найменшого опору, з меншими енерговитратами. Робочий орган не схильний до залипання гофр, так як, на відміну від аналогічних [9], не містить виконаних з малим радіусом вигину східчастих поверхонь, що сполучають його гладку центральну кріпильну і гофровану робочу частини. Глибина западин і висота гребенів гофр запропонованого дискового робочого органу зменшується монотонно від ріжучої крайки до гладкої центральної кріпильної частині, і гофри плавно трансформуються в гладку поверхню.

На відміну від відомих [8, 9], кут α між суміжними бічними поверхнями гофр по всій їх довжині більше 90° , що також знижує можливість залипання ґрунтом і покращує умови самоочищення западин між гофрами. Ґрунтообробні дискові робочі органи, що не залипають ґрунтом, рівномірно і стійко заглиблюються на задану глибину, тому краще кришать ґрунт. Інтенсивність кришення вище при більшій амплітуді лінії ріжучої крайки гофр, але при цьому відстань між гребенями має бути достатнім для розміщення в западині частини ґрунтової брили, її защемлення і кришення. Таким чином кількості гофр на диску має бути обмежено. Зубчаста форма ріжучої крайки диска досягнута за рахунок виконання гофр по різних формах ліній згину, а саме з прямою лінією гребеня на стороні опуклості диска, і по дузі на стороні його увігнутості. Якщо диск містить 18 гофр, то кут між ними $\gamma = 20^\circ$. При розмаху лінії ріжучої крайки $a = 30$ мм, куті між бічними поверхнями гофр $\alpha \approx 100^\circ$, поверхні гофр можуть затискати і кришити глиби. Сполучені поверхні гофр виконані з плавним вигином, кривина якого в декілька разів перевищує можливу товщину матеріалу диска. Тому, ґрунтообробні дискові робочі органи можуть мати збільшену товщину, достатню для

обробітку ущільненого ґрунту. Залишкові напруження в диску після пресування при виготовленні гофр мінімальні. Таким чином надійність ґрунтообробного дискового робочого органа під час експлуатації зростає.

Висновки. Запропонований ґрунтообробний дисковий робочий орган суміщає технологічні властивості дисків конічної та сферичної форми, а саме стабільний кут атаки по глибині обробітку та необхідне обертання скиби. Гофрована форма дозволяє сумістити технологічні характеристики конічної та сферичної форми, та забезпечує підвищену інтенсивність кришення ґрунту.

Проведений аналіз показав, що технічне рішення форми дискового робочого органа відповідає умовам патентоздатності, а саме новизні, винахідницькому рівню і промислової придатності. За викладеними в статі матеріалами подана заявка на винахід [10].

Бібліографічний список

1. Disk harrow: пат. 802068 US: МПК A01B21/08 / Livingston Case. – заявл. 08.10.1903; опубл. 17.10.1905.
2. Double disk harrow: пат. 1113241 US: МПК A01B21/08 / Frank B. Niesz. – заявл. 11.09.1910; опубл. 13.10.1914
3. Disk for disk plows: пат. 1214882 US: МПК A01B15/16 / Frederick R. Bessant. – заявл. 21.05.1915; опубл. 6.02.1917.
4. Harrow: пат. 19489 US: МПК / Oeman Coe. - Опубл. 2.03.1858.
5. Charrue à soc rotatif: пат. 455691 FR: МПК A01B5/08 / M.Auguste-Louis Gourde. - заявл. 19.03.1913; опубл. 06.09.1913.
6. Disks and disk implements: пат. 3005501 US: МПК A01B23/06, A01B35/16, A01B35/00 / William R. Frank. – заявл. 10.09.1958; опубл. 24.10.1961.
7. Plow disk of the type intended to be mounted free in rotation on a shaft integral with the frame of a plow: пат. 5620055 US: МПК A01B15/16 / Jean-Charles Javerlhac (FR). – заявл. 16.09.1995; опубл. 15.04.1997.
8. Disc Cultivator SWIFTERDISC XN [Електронний ресурс] / Проспект фірми BEDNAR FMT s.r.o. – Режим доступу: <http://www.bednar-machinery.com/upload/products/prospects/b9405a6459919ece01423ce7833b1e58.pdf>
9. Способ почвообработки и устройство для его осуществления: пат. 2375855 RU: МПК A01B 7/00, A01B 15/16, A01B 23/06 / В.А. Ежов, К.А. Сохт, А.К. Кириченко. - №2008108115/12, заявл. 03.03.2008; - опубл. 20.12.2009, Бюл. № 35.
10. Ґрунтообробний диск: Заявка на винахід № а 2017 02311 Україна, МПК А 01 В 7/00, А 01 В 15/16, А 01 В 35/20 / В.І. Ветохін, О.Ф. Жук - Заявл. 13.03.2017.

СКЛАДНІ ТЕХНІЧНІ ВИРОБИ ЯК ОБ'ЄКТИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ПРОТЯЗІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Вірченко Г.А. д.т.н.,
Незенко А.Й. аспірант*

Національний технічний університет України

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

Анотація – у статті розглянуто деякі аспекти моделювання складних технічних виробів на протязі життєвого циклу, а саме на стадіях технічної пропозиції, ескізного та технічного проектування. Окреслено напрямки подальших наукових досліджень у теоретичному та практичному аспектах.

Ключові слова – геометричне моделювання, життєвий цикл (ЖЦ), складний технічний виріб (СТВ).

Постановка проблеми. В умовах стрімкого розвитку сучасних комп'ютерних інформаційних технологій, широкого їх впровадження у практику можливості моделювання при створенні СТВ значно зросли. При цьому геометричні моделі в багатьох випадках відіграють ключову роль у дослідженні характеристик і властивостей опрацьовуваних технічних об'єктів. Важливою науково-прикладною проблемою є визначення місця геометричного моделювання в ЖЦ виробу, інтеграція теорій, методологій, підходів, способів, прийомів й алгоритмів автоматизованого геометричного моделювання у виробничі процеси.

Аналіз останніх досліджень. В останні роки визначено теоретичні основи моделювання систем і процесів [1-3], розроблено цілий ряд нових методологій геометричного моделювання технічних об'єктів [4-8]. Отримані теоретичні результати впроваджено у практику проектування, але виникає потреба подальшого узагальнення та систематизації зазначених підходів до моделювання СТВ в аспекті їх ЖЦ.

Постановка завдання. Мета публікації полягає у висвітленні процесу геометричного моделювання як важливої складової ЖЦ виробу, а також окресленні перспектив подальших наукових досліджень у даному напрямку.

Основна частина. Моделлю об'єкта називають будь-який інший об'єкт, окремі властивості якого повністю або частково співпадають із властивостями оригінального. Модель замінює оригінальний об'єкт,

* Науковий керівник – д.т.н., професор Вірченко Г.А.

зберігаючи тільки деякі суттєві його властивості. Побудова та використання моделей називається моделюванням [1].

СТВ можна розглядати як складну технічну систему, що містить множину взаємопов'язаних підсистем та елементів із різною фізичною природою, які взаємодіють між собою, становлять неподільне ціле й забезпечують виконання системою певної функції [2]. Таким чином, моделювання СТВ – це створення множини моделей взаємопов'язаних підсистем та елементів із різними властивостями.

Побудова моделі є ітераційним процесом, оскільки важко знати заздалегідь, які властивості виявляться суттєвими, а які ні. Це можна виявити тільки під час експериментів із моделлю та порівняння її властивостей та оригіналу. Ітераційний процес побудови моделі виконується впродовж ЖЦ виробу. Модель кожної ітерації відіграє належну роль у дослідженні характеристик виробу та містить інформацію, що відповідає стану передбачених робіт на даній стадії або етапі ЖЦ. Для фіксації певного визначеного стану робіт ітераційний процес поділяється на стадії (Ст) розробки моделі базових геометричних параметрів (рис. 1).



Рис.1. Стадії розробки моделі елемента СТВ впродовж ЖЦ

У загальному вигляді моделювання СТВ відбувається в наступній послідовності:

1. Визначення об'єкта моделювання.
2. Формулювання цілей моделювання.
3. Визначення критеріїв відповідності моделі та об'єкта.
4. Створення моделі.
5. Перевірка відповідності моделі та об'єкта.
6. Використання моделі, формулювання уточнень і доповнень для наступної ітерації.

Схематичне зображення процесу моделювання показано на рис. 2.

Розглянемо формування моделі базових геометричних параметрів СТВ на прикладі літака:

I. Стадія технічної пропозиції.

На цій стадії моделюється велика кількість варіантів аеродинамічних компонувань літака.

Об'єкт моделювання – це геометричні параметри літака.

Цілі моделювання: 1) виявлення та деталізація проектних характеристик літака; 2) передбачення поведінки літака на різних режимах польоту; 3) модель є прототипом і використовується для конструювання аеродинамічних моделей.

Критерії відповідності моделі та об'єкта – модель повинна відповідати концептуальним параметрам попереднього аеродинамічного компоновання літака.

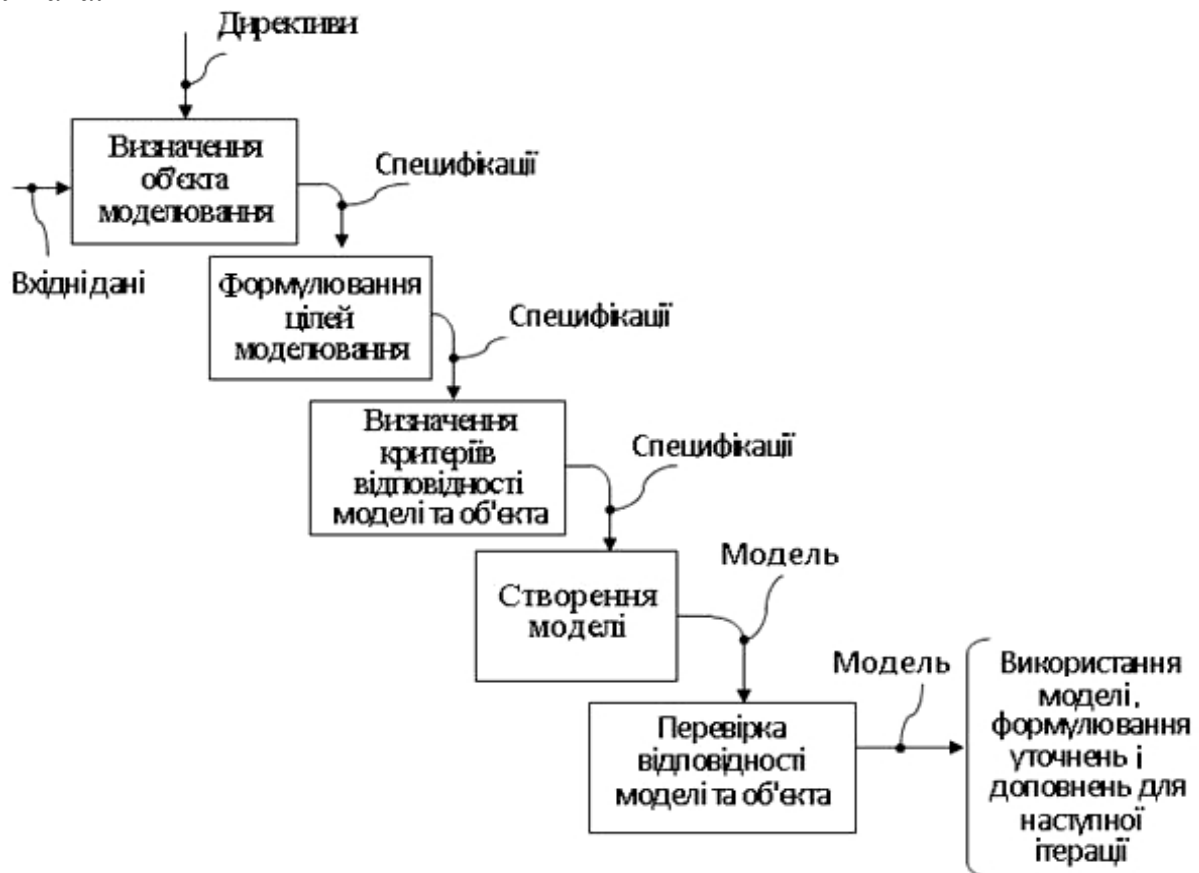


Рис. 2. Схема процесу моделювання технічного виробу

Створення моделі – модель будується із застосуванням методів геометричного моделювання, структурно-параметричного та комбінаторно-варіативного підходів.

Перевірка відповідності моделі та об'єкта – модель перевіряється на відповідність параметрам попереднього аеродинамічного компоновання літака.

Використання моделі – модель застосовується для проведення цифрового аеродинамічного експерименту, а також для створення моделей для експериментів в аеродинамічній трубі. За результатами використання моделі формуються уточнення та доповнення для наступної ітерації, а також визначається оптимальний варіант для подальшого проектування.

II. Стадія ескізного проектування.

На цій стадії відбувається уточнення та деталізація моделі геометричних параметрів літака на рівні агрегатів і секцій, додатково моделюються базові елементи конструктивно-силового набору.

III. Стадія технічного проектування.

На цій стадії відбувається уточнення та деталізація моделі геометричних параметрів літака на рівні складаних одиниць й окремих

деталей зі складною формою, додатково моделюються базові елементи конструктивно-силового набору.

Послідовність моделювання на різних стадіях аналогічна, але можуть уточнюватись цілі та об'єкти моделювання, критерії відповідності й використання.

Наведений вище підхід є перспективним для подальшого дослідження місця та ролі геометричного моделювання на таких етапах ЖЦ як виробництво й експлуатація.

Висновки. У даній статті розглянуто порядок побудови інтегрованої геометричної моделі СТВ у контексті його ЖЦ, проаналізовано роль геометричного моделювання на стадіях технічної пропозиції, ескізного та технічного проектування, визначено деякі перспективні напрямки проведення подальших наукових досліджень на етапах виробництва й експлуатації.

Бібліографічний список

1. Голубенко А.Л. Теория технических систем / А.Л. Голубенко, А.С. Петров, А.Л. Кашура. – К.: Арістей, 2004. – 239 с.
2. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів / П.М. Павленко. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2010. – 201 с.
3. Колесов Ю.Б.. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – С.Пб: БХВ, 2012. – 239 с.
4. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як інваріантна складова комп'ютерних інформаційних технологій підтримки життєвого циклу виробів машинобудування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Тавр. держ. агротех. академії. – Вип. 4. – Т. 36. – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – С. 16-21.
5. Ванін В.В. Структурно-параметричне геометричне моделювання як засіб підвищення ефективності групових технологій у машинобудуванні / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Тавр. держ. агротех. університету. – Вип. 4. – Т. 39. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 9-17.
6. Ванін В.В. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Вип. 23. – Харків: ХДУХТ, 2009. – С. 42-48.
7. Вірченко Г.А. Геометричні моделі як основа комп'ютерного опису об'єктів автоматизованого конструювання / Г.А. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Вип. 22. – Харків: ХДУХТ, 2009. – С. 70-73.
8. Вірченко Г.І. Динамічне варіантне формоутворення ліній, поверхонь і тіл методом поліпараметризації / Г.І. Вірченко // Наукові нотатки. – Вип. 48. – Луцьк: ЛНТУ, 2015. – С. 45-48.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ДРОТУ

Вознюк Т.А., ст.. викладач

Лагодзінський І.М., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м.Київ)

***Анотація** – у статті розглядається модернізація пристрою імпульсних переміщень зварювального дроту, який відноситься до машинобудування.*

***Ключові слова** – імпульсні коливання, зварювальна ванна,*

Постановка проблеми. Одна з важливих умов при виконанні механізованого зварювання це є надійне перемішування рідкого металу у зварювальній ванні. Тому на сьогоднішній день є потреба в удосконаленні існуючих пристроїв, що виконують складні імпульсні коливання електродом для забезпечення рівномірного перемішування металу у зварювальній ванні. Це в свою чергу, суттєво впливає на якість отриманого зварного шва.

Аналіз останніх досліджень. Відомий пристрій для введення механічних коливань у зварювальну ванну через основний метал та різні проміжні ланки від генератора ультразвукових коливань, що має безпосередній контакт з основним металом. Але цей пристрій не знайшов широкого застосування внаслідок погіршення зовнішнього вигляду зварного шва та можливості утворення у наплавленому металі гарячих тріщин через значну відстань місця впливу ультразвукових коливань від поверхні зварювальної ванни [1].

Інший, найбільш близький за технічною сутністю пристрій є генератор імпульсних переміщень, що містить шток з вилкою. Але цей пристрій не дозволяє задавати складний рух електрода, так як шток, що входить до його складу, виконує лише зворотно - поступальні рухи, в результаті чого задає лише поперечні коливальні рухи електродного дроту відносно зварного шва, це зумовлює неможливість виконання деяких типів зварних швів, та не досить якісне перемішування металу у зварювальній ванні [2].

Формулювання цілей статті. Метою публікації є демонстрація прикладу удосконалення вже існуючого пристрою для переміщень електродного дроту, якому надається можливість переміщень по складній

траєкторії та виконання складних зварювальних швів у різних конфігураціях.

Основна частина. На кресленні (рис. 1) зображений пристрій для переміщень електродного дроту [2]. Пристрій складається з приводу, виконаного у вигляді генератора імпульсних переміщень, що містить електродвигун (2), з'єднаний з диском (3), вісь якого паралельна осі електродного дроту (1), постійні магніти (4) прямокутного або круглого (5) перерізу, розташовані радіально у пазах диска (3) так, що їх однойменні полюси спрямовані до центра диска, та ударник (5) з закріпленим постійним магнітом (6) на кінці, оберненим до диска, та вилкою (7) на протилежному кінці, причому постійний магніт (6) на ударнику встановлений опозитно постійним магнітам (4) диска, а шток, оснащений зворотною пружиною (8) та гайкою (9) для регулювання амплітуди імпульсних переміщень електродного дроту (1), через вилку (7) зв'язаний з ударним роликом (10), який упирається в електродний дріт (1).

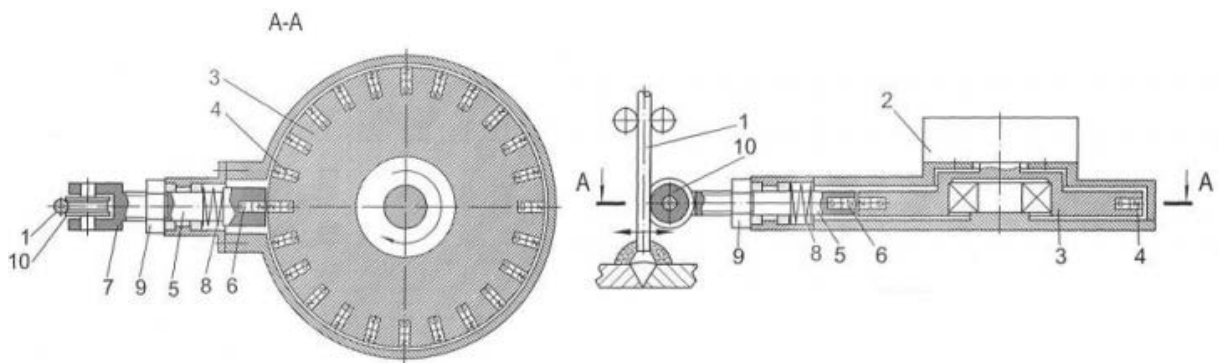


Рис.1 Схема пристрою для імпульсних переміщень електродного дроту

Через те, що постійні магніти (4) розміщені в пазах диска (3) з кроком рівним чи більше ширини або діаметра їх торця, то ударний ролик (10) періодично імпульсно впливає на електродний дріт (1) і він здійснює поперечні коливання. Під дією сил інерції тонкий шар розплавленого металу у вигляді краплі відділяється з торця електродного дроту та під дією сили тяжіння та електродинамічних сил переноситься у зварювальну ванну. Розміщення електродного дроту (1) під шаром флюсу виключає розбризкування крапель металу, примусове відділення тонкого шару розплавленого металу з торця електродного дроту підвищує продуктивність процесу наплавлення, відсутність електричного контакту електродного дроту з поверхнею зварювальної ванни знижує глибину проплавлення основного металу та частку його участі в наплавленому шарі, що знижує небезпечність виникнення пропалин при зварюванні тонких листів під флюсом.

Але цей пристрій не дозволяє задавати складний рух електрода, так як шток, що входить до його складу, виконує лише зворотно - поступальні рухи, в результаті чого задає лише поперечні коливальні рухи

електродного дроту відносно зварного шва, це зумовлює неможливість виконання деяких типів зварних швів, та не досить якісне перемішування металу у зварювальній ванні.

Для вирішення цієї проблеми, до складу пристрою були введені (рис. 2): хомут з кронштейном (1), закріплений на корпусі диска; коромисло (2), щонайменше, з двома роликами (5), що охоплюють електродний дріт (6), закріплене на кронштейні (4) і кінематично зв'язане зі штоком (5); кронштейн (4) закріплений на хомуті (1) з можливістю радіальних зміщень (7) відносно осі штока. Це дозволяє отримати стабільного відділення розплавленого шару металу з торця електродного дроту та перенесення крапель певного розміру у зварювальну ванну, реалізувати можливість керування розмірами зварного шва та продуктивністю процесу наплавлення та досягти кращого перемішування металу у рідкій зварювальній ванні [3].

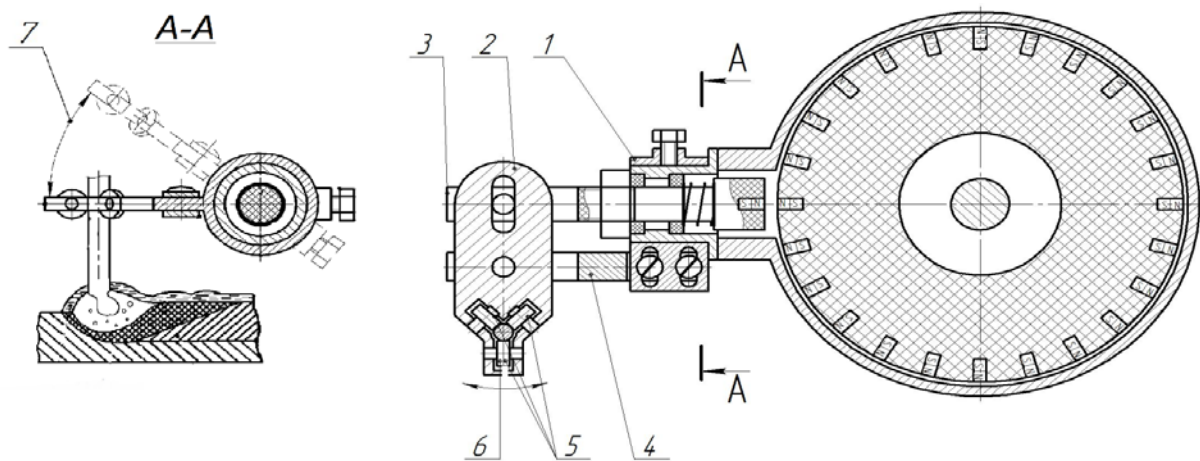


Рис. 2. Пристрій для складних імпульсних переміщень електродного дроту

Висновки. Таким чином, використання запропонованого технічного рішення дозволяє регулювання амплітуди та частоти коливань електродного дроту при зварюванні, що в свою чергу дозволить виконувати складні зварювальні шви та значно підвищити якість зварного з'єднання шляхом кращого перемішування рідкого металу у зварювальній ванні.

Бібліографічний список

1. Кравцов Т.Г., Севрюков В.В. Ультразвуковая обработка судовых деталей и сварных конструкций: Монография. - Николаев: УГМТУ, 2001. - 126 с., рис. 7.1. на стр. 90.
2. Патент України на корисну модель № 93539 МПК(2014.01) B23K9/00, опубл. 10.10.2014.
3. Патент України на корисну модель № 113522 МПК(2016.01) B23K9/00, опубл. 25.01.2017.

БЕЗГРЕБЕЛЬНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ З СЕКЦІОНОВАНИМ КОЛЕСОМ З ЛОПАТЯМИ

Вознюк Т. А., старший викладач

Лебедева О. О., старший викладач

Півень Н. В., старший викладач

Пурденко Є. П., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – у статті розглядається модернізація безгребельної гідроелектростанції з лопатевим колесом*

***Ключові слова** – безгребельна гідроелектростанція, лопатеве колесо, секціонування, організація току рідини.*

Постановка проблеми. Розроблюваний об'єкт належить до гідроенергетики, зокрема, до пристроїв перетворення енергії самопливного потоку (річкової та морської течії) в електричну енергію. Відомі безгребельні гідроелектростанції мають досить складну конструкцію, яка не з повна забезпечує ефективність використання енергії потоку рідини в перетворенні її в електроенергію за рахунок значних втрат енергії та неоптимальної організації вхідних та вихідних потоків рідини.

Аналіз останніх досліджень. Відомий пристрій "Бесплотинная всесезонная гидроэлектростанция Г.И.Озерова" має наступну конструкцію: лопатеве колесо зі складними лопатями розташоване горизонтально, а вертикальний корпус розділений на барабани і встановлений на опорі з можливістю обертання взаємодією роликів з круглими напрямними, пов'язаними з зовнішніми поворотними лопатями, які відкриваються ступінчасто, осі обертання яких зміщені відносно одна до одної на однаковий кут. Основний і резервний електрогенератори закріплені на опорі і пов'язані з корпусом і зубчастим колесом механічною передачею. Внутрішня частина корпусу містить ґратки, які є продовженням зовнішніх поворотних лопатей, та нерухомі внутрішні лопаті, виконані з вільно закріплених стулок, що спираються на ґратки.

Зовнішні лопаті встановлені з забезпеченням перекриття внутрішніх лопатей в неробочому положенні і їх більш раннього вступу в роботу (см. патент РФ № 1836586 "Бесплотинная всесезонная гидроэлектростанция Г.И.Озерова", зареєстрований 13.10.1993г.)

Недоліками цього пристрою для пропонованого використання є:

- розташування електростанції на дні потоку води, де активно переміщуються абразивні частинки піску та інші опади, що негативно впливають на працездатність вузлів тертя;

- наявність конструктивних вузлів, що вимагають точної кінематичної взаємодії контактних деталей;

- багатоступенева кінематична схема мультиплікації, що знижує коефіцієнт корисної дії пристрою. Ще одна відома гідроелектрична установка виконана у вигляді катамарана, з вхідним дифузorzом перед початком робочого каналу і вихідним дифузorzом після його закінчення, з основною гідротурбіною в робочому каналі з деталями проточної частини, розташованими двома рядами в шаховому порядку, з валами основних турбін, встановлених на корпусах катамарана і кінематично пов'язаними з ними генераторами електричного струму, що містить також у вихідному дифузorzі додаткові гідротурбіни з вертикальними осями обертання і кінематично пов'язаними з ними генераторами електричного струму, а корпуси катамарана мають в плані трапецієподібну форму, робочий канал між корпусами катамарана розділений перегородкою на окремі робочі канали, які переходять у вихідному дифузorzі у допоміжні канали з зануреними в них додатковими гідротурбінами, деталі проточної частини основних турбін виконані у вигляді ковшів, в кінці зовнішніх обводів корпусів катамарана закріплені вихровідводи (див. опис до патенту на винахід по А.с. СССР № 1474317 кл. РОЗВ 7/00, 1989 г.; патент от 15.06.2001г., 15 бюл.№ 5,2001г. "Гидроэлектрическая установка").

Недоліками гідроелектричної установки є:

- неможливість функціонування в зимовий час при наявності крижаного покриву;

- обмежена зона контакту лопатей основних гідротурбін з потоком води через високе розташування їх осей обертання;

- висока матеріаломісткість через необхідність використання катамарана.

Інший відомий пристрій має корпус, центральна вертикальна частина якого виконана у вигляді порожнистого герметичного циліндра, який заповнюється в міру необхідності водою або повітрям, а горизонтальна частина корпусу, жорстко з'єднана з циліндром, являє собою ферму, на якій розміщені: кільцева доріжка під опорні ролики лопатевого колеса, лопатеве колесо, опора відомої зірочки першого ступеня кінематичної схеми мультиплікації оборотів від лопатевого колеса до генератора електроенергії, бічні загородження, що функціонально виконують роль вхідного і вихідного дифузorzів.

Лопатеве колесо являє собою просторову конструкцію у вигляді кільця, бічні (торцеві) сторони якого закриті, зовнішня кільцева сторона відкрита, а внутрішня кільцева сторона перекрита кронштейнами.

Внутрішній простір лопатевого колеса розділено на сектори, в кожному з яких розміщена лопать з можливістю розвороту всередині сектора на осі, що розташована з боку зовнішньої кільцевої поверхні. На зовнішній стороні внутрішньої кільцевої поверхні лопатевого колеса встановлені ролики з вертикальною віссю обертання (див. Опис Патенту України на винахід № 104072 С2 МПК(2006.01)F03B 17/06, опубл.25.12.2012).

Недоліки цього пристрою полягають:

- в неоптимальній організації вхідного та вихідного потоків рідини;
- занадто ускладненій конструкції;
- недостатній ефективності використання енергії потоку.

Відомий ряд технічних рішень безгребельних гідроелектростанцій має ті або інші недоліки, невикористані конструктивні, функціональні резерви.

Формулювання цілей статті. Метою даної публікації є демонстрація прикладу удосконалення вже існуючої безлопатевої гідроелектростанції, в основі якого лежить оптимізація потоків рідини для досягнення максимального ефекту від її руху для перетворення енергії потоку в електричну енергію. Цієї цілі пропонується досягти шляхом секціонування лопатевого колеса і застосування елементів спрямування вхідних та вихідних потоків води, причому з використанням найпростіших конструкцій з урахуванням закономірностей потоків рідини. Розробка та впровадження безгребельних електростанцій, їхніх ефективних виконань або конструкцій, призначених для застосування раніше невикористовуваних малопотужних джерел енергії, є актуальною задачею.

Основна частина. На кресленіку (рис.1) зображений вид згори безгребельної гідроелектростанції з секційним лопатевим колесом. Крім того, на рис. 1 показано фрагмент контуру суміжного блоку електростанції.

Потік води, спрямований, звужений та прискорений завдяки дефлекторам 8, 9 тисне на лопаті 3 в кожній секції колеса. Лопаті обертають диск, а швидкість обертання визначає кількість отриманої електроенергії.

Важливу роль в запобіганні гальмування обертання диску в потрібному напрямку відіграють дефлектори 10, 11, що спрямовують воду на виході з корпусу електростанції. Їхнє розташування забезпечує безперешкодний швидкий витік рідини без зворотної течії та завихрень.

Ту ж саму задачу виконують елементи для організації потоку на корпусі гідроелектростанції. Лопаті утримуються на шарнірах і обертаються навколо вертикальних осей під дією потоку таким чином, щоб не допустити гальмування вихідного потоку і спротив обертанню диска під дією вхідного потоку.

На рис. 2 окремо показані секції колеса з притаманним для кожної секції розташуванням лопатей. Як видно з кресленіка, секції уніфіковані,

але закріплені на диску з різними кутами відносно центральної осі. Це конструкційне рішення дозволяє забезпечити рівномірність зусиль потоків води, прикладених до колеса, що дає підсумкове збільшення швидкості обертання ротора та генерування електричної енергії.

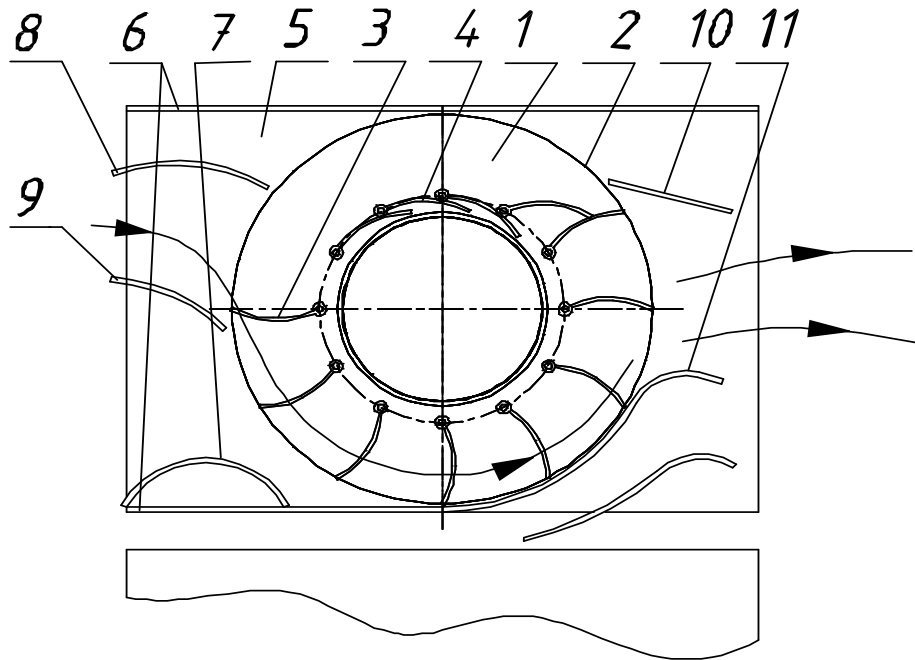


Рис. 1. Вид згори безгребельної гідроелектростанції з секціонованим колесом з лопатями: 1-лопатеве колесо в складі: колесо, диск, лопать; 2—диск; 3-лопать в робочому положенні; 4—лопать у відведеному положенні; 5, 6- стінки корпусу з елементами спрямування потоку; 7-верхня, нижня плити корпусу; 8- дефлектори, що спрямовують потік на лопатеве колесо; 9—дефлектор, що звужує і прискорює потік на вході в колесо; 10—дефлектор, що спрямовує вихідний потік, суміжний з наскрізним потоком, який сприяє витoku першого потоку; 11—дефлектор, що з протилежної сторони сприяє витoku потоку з колеса

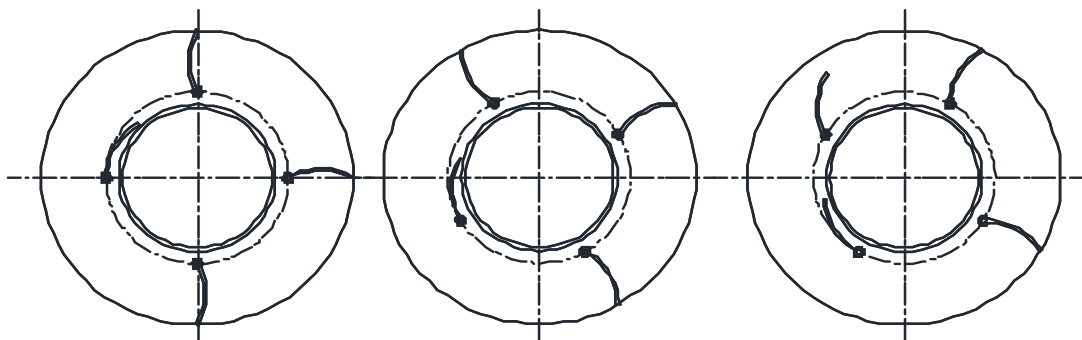


Рис. 2. Положення лопатей в секціях колеса. Вид згори

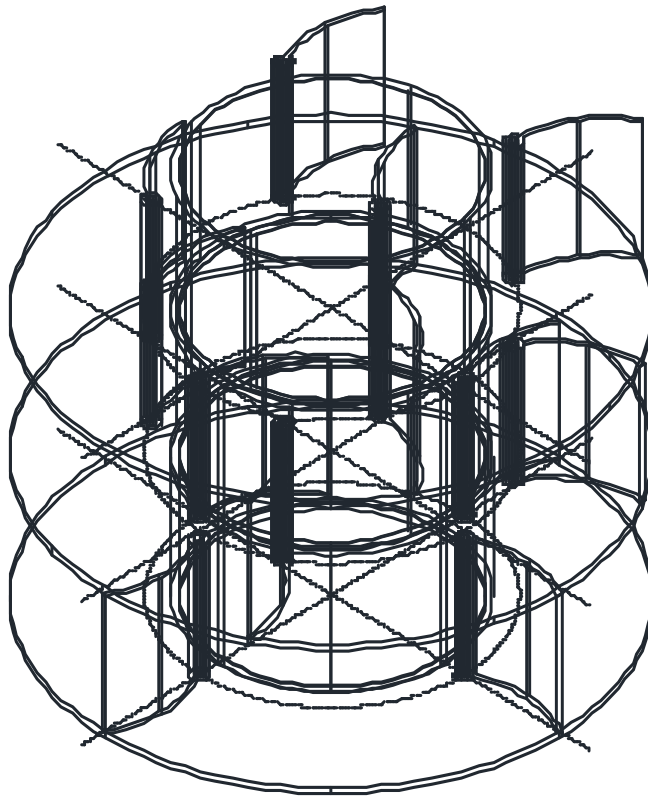


Рис. 3. Положення трьох секцій у складі лопатевого колеса

Висновки. Таким чином, використання запропонованого технічного рішення дозволяє концентрувати енергію потоку води і збільшувати швидкість обертання лопатей колеса за рахунок організації потоку за допомогою напрямних елементів корпусу та дефлекторів, а також фактичного збільшення площини дотикання потоку лопатями шляхом модульного секціонування колеса. За матеріалами розробки подано заявку на корисну модель.

Бібліографічний список

1. Патент України на винахід № 104072 С2 МПК(2006.01)F03В 17/06, опубл.25.12.2012.

ДОСЛІДЖЕННЯ УТВОРЕННЯ ПРОЦЕСУ СКЛЕПІННЯ ПІД ЧАС ПАКУВАННЯ МАТЕРІАЛУ

Глінський Є.М., студент,

Коваленко І.В., к.т.н.,

Гожій С.П., д.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається питання утворення процесу склепіння коли геометричні параметри поперечного перерізу отвору не досягають певного граничного розміру під час пакування матеріалу

Ключові слова – процес склепіння, пакування матеріалу, параметр ємності, бункер, сипке середовище, фізичні процеси.

Постановка проблеми. Статичні процеси утворення склепіння можуть виникати при заповненні ємності сипким матеріалом. Склепіння можуть утворюватися у процесі витікання матеріалу, якщо напруга, яка виникає у матеріалі, не перевищує його міцності. Якщо площа отвору не досягає граничного значення, спостерігається утворення стійкого склепіння. При цьому із отвору висипається тільки частина матеріалу, який знаходиться всередині склепіння, далі процес витікання матеріалу припиняється. Якщо тиск маси матеріалу перевищує силу зчеплення частинок, склепіння руйнується і починається рух.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі теорії недостатньо повно відображають фізичну картину утворення статичних склепінь над отвором. Частота виникнення стабільного склепіння залежить від параметрів ємності, властивостей і стану матеріалу (дисперсності, сил зчеплення і геометричної форми часток тощо), а також від технологічних причин, оскільки фізичні процеси, які змінюють фізико-механічні властивості сипкого середовища, проявляються з часом.

Основна частина. Вплив цих факторів неможливо передбачити теоретично. Склепіння визначається випадковим взаємним просторовим розташуванням частинок, які опиняться безпосередньо над отвором у цей момент. Чіткої границі між стійким і нестійким станом склепіння немає. Тривалість існування склепіння обумовлена положенням частинок у масі склепіння і над ним, а також процесом навантаження.

На практиці руйнування стійких склепінь найчастіше пов'язане з труднощами через відсутність прямого доступу до склепінь. Дослідження явища склепіння при витіканні сипкого матеріалу із ємності і вплив різних

взаємозалежних факторів на процес склепіння, а також визначення заходів з попередження і ліквідації склепіння становить велику наукову і практичну цінність.

Розрізняють два типи перешкод при витіканні сипкого матеріалу [1]:

- склепіння (припинення витікання – закупорка);
- утворення перемичок (обмеження витікання – як її функція, що утворює гальмівні імпульси).

На процес склепіння впливають фізико-механічні властивості сипкого матеріалу. Крім цього, процес склепіння залежить від геометричних параметрів бункера (залежності між розмірами випускного отвору і частинок матеріалу, кута нахилу стінок бункера тощо).

Склепіння залежить від зв'язаності матеріалу, яке характеризується початковим опором зсуву (τ_0) [2,3,4]. Вплив інших факторів на процес склепіння буде мати значення тільки у тих випадках, коли під їх впливом змінюється початковий опір зсуву.

Розрізняють два види стійких статичних склепінь, які утворюються у бункерах:

1. Утворення склепінь у кусковому матеріалі у результаті заклинення кусків, які мають випадкове розташування. Таке склепіння утримується у рівновазі внаслідок тертя між окремими кусками, п'ятою склепіння і стінками бункера. На стійкість впливають прогін склепіння, кут нахилу стінок донця тощо.

2. Утворення склепінь у дрібно-фракційному матеріалі внаслідок зв'язаності (зчеплення частинок). У цьому випадку на процес склепіння впливають не лише перераховані фактори, але й фізико-механічні властивості сипкого матеріалу.

Основні розміри склепіння (максимальна висота і граничний отвір склепіння), а також його розташування відносно отвору залежать від кута нахилу стінок до горизонту та геометричних параметрів розміру випускного отвору. Склепіння являє собою комбінацію послідовно з'єднаних кусків, які знаходяться в умовах рівноваги. Порушення рівноваги одного з елементів склепіння призведе до руйнування усієї системи.

Припустимо, що ймовірність порушення вимог рівноваги – μ – однакова для усіх елементів склепіння, тоді ймовірність їх збереження буде рівна $1 - \mu$. Ймовірність утворення статичного склепіння системи послідовно з'єднаних елементів η можна виразити у вигляді:

$$\eta = (1 - \mu)^n, \quad (1)$$

де n – число кусків, з яких складається склепіння.

Степінь зменшення ймовірності стійкого процесу склепіння знаходиться у залежності від абсолютної величини μ . Так, при $\mu = 0,8$ і збільшенні n від 3 до 6 η зменшиться у 125 разів, а від 4 до 8 – у 625 разів.

Розглянемо залежність процесу склепіння від кута нахилу до горизонту стінок бункера. Для параболічного склепіння горизонтальну складову тиску P , яка від склепіння передається на стінки бункера:

$$P = \frac{Gb}{2 \operatorname{tg} \beta_0'}, \quad (2)$$

де G – навантаження на одиницю горизонтальної проекції склепіння, (Н/м);

b – горизонтальна проекція склепіння, (м); β_0 – кут нахилу дотичної до склепіння у точці його дотику до стінок бункера, (град).

Рівняння (2) показує, що на величину P , впливає кривизна склепіння, яка характеризується кутом β_0' . Однак, навіть при постійному куті нахилу, склепіння можуть по-різному розташовуватися всередині бункера і мати різну кривину, тобто: $\beta_{0\max} \geq \beta_0 \geq \beta_{0\min}$.

При крутих параметрах склепіннях, коли $\beta_0 > \beta_{0\max}$, п'ята склепіння, опираючись на стінку бункера, сповзає по цій стінці вниз і рівновага склепіння порушується.

При пологих склепіннях (рис. 1, б), коли $\beta_0 < \beta_{0\min}$, п'ята склепіння може переміститися вгору.

При крутих склепіннях (рис. 1, а) сила F_1 , яка направлена вгору, долає силу зсуву G_1 , умови рівноваги визначають рівнянням:

$$\beta_0' = 90^\circ - \alpha_1 + \chi, \quad (3)$$

де α_1 – кут нахилу стінок бункера; χ – кут між напрямом тиску п'яти склепіння на стінку бункера і нормаллю до стінки.

При пологих склепіннях (рис.1,б) сила тертя F_2 , яка направлена вниз, утримує п'яту від переміщення нагору:

$$\beta_0'' = 90^\circ - \alpha_1 - \chi. \quad (4)$$

Рівновага зберігається при умові, що утримуючі і зсувні сили рівні між собою. Тоді формули (3) і (4) мають вигляд:

$$\beta_{0\max} = 90^\circ - \alpha_1 + \varphi, \quad (5)$$

$$\beta_{0\min} = 90^\circ - \alpha_1 - \varphi. \quad (6)$$

де φ – кут тертя матеріалу по стінках бункера.

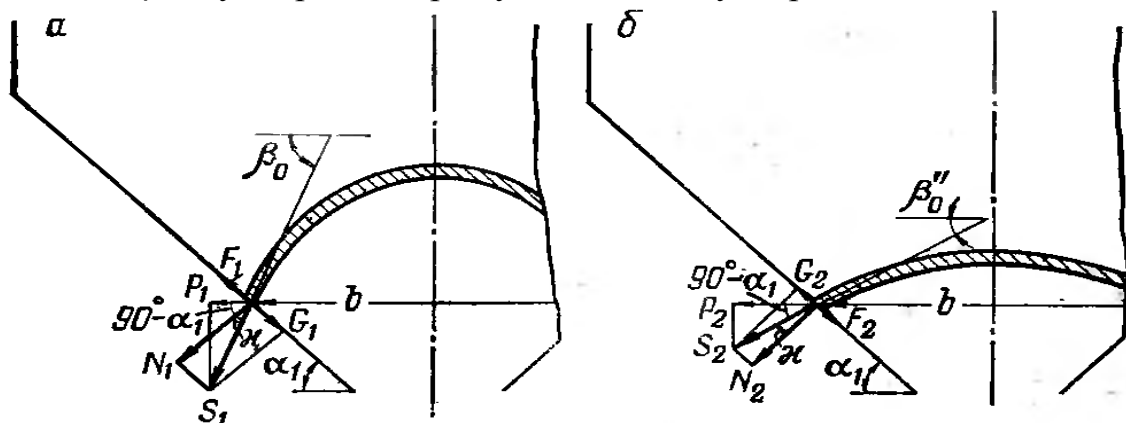


Рис.1 – Рівновага п'яти: а – при крутому склепінні; б – при пологому склепінні

Величина розпору для крутих склепінь буде дорівнювати:

$$\rho_{min} = G(b/2) \operatorname{tg} (\alpha_1 - \varphi), \quad (7)$$

для пологих склепінь:

$$\rho_{max} = G(b/2) \operatorname{tg} (\alpha_1 + \varphi), \quad (8)$$

З рівнянь (7) і (8) слідує, що розпір склепіння збільшується при збільшенні кута нахилу стінок донця α_1 . У роботі [5] вказується, що при $\alpha_1 \geq 60^\circ$ пологі склепіння, що утворюються, володіють високою міцністю і важко піддаються руйнуванню, оскільки виникаючі сили тертя у таких випадках набагато перевищують сили, які зсувають п'яту.

Висновок:

Рівняння величини розпору для крутих склепінь (7) та пологих склепінь (8) мають значне науково-технічне та практичне значення при розрахунку геометричних параметрів бункерів.

Бібліографічний список

1. Гячев Л. В. Движение сыпучих материалов в трубах и бункерах / Л. В. Гячев – М.: «Машиностроение», 1968. – С. 16–21.
2. Иванов Г. И., Записки ЛГИ, 1961, т. 44, вып. 1, с. 98.
3. Голубков К. Н., «Труды УНИИПроммедь», 1963, вып. 7, стр. 149.
4. Васильев А. В., Олевский В. А. В кн.: Транспортные устройства и складское хозяйство обогатительных фабрик. М., Углетехиздат, 1954, с. 238, 239.
5. Олевский В. А., Информационный бюллетень Механобра, 1938, №7, с. 29.

ЕЛЕКТРОННА ІНТЕРАКТИВНА ДИДАКТИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ НАРИСНІЙ ГЕОМЕТРІЇ ТА ІНЖЕНЕРНІЙ ГРАФІЦІ

Гнітецька Т.В., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна м., Київ)

Анотація – робота присвячена впровадженню у навчальний процес інтерактивної дидактичної системи для дистанційного навчання з нарисної геометрії та інженерної графіки і аналізу ефективності навчання студентів в умовах використання нових інформаційних технологій.

Ключові слова – дистанційне навчання, інформаційні технології, інтерактивне навчання, нарисна геометрія, інженерна графіка, тести, самоконтроль.

Постановка проблеми. У зв'язку зі зміною навчальних планів у бік скорочення кількості годин на аудиторне навчання та збільшення годин на самостійну роботу студентів, стає актуальним вивчення навчального матеріалу за допомогою інтерактивних електронних систем.

Аналіз останніх досліджень. З курсів нарисної геометрії та інженерної графіки розроблено досить багато хороших підручників, але, враховуючи специфіку цих курсів, саме інтерактивні дозволяють вести електронній системі діалог зі студентом, подавати навчальну інформацію поетапно, виконувати самоконтроль, ін. На даний час вони є найбільш прогресивними.

Формулювання цілей. Мета публікації - демонстрація особливостей інтерактивної системи дистанційного навчання, аналіз ефективності її використання.

Основна частина. Особливістю розробленого програмного забезпечення є його малий об'єм і можливість використання на WEB сторінках (без інсталяції додаткових програм). У дидактичній системі запроваджено нову концепцію представлення теоретичного матеріалу курсів «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка», створено інтерактивні графічні оболонки для представлення теоретичного матеріалу та управління навчанням із забезпеченням навігації по курсу.

Розроблена інтерактивна система має кілька особливостей.

Перша з них – теоретична частина представлена покроковою анімацією, що в зручному для студентів режимі дозволяє вивчати

теоретичну та практичну частини курсу, а також слідкувати за поетапним розв'язком задач.

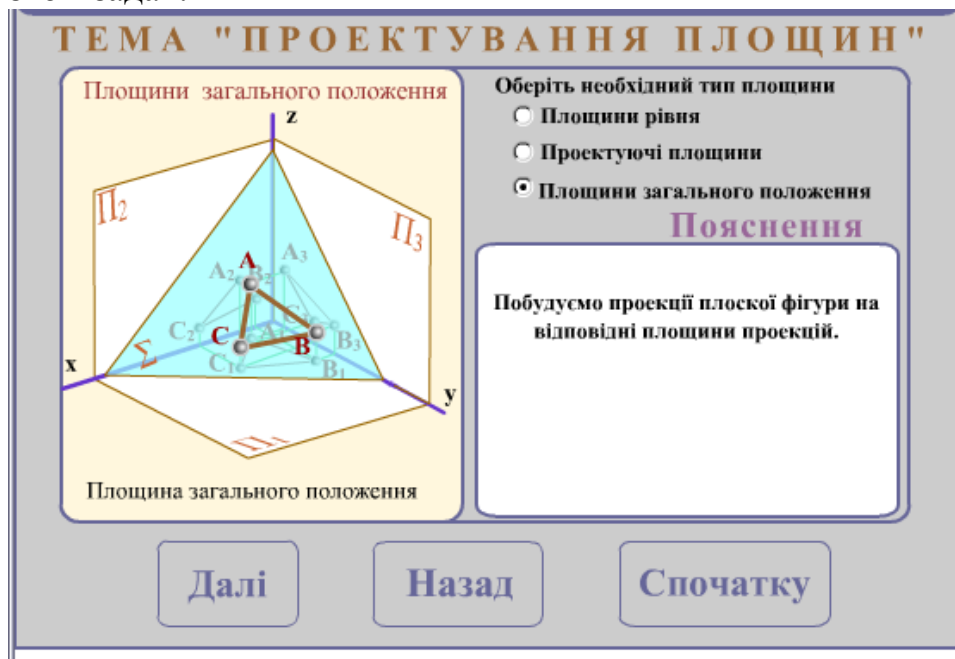


Рис.1. Сторінка інтерактивного підручника

Друга особливість – система містить набір тестів, які дозволяють студентам самостійно проводити самоконтроль та готуватися до контрольних робіт. Є можливість отримати підказку в процесі проходження тестів.

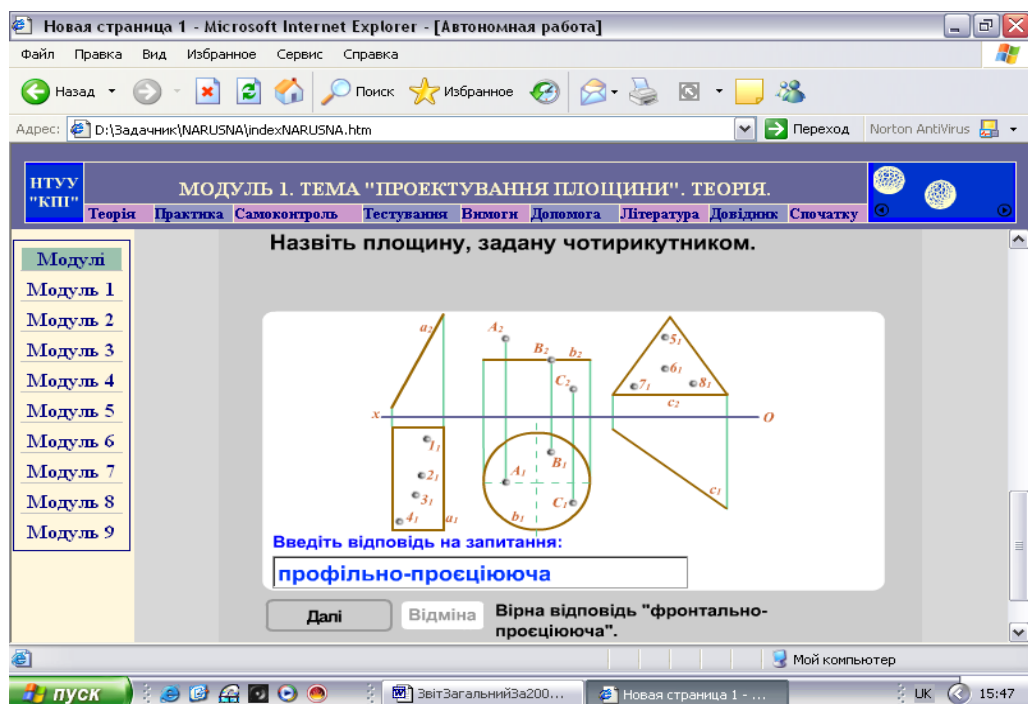


Рис.2. Приклад сторінки з відповіддю на питання тесту

Третя особливість – розроблено компактний графічний редактор, який працює в on-line режимі і дозволяє виконувати задачі курсу. Таким чином, забезпечується можливість дистанційно зараховувати теми курсу у вказані терміни, маючи зворотній зв'язок із викладачем.

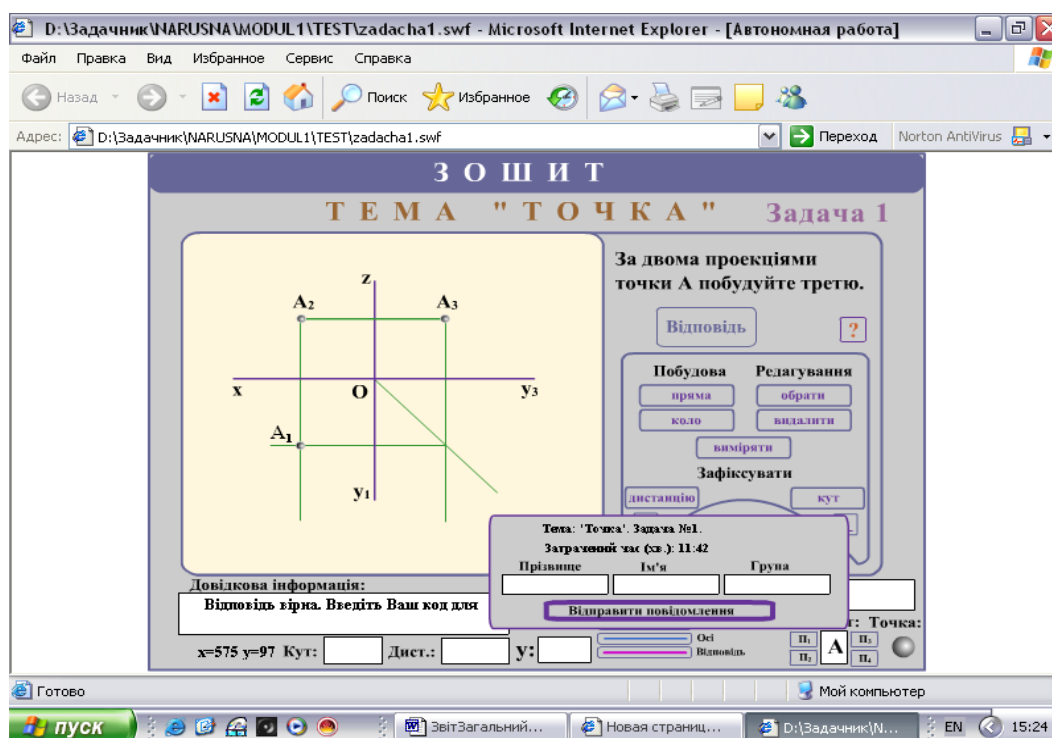


Рис.3. Сторінка тестування за допомогою графічного редактора

Після заповнення таблиці з'являється листок звітності. У ньому, крім введеної студентом інформації, відображається дата виконання та затрачений час, а також певний код для ідентифікації роботи.

Висновки. Автором не проводився педагогічний експеримент для визначення кількісних показників ефективності запровадження інтерактивної дидактичної системи в навчальному процесі. Але десятилітній досвід використання системи в практиці навчання курсу нарисної геометрії показав, що студенти віддають їй перевагу перед традиційними підручниками. Крім того, студенти факультетів, де вона була запроваджена, щорічно отримували призові місця на олімпіадах.

Бібліографічний список

1. Гнітецька Т.В. Електронна інтерактивна дидактична система для дистанційного навчання нарисній геометрії та інженерній графіці // uimte.kpi.ua.

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ БУРИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СВЕРДЛОВИН

Гонтаренко Ю.О., студент,
Воробйов О.М., ст. викладач,
Голова О.О. к.т.н.,
Лазарчук-Воробйова Ю.В.

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

***Анотація** – в даній статті наведено створення нової конструкції робочого органу бурильної установки – бурильного долота, завдяки якому суттєво зменшуються енергозатрати на даний процес, а також збільшується руйнівна сила та розмив ґрунту.*

***Ключові слова** - бурове долото, зуб бура, бурильна установка, робоча частина.*

Постановка проблеми. Створення джерела чистої води – один з основних етапів облаштування ділянки. Зазвичай цю задачу вирішують шляхом створення свердловини, найбільш фінансово витратною часткою є безпосередньо процес буріння. Але, при бажанні, можна суттєво зекономити, створивши саморобну бурильну установку.

Формулювання цілей. Удосконалити робочий орган бурильної установки - бурового долота, що дозволить суттєво зменшити енергозатрати на процес буріння, а також збільшити руйнівну силу та розмив ґрунту за рахунок покращення відведення часток глини від робочої поверхні інструмента.

Основна частина. Існує декілька різновидів саморобних бурильних установок, які класифікуються у відповідності до методів буріння свердловин:

- Агрегати, які працюють по ударно-канатному способу, а саме: земля руйнується важким важелем, який прив'язаний до опорної рами. Важіль піднімається вгору і скидається донизу стільки разів, скільки необхідно для створення заглиблення.
- Агрегати шнекового типу. Виїм ґрунту здійснюється за допомогою спеціального шнеку.
- Роторні агрегати. Функціонують за допомогою принципів гідравлічного буріння.
- Роторні ручні механізми. Конструкція не включає електродвигун, тому потребує значних фізичних зусиль, застосовується рідко.

Розглянемо переваги саморобної бурильної установки:

1. Низька собівартість, при цьому саморобний механізм ні в чому не поступається заводським аналогам.
2. Технічні характеристики повністю відповідають обладнанню, яке виготовлено на заводі.
3. Компактні розміри та мала вага.
4. Зручно використовувати.
5. Мобільність саморобних пристроїв.
6. Висока швидкість збирання та розбирання.
7. Простота транспортування.

Для створення свердловини малогабаритною саморобною бурильною установкою широко використовуються трилопатні бурові долота (рис.1). Цей інструмент добре працює при проходженні твердих або крихких порід ґрунту за рахунок багатьох твердосплавних пластин, закріплених на вершинах лопатей, які добре руйнують та подрібнюють породу. Але після входження у в'язкі породи глини, особливо каолінові, нижня частина долота між лопатями залипає та перешкоджає доступу промивної рідини до двох з трьох лопатей і залишається працювати лише одна, тобто знижується ефективність роботи, а також збільшується енергозатрати та час на даний процес.

Для цього було виготовлено нове бурове долото (рис. 2), у якого промивна рідина подається до верхівки інструменту через отвір між лопатями, що перешкоджає затриманню часток в'язкої породи у міжлопатневому просторі.

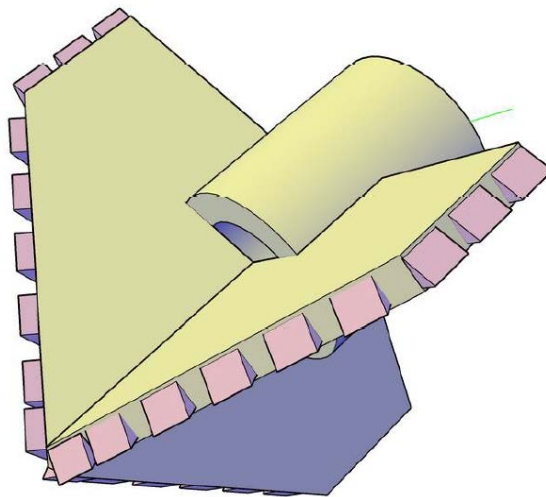


Рис. 1 Трилопатнє бурове долото

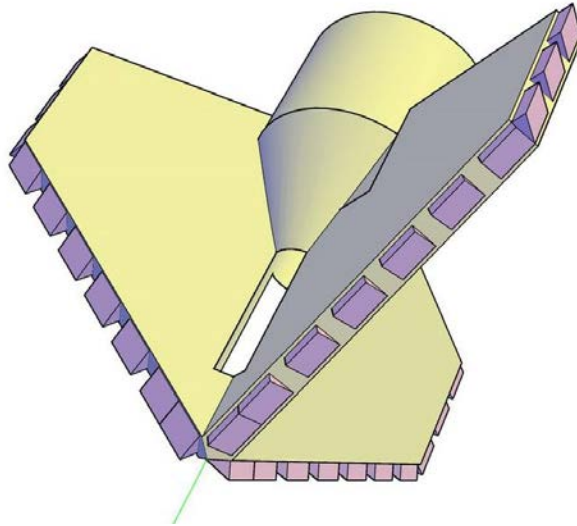


Рис.2 Запропоноване бурове долото

Висновки.

1. Шляхом зміни конструкції робочого органу бурильної установки – бурильного долота - збільшилась руйнівна сила та розмив породи.
2. Процес буріння став менш енергозатратним та зменшився час виконання роботи.

Бібліографічний список

1. Башкатов А.Д., Прогрессивные технологии сооружения скважин., М.:Издательство: ООО "Недра- Бизнесцентр" 2003. – 554 с.
2. Беляков В.М. Учебная книга мастера по бурению скважин на воду Издательство: Колос Год: 1983.
3. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Мессер А.Г., Соловьев Н.В. "Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые."Издательство: ООО "Недра-Бизнесцентр" 2001 г

ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОЛІМОРФНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗАЛІЗА

Гумен О.М., д.т.н.,

Віхманов В.І., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається поліморфізм заліза з геометричної точки зору, досліджується вплив температури на поліморфні зміни кристалічної решітки при переході від однієї модифікації до іншої та проводиться геометричний аналіз таких перетворень досліджуваного елемента.

Ключові слова – геометричний аналіз, поліморфне перетворення заліза, $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ перетворення, ОЦК решітка, ГЦК решітка.

Постановка проблеми. Багато металів у залежності від температури можуть існувати в різних кристалічних формах. У результаті поліморфного перетворення атоми кристалічного тіла, яке має решітки одного типу, перебудовуються таким чином, що утворюється кристалічна решітка іншого типу. Для вивчення особливостей таких структур доцільно провести геометричний аналіз поліморфного перетворення заліза.

Аналіз останніх досліджень. У навчальних посібниках та публікаціях з матеріалознавства описано досить складне уявлення про поліморфізм заліза [1-3].

Поліморфізм – це здатність деяких металів у залежності від температури та тиску змінювати свій тип кристалічної решітки. До таких металів належать ферум, олово, марганець, кобальт, та інші. Перехід від однієї модифікації до іншої називається поліморфним перетворенням. Кожна з поліморфних модифікацій внаслідок незмінної природи атомів, які її утворюють, можуть відрізнятися тільки взаємними розміщенням атомів у кристалічній решітці. Поліморфні модифікації позначаються літерами грецької абетки ($\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$). Кожна із поліморфних модифікацій існує в певному температурному інтервалі [1].

Формулювання цілей статті. Ціль статті полягає у дослідженні впливу температури на поліморфні зміни решітки такого елемента як ферум і проведенні геометричного аналізу структурних змін при переході від однієї модифікації до іншої.

Основна частина. Для полегшення сприйняття процесу поліморфного перетворення здійснимо побудову графіків залежності впливу температури та тиску на поліморфне перетворення заліза.

Поліморфне перетворення відбувається при переході від одного типу решітки в інший шляхом утворення зародків та наступного їх росту. При поліморфному перетворенні змінюється не тільки будова кристалічної решітки, але й властивості металу (твердість, пластичність), може змінюватись тип хімічного зв'язку.

У твердому металі поліморфні перетворення відбуваються в результаті зародження і росту кристалів аналогічно кристалізації з рідкого стану. Зародки нової модифікації найчастіше виникають по краях зерна вихідних кристалів.

Поліморфне перетворення супроводжується стрибкоподібною зміною всіх властивостей металів і сплавів: питомого обсягу, теплоємності, теплопровідності, електропровідності, магнітних властивостей, механічних і хімічних властивостей і т.д. [2]. Високотемпературна модифікація має високу пластичність.

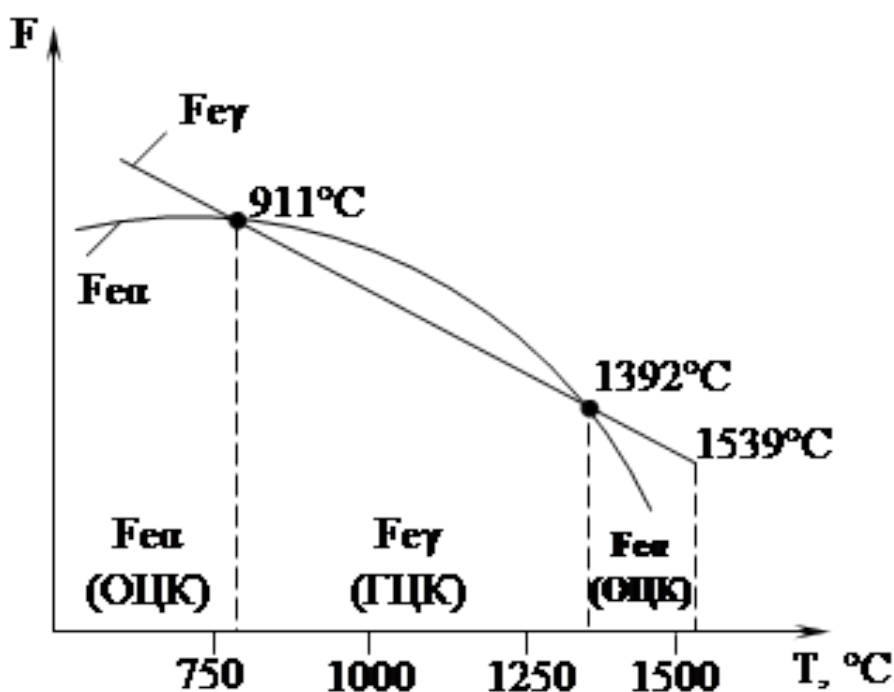


Рисунок 1 – Поліморфізм заліза і його зв'язок з вільною енергією системи

З рисунка 1 видно, що в інтервалі температур 911 - 1392 °С стійким є γ -залізо (має мінімальну вільну енергію), а при температурах нижче 911 °С і вище 1392 °С стійке α -залізо. Найпростіший метал Fe має 2 решітки ОЦК і ГЦК. Залізо має 5 головних геометрично структурованих поліморфних модифікацій (рис. 2).

При температурі нижче 911 °С атоми розташовуються в формі об'ємноцентрованої кубічної решітки правильної геометричної форми

(ОЦК) (рис. 3). Вони утворюють куб, всередині якого вміщається ще один атом заліза.

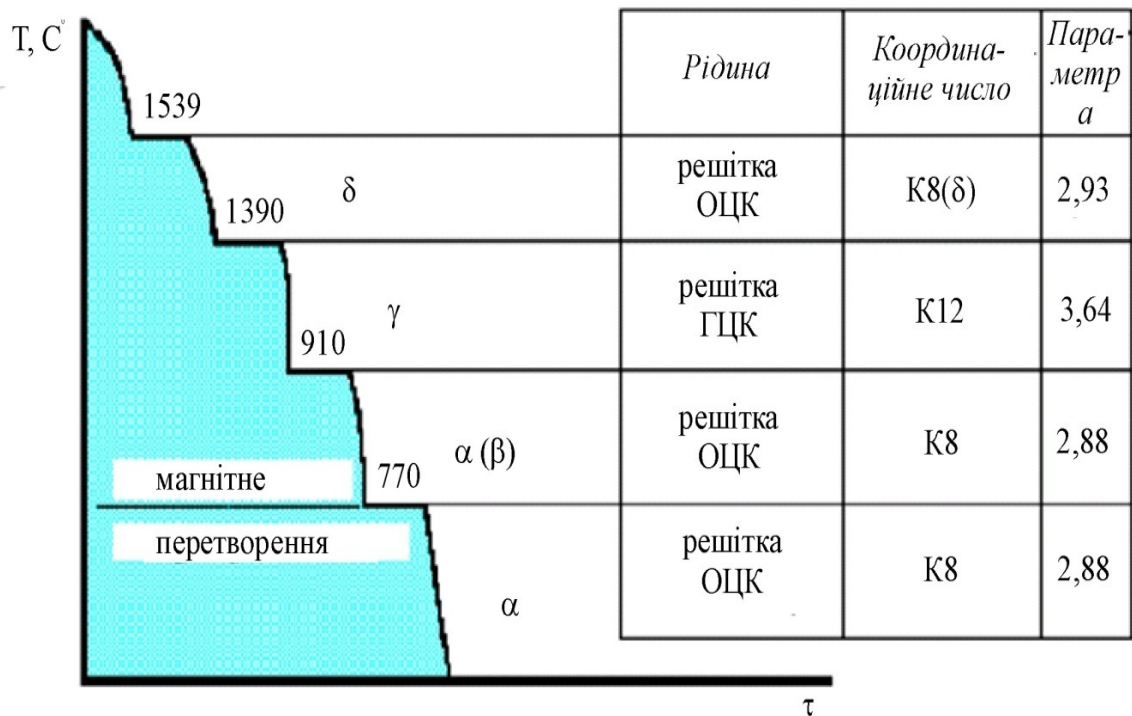


Рисунок 2 – Крива охолодження чистого металу

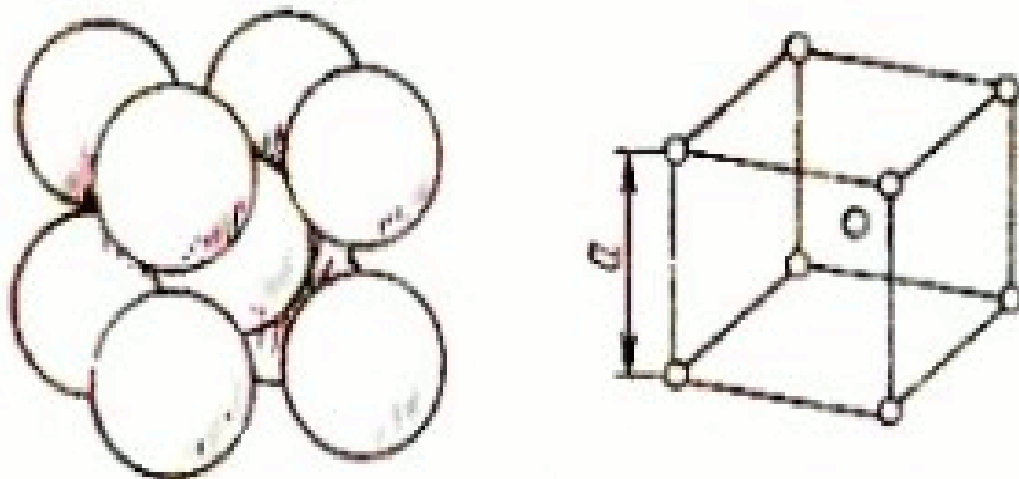


Рисунок 3 – Об'ємоцентрована кубічна решітка

А ось при нагріванні вище 911 °С стає енергетично більш вигідною інша конфігурація кристалічної решітки – гранецентрована кубічна (ГЦК) (рис. 4).

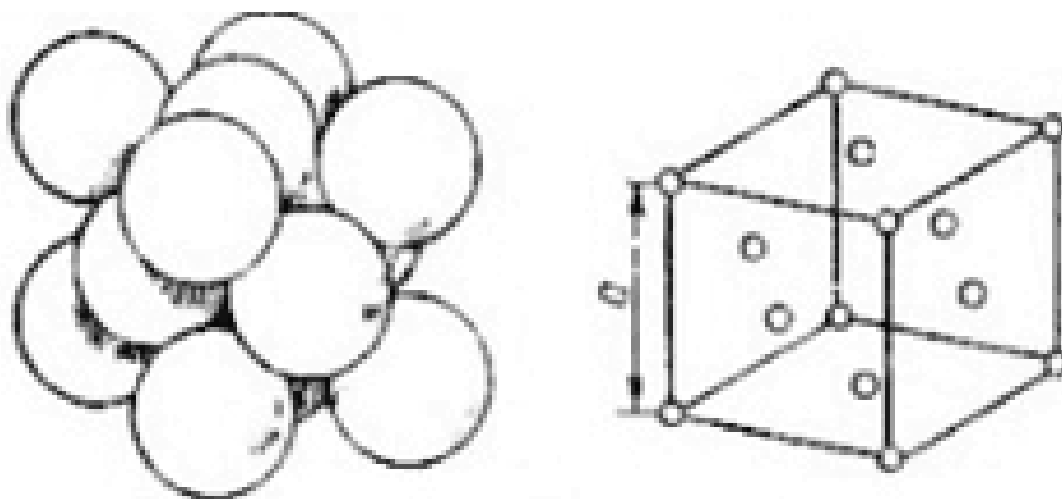


Рисунок 4 – Гранецентрована кубічна решітка

Тут вже атоми заліза не тільки утворюють вершини куба, але і «втискуються» між цими вершинами, розсуваючи їх і збільшуючи тим самим розмір елементарної кристалічної решітки. Тим часом простір всередині куба залишається порожнім.

При подальшому збільшенні температур порядок атомів знову змінюється. Понад 1 або 392 °С і до точки плавлення залізо знову представлено як послідовності ОЦК-елементів правильної геометричної форми.

Висновки. Здавалося б, подібна інформація повинна мати чисто теоретичний характер, адже нам не повинні бути цікаві перетворення кристалічної решітки при високих температурах, коли більша частина металевих конструкцій експлуатується в більш сприятливих режимах. Однак сталь при отриманні, охолоджуючись, проходить всі ці поліморфні перетворення, які накладають на її кінцеві властивості відбиток у залежності від складу вихідного розплаву і від режиму його затвердіння. Тому необхідно досконально аналізувати нюанси структурної будови заліза, зокрема геометричні, якщо хочемо на виході мати якісний лист металу або надійний арматурний прут.

Бібліографічний список

1. *Лахтин Ю.М.* Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. 3-е изд., перераб. и доп. / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 520 с.
2. *Мозберг Р.К.* Материаловедение / Р.К. Мозберг. – М.: Высш. шк., 1991. – 448 с.
3. *Бялик О.М.* Материаловедение: уч. пособ. / О.М. Бялик, В.С. Черненко, В.М. Пискаренко. – СПб: Питер, 2002. – 383 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕЛОСИПЕДНОЇ ВИЛКИ «GARK STORM» З ДОПОМОГОЮ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

Гумен О.М., д.т.н.,

Заярний Д.В, студент

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

Анотація – розглядається технологія поєднання методів прикладної геометрії, засобів комп'ютерної графіки, металургії та матеріалознавства, яка дозволяє покращити характеристики велосипедної вилки, досягнути зміцнення конструкції, усунувши недоліки існуючої моделі, що має практичне значення для реального українського виробника і може бути запроваджена у масове виробництво.

Ключові слова – велосипедна вилка, матеріалознавство, 3D-модель, геометрична інтерпретація, 3D Max.

Постановка проблеми. Велосипедна вилка – багатофункціональна тримальна деталь (або механізм) рульового керування велосипеда, яка утримує переднє колесо на велосипеді і з'єднує вісь колеса з кермом напругу.

Перший велосипед, схожий на ті, які використовують в наші дні, називався Rover – «Блукач» (або «Бродяга»). Його було зроблено у 1884 році англійським винахідником Джоном Кемпом. На відміну від велосипеда «пенні-фартінг», Ровер мав ланцюгову передачу на заднє колесо, однакові за розміром колеса, і водій сидів між колесами [1].

У даній роботі мова піде не про цілий велосипед, а про його складову «форк», а простіше говорячи «вилку». Вона служить для з'єднання переднього колеса, керма і рами. Може бути жорсткою чи з вбудованим амортизатором. Також на вилку кріпляться гальма, крило, датчик швидкості та інше допоміжне обладнання. Жорсткі вилки дешевші і легші. Амортизаційні вилки підвищують комфортність їзди по нерівній поверхні, покращують зчеплення з дорогою на нерівностях. Вони більш дорогі, важчі, при педалюванні поглинають частину енергії. Амортизаційні вилки різняться принципом роботи, ходом вилки, наявністю різних налаштувань. Найчастіше до таких параметрів відносяться включення і вимикання амортизуючих функцій (це дозволяє знизити втрати енергії при обертанні педалей) і регулювання амортизаторів.

Основним шляхом вирішення питання є зміна шляхів виготовлення продукції та введення інновацій на ринок.

Аналіз останніх досліджень. Останні дослідження привели компанію «Gark» до вибору сплаву 70750-T6, що є не найліпшим виходом із ситуації. Із досліджень нових матеріалів для виготовлення даної деталі можна вибрати ліпші по всіх характеристиках за цей сплав [2, 3].

Конструкція вилки працює за рахунок стиснення крученої пружини та еластомера. Еластомер – це найчастіше гумовий пруток всередині пружини. Також у вилці є масляний демпферний пристрій, що обмежує швидкість стиснення/розтискання вилки. Відбувається це завдяки перетікаючому по ємностях масла через систему клапанів. Іноді антипробій у вилках реалізується за рахунок масла. Замість крученої пружини використовується герметична ємність, наповнена стисненим газом (найчастіше атмосферним повітрям). Між двома ємностями знаходиться поршень, який при навантаженні на вилку стискає газ, тим самим імітуючи роботу пружини. Повітряні вилки легші за пружинні.

Також бувають конструкції, що мають кілька працюючих елементів: пружинно-еластомірні, пружинно-масляні, повітряно-масляні і тому подібні.

Формулювання цілей (постановка завдання). На даний момент в Україні дуже мало виробників велосипедів або деталей до них, у зв'язку з чим ця галузь не дуже розвинена. Розглядаючи дану проблему, звернемось до конкретного прикладу української компанії «Gark», що є виробником велосипедних вилок. «Gark Storm» – їхня найновіша модель – потребує деяких вдосконалень для виведення її на світовий ринок.

Вирішуючи цю проблему, ставимо такі завдання:

1. Рекомендувати компанії «Gark» вибір кращого матеріалу.
2. Виконати розробку 3D-моделі, що допоможе компанії визначити недоліки існуючої моделі.

Основна частина. Розглянемо, як можна покращити конструкцію велосипедної вилки.

Велосипедна вилка (рис. 1) в міру того, що вона має витримувати велику силу віддачі (при стрибках, різких поворотах та гальмуванні), має бути виготовлена з міцного, але водночас легкого матеріалу. Адже легкість велосипеда визначає його маневреність, а міцність – максимальну кількість навантаження.

Компанія «Gark» на даний момент використовує нещодавно винайдений сплав 70750-T6. У промисловості сплави 7xxx серії застосовуються в авіації, космічних технологіях і т. д. Сплав 7075-T6 є самим міцним алюмінієвим сплавом у світі і має межу міцності на розрив майже в 2 рази вищу, ніж ливарні алюмінієві і магнієві сплави, з яких виробляють штани сучасних вилок. Позитивний момент в магнієвих штанах – тільки мала вага, а безпека їзди на велосипеді забезпечується за рахунок достатньої міцності власної конструкції, розрахованої під певний тип використання.



Рисунок 1 – Велосипедна вилка «Gark Storm»

Сплав 7xxx не може використовуватись у технології лиття. З цієї причини було ухвалено рішення виготовити штани шляхом механічної обробки заготовок. Дані штани мають міцність значно вищу, ніж штани з магнієвого сплаву, але дещо збільшується вага, так як питома вага алюмінію на 33% більша магнієвого сплаву, але при цьому міцність 7075-T6 на 60% вища, ніж магнієвий сплав. Зважаючи на це, 7075-T6 не дуже підходить для такої деталі.

Сплави титану – навпаки: дуже довговічні (термін служби обчислюється десятиліттями); стійкі до корозії настільки, що навіть не потребують фарбування; титанова вилка стійка до ударів і подряпин, зберігає привабливий зовнішній вигляд; пом'якшує вібрацію і є дуже міцною; має невелику вагу. Єдиними мінусами титану є висока ціна і низька придатність до лагодження. Хоча очевидно, що плюси таких сплавів більшою мірою перекривають їх мінуси. Сплави на основі титану з добавками алюмінію, олова, мангану, молібдену, заліза, хрому, ванадію, кобальту, міді, вольфраму та інших елементів відзначаються високою механічною міцністю, жароміцністю, значною корозійною стійкістю в агресивних середовищах, багато які з них – хорошою зварністю, що дуже добре для виготовлення повної конструкції вилки. Дані характеристики сплавів даватимуть велосипеду можливість бути більш стійким до природніх умов, випробувань часом та механічних пошкоджень.

Для виготовлення якісної вилки оптимально використовувати α -титанові сплави (BT1-00, BT1-1, BT5, BT5-1), які термічною обробкою не зміцнюються. Їх зміцнення досягається легуванням твердого розчину і пластичним деформуванням. До цієї групи належить сплав BT5-1, який має добру зварність, жароміцність, кислотостійкість, пластичність при низьких температурах, термічну стабільність за температур до 450 °C. До

складу цього сплаву входять $\sim 5\% \text{Al}$ і $\sim 2,5\% \text{Sn}$. Олово додають у сплав для поліпшення його технологічних і механічних властивостей. Механічні властивості даного сплаву: $\sigma_{\text{в}}=800\ldots 1000 \text{ МПа}$, $\delta=10\ldots 15\%$. Або ж $(\alpha+\beta)$ -сплави (мартенситного класу: ВТ6, ВТ3-1, ВТ8, ВТ9, ВТ14, ВТ16, ВТ23, ВТ33; перехідного класу: ВТ22, ВТ30) зміцнюються термічною обробкою, що складається із гартування і старіння. Їх зварюваність гірша, ніж α -сплавів. Раціонально вибрати для виготовлення вилки сплав ВТ6, який характеризується оптимальним поєднанням технологічних і механічних властивостей. Хімічний склад сплаву ВТ6: $\sim 6\% \text{Al}$, $\sim 4\% \text{V}$, решта Ti , механічні властивості: $\sigma_{\text{в}}=1100\ldots 1250 \text{ МПа}$, $\delta=6\%$.

3D-моделювання за допомогою програми 3D Max дозволяє детально проаналізувати геометричні характеристики і тим самим знайти шляхи, щоб поліпшити конструкцію велосипедної вилки. Для покращення керованості і маневреності доводиться «грати» з кутом нахилу вилки і зменшувати Trail (викот переднього колеса). Чим більше цей кут, тим ближче до вертикалі стоять пера вилки, тим швидше розганяється велосипед і тим краще вилка відпрацьовує дрібні торчки і нерівності на дорозі. І, навпаки, якщо кут менше, а пера вилки розташовані більш полого (гостріше) до поверхні, тим гірше динаміка і керованість, але зате вилка легше проковтує великі вибоїни і купини; вони менше впливають на рух байка. У крос-кантрі кут рульової зазвичай $71\ldots 69^\circ$, а довжина колісної бази – $100\ldots 107 \text{ см}$, в DH (Dawn hill) – $64\ldots 65^\circ$ і $110\ldots 117 \text{ см}$ відповідно. Тепер можемо змодельовати вплив сил на вилку в різних її положеннях.

Виконавши 3D-модель вилки, уже закріпленої у велосипеді, бачимо можливий вплив сил на дану конструкцію. Проте вибором потрібного матеріалу вирішується проблема сильного впливу сил на корозію матеріалу, а також на виникнення дефектів виробу.

Висновки. Отже, проаналізувавши сплави, робимо висновок, що раціонально-оптимальним вирішенням проблеми вибору матеріалу є титанові сплави ВТ6 або ВТ5-1. Застосування цих сплавів у виробництві допоможе заощадити ресурси та збільшити попит на цей продукт.

Розкрито недоліки конструкції та вирішено проблему дефектів та корозії вилки за допомогою геометричної інтерпретації виробу.

Дослідження може бути впроваджене у масове виробництво, оскільки є максимально вигідним для компанії «GARK», зробить компанію на декілька кроків ближче до виходу на світовий ринок, тим самим покращуючи стан економіки України.

Бібліографічний список

1. http://www.x-bikers.ru/forum/show_topic.php?id=109260 (29.03.2017).
2. <http://www.smw.com/ru/pages/55/Svoistva-splavov.html> (25.03.2017).
3. <http://garkrider.com/продукт> (27.03.2017).

АНАЛІЗ РОБОТИ ГІДРАВЛІЧНОГО ДРОСЕЛЯ НА ОСНОВІ БІМЕТАЛЕВОГО ПРИВОДУ

Довгополий М. М.,
Ночніченко І.В., к.т.н., ст. викладач
Спеціалізована школа №254, (Україна, м. Київ)
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
(Україна, м. Київ)

Анотація- Робота присвячена визначенню статичних характеристик біметалічного приводу гідравлічного дроселя. Проведені експериментальні дослідження дозволили встановити статичні характеристики біметалевих приводів, виготовлених з декількох типів матеріалів в різних комбінаціях. Запропоновано функціональну схему біметалічного приводу, яка деталізує процес його роботи. Отримано емпіричну залежність, що дозволяє вибрати параметри біметалічного приводу в залежності від заданого діапазону зміни температури і величини навантаження. Наведені результати можуть бути застосовані при розробці автоматично керованих гідравлічних дроселів амортизаторів для стабілізації їх характеристик.

Ключові слова- біметалевий привод, амортизатор, автоматично керований гідравлічний дросель, перепад температури, в'язкість, умови експлуатації, переміщення.

Постановка проблеми. Гідравлічні дроселі є розповсюдженими у гідравлічних амортизаторах де дроселювання робочої рідини відбувається, як правило, у турбулентних дроселях. Такі типи дроселів набули широкого розповсюдження в автомобільних амортизаторах та в якості демпферного елемента штучного суглобу. Але ефективність роботи демпфера залежить від умов експлуатації, а саме від температури та в'язкості робочої рідини. Створення дроселя з використанням біметалевого приводу дозволить адаптувати його до змінних умов експлуатації та покращити функціональні характеристики демпферу.

Аналіз останніх досліджень. Вплив умов на роботу амортизатора є наслідком температурних змін властивості робочої рідини, яка використовується в його складі. Це суттєво змінює зусилля опору на штоку амортизатора [1, 2]. Для компенсації температурного впливу використовують автоматичну корекцію витрати крізь дросель [1- 3]. Відомо також, що найбільший вплив на характеристики гідравлічного амортизатора спостерігається в діапазоні температур 30...50°C [2]. При

цьому експериментальним шляхом визначено, що для забезпечення потрібної стабільності характеристик амортизатору ступінь регулювання дроселю, з врахуванням режиму роботи, становить для “відбою” 40 %, а для “стиснення” - 20 % [2].

Формулювання цілей: Забезпечити стабілізацію витрати у гідравлічному дроселі за рахунок автоматичної корекції площі робочого дроселя в умовах зміни температури робочої рідини.

Постановка завдання:

1. Запропонувати спосіб термостабілізації витратної характеристики гідравлічних дроселів.
2. Створити експериментальну установку та дослідити характеристики приводних елементів (біметалів).

Основна частина. Для забезпечення стабільної витрати робочої

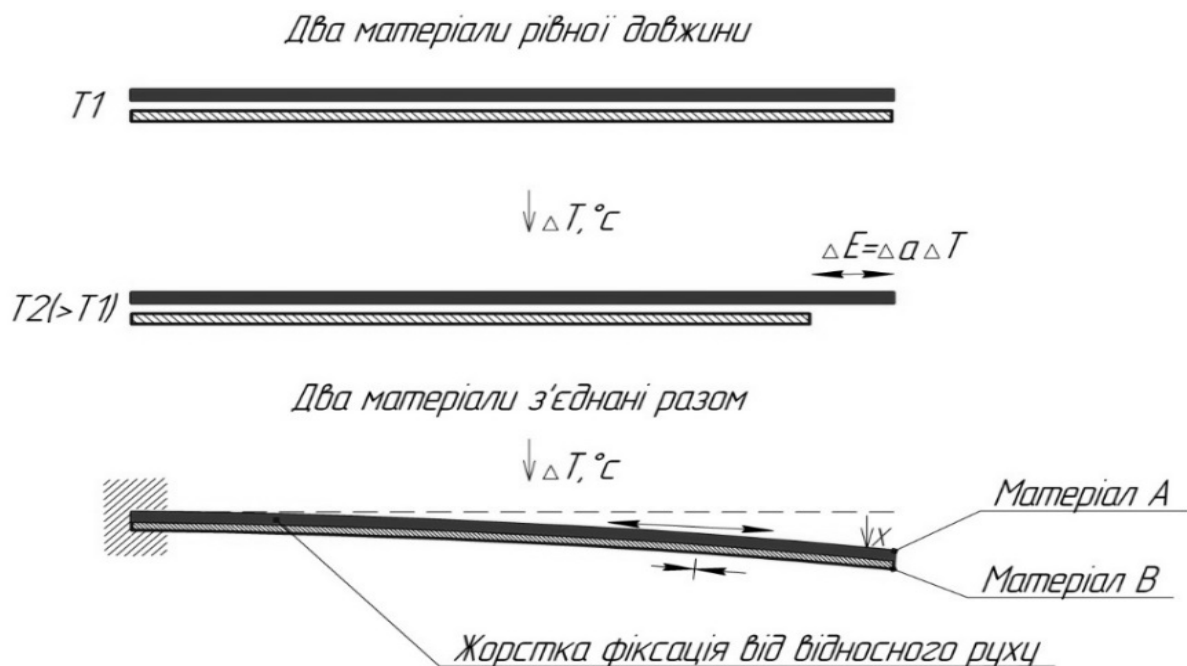


Рис.1. Принцип роботи біметалевої пластини

рідини дроселів потрібно компенсувати зміни в'язкості робочої рідини. Найбільшого розповсюдження набули системи автономної компенсації зміни витрати робочої рідини. В таких системах застосовують автономні приводи, які корегують робочу площу дроселя. Основним типом таких приводів є біметалеві пластини (рис.1) [1, 2,3].

Особливістю таких приводів є здатність вільного активного кінця пластини переміщатися при зміні температури. Це відбувається за рахунок різниці у коефіцієнтах теплового розширення двох металів. Важливо те, що біметалеві приводи мають здатність працювати у широкому температурному діапазоні.

Для визначення параметрів біметалевого приводу, який забезпечує потрібну величину переміщення імітаційного дроселя (площа що утворюється перетином двох кіл) в заданому температурному діапазоні з

врахуванням навантаження запропонована математична залежність. В її основу покладена відома залежність (1), яка дозволяє розрахувати переміщення активного кінця біметалевого приводу при відсутності навантаження.

$$X = R \left[1 - \cos \left(180 \cdot \frac{L}{\pi R} \right) \right], \quad (1)$$

де L – довжина зразка біметалевого приводу, R – величина, що визначається за формулою:

$$R = \frac{(E_1)^2 \cdot (h_1)^4 + 4 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot (h_1)^3 \cdot h_2}{6 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot (h_1 + h_2) \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot (\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \Delta T} +$$

$$+ \frac{E_1 \cdot E_2 \cdot (h_1)^2 \cdot (h_2)^2}{E_1 \cdot E_2 \cdot (h_1 + h_2) \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot (\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \Delta T} +$$

$$+ \frac{4 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot (h_2)^3 \cdot h_1 + (E_2)^2 \cdot (h_2)^4}{6 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot (h_1 + h_2) \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot (\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \Delta T} \quad (2)$$

де $E_{1,2}$ – модуль Юнга матеріалу (індекси «1» та «2» відповідають матеріалам «першого» і «другого» шару біметалевого приводу); $h_{1,2}$ – товщина шару пластини з відповідного матеріалу; $\alpha_{1,2}$ – температурний коефіцієнт теплового розширення шару пластини з відповідного матеріалу; ΔT – різниця між температурами до і після нагріву біметалевого приводу.

Визначено залежність для розрахунку переміщення активного кінця біметалевого приводу при заданому навантаженні (3). Для постійного значення модуля Юнга залежність має вигляд:

$$X_F = R \left[1 - \cos \left(180 \cdot \frac{L}{\pi \cdot R} \right) \right] - \frac{1}{F^*} \cdot R \left[1 - \cos \left(180 \cdot \frac{L}{\pi \cdot R} \right) \right] \cdot \frac{F \cdot L}{h_{nl} \cdot h_m}, \quad (3)$$

де F – задана величина навантаження, h_{nl} – ширина біметалевого приводу, h_m – товщина біметалевого приводу, F^* – питома сила, що розвивається зразком біметалевого приводу (сила, що розвивається біметалевим приводом одиничної ширини, одиничної товщини, та одиничної довжини), яка розраховується за формулою:

$$F^* = \frac{F_{\max} \cdot L_0}{h_0 \cdot h_{m0}},$$

(4)

де $F_{\max}$ – максимальна сила навантаження при якому активний кінець біметалевого приводу при заданому перепаді температур не переміщується, L_0 , h_0 , h_{m0} – довжина, ширина та товщина зразка біметалевого приводу.

В результаті експериментальних досліджень [3] отримано дані лінійного переміщення активного кінця для різних типів біметалевих приводів при їх довжині 110мм (рис.2). Характер переміщення в даному температурному діапазоні має виражений лінійний характер, що дозволяє реалізувати зміну поперечного перерізу дроселі пропорційно зміні температури.

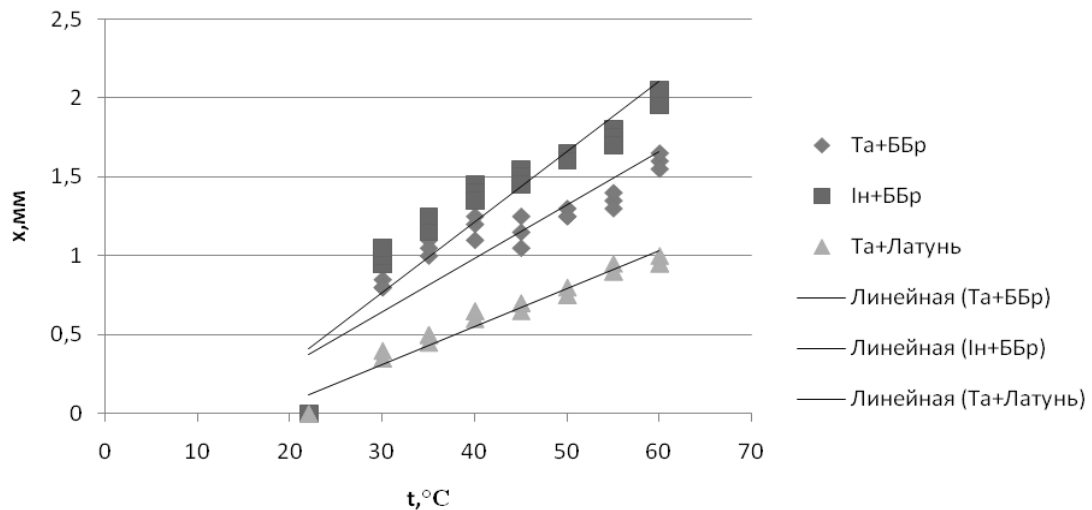


Рис.2. Залежність лінійного переміщення біметалевих приводів від температури

Для точного вимірювання ходу клапану необхідна точна система вимірювання. Так як хід кінця біметалевого приводу співпадає з ходом клапану, то на кінець біметалевого приводу було встановлено індикаційну стрілку, що значно підвищило точність вимірювання.

На наступному кроці було створено експериментальну установку та дослідний зразок термокомпенсаційного дроселю (рис.3). У якості приводного елементу обрано біметал «інвар-берилієва бронза». У якості джерела для підвищення температури обрано промисловий фен, а за допомогою термопари «Овен» фіксувалася поточна зміна температури.

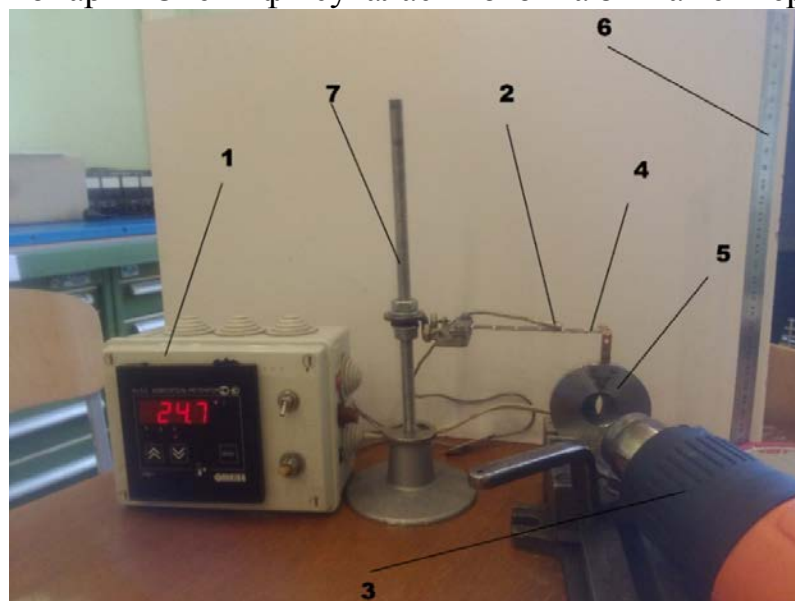


Рис.3. Експериментальна установка для дослідження біметалевого приводного елементу:

(1, 2 – термопара; 3 – джерело тепла; 4 – біметалевий, привод; 5 – імітаційний дросель; 6 – лінійка; 7 – штатив.)

Принцип роботи: заслінки 4, одна з яких виконана у формі кола, інша в формі півмісяця (рис.3), рухаються за принципом ножичного механізму 5 – пантографу, який з'єднаний зі штоком. Шток приводиться в рух біметалевою пластиною 4 через важіль 5. Біметалева пластина переміщається при зміні температури за рахунок різниці у коефіцієнтах теплового розширення різних металів змінюючи при цьому поперечний переріз дроселю 6. В результаті проведеного експериментального дослідження отримано дані зміни поперечного перерізу дроселя від температури та переміщення вихідної ланки (табл. 1)

Таблиця 1.

Результати експерименту

Температура (°C)	Рух вихідної ланки (мм)	Перекидання дроселя(%)
20	0	0
40	1,2	30
60	2,4	60

Висновки. Так як технології створення адаптивних гідравлічних дроселів на основі біметалевих приводів лишатимуться перспективними:

1. Запропоновано схему адаптивного дроселя, в якому за рахунок застосування біметалу забезпечена можливість регулювання робочої характеристики в змінних умовах експлуатації.

2. Створено оригінальну експериментальну установку та дослідний зразок термокомпенсаційного дроселю і досліджено характеристики біметалевих приводних елементів.

3. Запропоноване схемне рішення може бути використане при проектуванні та розробці систем регулювання витрати робочої рідини в залежності від температури та розрахованого закону регулювання.

Бібліографічний список

1. *Болишнянский, А. П.* Гидравлический тракт переменного сопротивления в устройствах амортизаторов / П. Д. Балакин., А. П. Болишнянский // Омський научний вестник. – Омск. – 2007. – № 3 (60). – С. 44-45.
2. *Узунов О. В.* Вплив температурних змін характеристик дроселів на роботу гідравлічного амортизатора, / І. В. Ночніченко, О. С. Галецький, О. В. Узунов // Вісник НТУ “КПІ”. – Київ. – 2009. – № 57. – С. 157-163.
3. *Clyne, TW.* “Residual stresses in surface coatings and their effects on interfacial debonding.” Key Engineering Materials (Switzerland). Vol. 116-117, pp. 307-330. 1996.
4. *Узунов О. В.* Дослідження біметалевого приводу гідравлічного дроселю амортизатора вібраційних коливань / О. В. Узунов, І. В. Ночніченко // Вібрації в техніці та технологіях : Всеукраїнський науково - технічний журнал. - 2011. - N 3. - С. 66-73.

ПРОЦЕС ЗАСТОСУВАННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НОВОГО ДИДАКТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ

Дубовик Л.С., асистент

Болдирєва Л. В., ст..викладач

Демиденко В.В., студент

Нечипорчук В.С., студент

Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається обґрунтування створення нового дидактичного матеріалу для навчального процесу з застосуванням комп'ютерних технологій.*

***Ключові слова:** дидактичний матеріал, перетин поверхонь, 3D моделювання, метод обертання, витягування, орбіта.*

Постановка проблеми. Досвід викладання графічних дисциплін для студентів - першокурсників інженерних спеціальностей змушує констатувати, що останнім часом рівень шкільної базової підготовки з геометрії значно погіршився. Тим більше, що такий предмет як «Креслення», взагалі відсутній у більшості шкіл. Це призводить до труднощів при вивченні таких дисциплін як «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка» і, відповідно, зниженню успішності студентів.

Формування цілей (постановка завдання). Метою публікації є обґрунтування необхідності доповнення традиційних методів навчання новим змістом дидактичних матеріалів і методики викладання графічних дисциплін.

Основна частина. Графічна підготовка студентів інженерних спеціальностей починається на першому курсі з вивченням дисципліни «Нарисна геометрія». Ця наука більшістю студентами сприймається важко, здається їм складною і незрозумілою. Причиною тому є не тільки слабка шкільна підготовка з геометрії, а і недостатньо розвинуте просторове уявлення.

Додає проблем для студентів і викладачів також і скорочення аудиторних годин на графічну підготовку.

Ефективно компенсувати відсутні навчальні години самостійною роботою, як передбачено навчальними програмами, студенти – першокурсники ще не вміють. Відбувається зниження рівня графічної підготовки.

У курсі вивчення «Нарисної геометрії» найбільші труднощі виникають під час виконання розрахунково– графічної роботи на побудову ліній перетину поверхонь. Багато студентів виконують роботу суто

технологічно за алгоритмом побудов, але їм важко уявити перетин поверхонь у просторі.

Допомогою у вирішенні цієї проблеми стає використання комп'ютерних засобів і технологій, впровадження нового дидактичного матеріалу у навчальний процес.

Студентами, які є слухачами науково-технічних кружків, був створений презентаційний матеріал на тему «Перетин поверхонь» у 3D просторі засобами САПР AutoCAD.

Завдання до виконання РГР на побудову ліній перетину поверхонь студенти отримують згідно до варіантів методичної розробки «Інженерна графіка» [1]. Задача полягає в побудові фронтальної, горизонтальної і профільної проекцій лінії перетину трьох поверхонь. (рис.1).

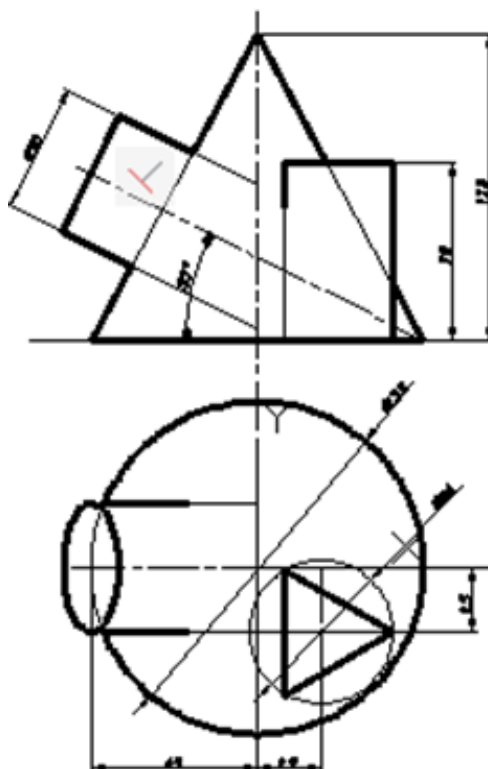


Рис.1

Проекції лінії перетину поверхні обертання (конус або циліндр) із багатогранником рекомендується визначити, використовуючи допоміжні січні площини. Проекції лінії перетину двох поверхонь обертання визначити, використовуючи допоміжні концентричні сфери.

За відсутності у першокурсників достатніх навичок застосування теоретичних знань, отриманих на лекціях і практичних заняттях, до самостійної роботи, побудова лінії перетину поверхонь виконується дуже часто з суттєвими помилками.

Візуалізація тривимірних моделей засобами графічного редактора САПР AutoCAD допомагає студентам у розв'язанні цієї задачі.

На основі вихідного контуру моделей, що перетинаються, були створені просторові моделі.

В залежності від конкретного взаємного розташування геометричних тіл були застосовані різні операції апарату 3-D моделювання [2]: «обертання», «витягування», зміна виглядів та ін.

Застосування різних візуальних стилів та розфарбування дозволяє зробити дуже наочний презентаційний матеріал.

Можливість побачити форму лінії перетину поверхонь під різними кутами зору (рис.2), використовуючи динамічну зміну виглядів, дозволяє студентам мінімізувати помилки при виконанні побудов.

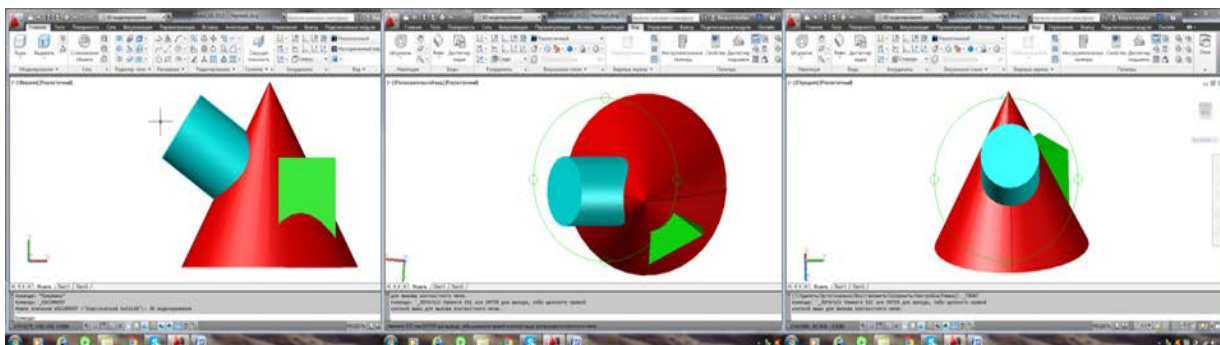


Рис.2

Висновки. Створений презентаційний матеріал допомагає викладачу доступно донести знання до студентів, раціонально використовуючи навчальний час, особливо в умовах скороченого обсягу навчальних годин. Студент має можливість розглянути з усіх боків складну модель у просторі. Це допомагає розвинути просторове уявлення, а самостійна робота стає більш ефективною і більш цікавою.

Бібліографічний список

1. *Макаренко М.Г., Дубовик Л.С., Терехова М.В.* Інженерна графіка. Методичні рекомендації до виконання розрахунково – графічних робіт. – К.: НАУ, 2015. С. 56
2. *Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М.* Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD: навч. посіб.- К.:Каравела, 2008. – С. 335.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКЗОСКЕЛЕТУ СТОПОГОМІЛКИ ТА СТЕГНА

Залевська О. В. к.т.н.

Воробйов О. М.

Мневець А. В. студент

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

Анотація. *Робота присвячена геометричній модернізації моделі екзоскелету голеностопу. Під час травм, рухові можливості людини не можуть проявлятися в повній мірі. В наш час досить велику увагу приділяють розробці механізмів, які завдяки технічним засобам можуть підвищити поріг навантажень на тіло, зробити рухи досконалішими, а тіло витривалішим. Одним з таких механізмів є екзоскелет. Екзоскелет це апарат, що дозволяє підвищити силу людини за рахунок зовнішнього каркасу. Екзоскелет повторює механіку людини, що дозволяє пропорційно збільшити навантаження зусиль при рухах. Робота екзоскелету базується на його математичній моделі. Така конструкція дозволяє збільшити можливості здорової людини, а також допомогти при реабілітації хворим з порушенням опорно-рухового апарату.*

Ключові слова. *моделювання екзоскелету, пошкодження кісток, м'язи.*

Постановка проблеми. Розроблена геометрична модель зовнішнього каркасу дозволяє регулювати тиск на кістку під час руху. Регулювання тиску здійснюється за рахунок часткового виводу пошкодженої кістки з системи руху стопи.

Запропонована модель може застосовуватись при реабілітації після травм кінцівок а також як допомога людям з деформованим або послабленим опорно-руховим апаратом та інше.

Аналіз останніх досліджень. Розглянемо деякі аспекти використання екзоскелету в медицині. В першу чергу це інваліди, тобто люди, що мають обмежені можливості. Якщо інвалідність наступила внаслідок внутрішньої хвороби людини, то за часту, вона сама може вийти на вулицю та за собою слідкувати. Пацієнти з травмами хребта часто залишаються прикованими до ліжка. На допомогу таким людям розробляють медичні екзоскелети, за допомогою яких пацієнт зможе знову встати з ліжка. Медичні екзоскелети кріпляться зовні тіла людини і виконують ті функції, які інвалід виконати не в змозі. Часто такі засоби використовують при переломі хребта. При цьому вертикальне положення тіла та рух виконується автоматично. Особливість екзоскелету

закледається в тому, що він максимально точно повторює всі рухи людини, що виконуються при ходьбі. В деяких випадках, для початку руху достатньо використовувати лише екзоскелет, в інших випадках є необхідним і інші атрибути, наприклад засоби які надають додаткову опору. Така опора необхідна людям, що отримали травму хребта та їх реабілітація протікає досить тяжко. В більшості випадків, такі люди не можуть самостійно сидіти, стояти або ходити. З використанням екзоскелету це є можливим, в деяких випадках людина може, навіть, підніматись по сходах.

Запропонована технологія дозволяє проводити реабілітаційні програми як при хронічному, так і при гострому порушенні опорно-рухового апарату у людей практично будь-якого віку. Головна ціль таких програм – відновлення повної рухової активності. Відновитись вона зможе при обробці мінімальної кількості нервових імпульсів та при ініціалізації руху кінцівок. Така реабілітація допомагає не тільки відновити втрачені навички, але й відновити роботу практично всіх органів та систем, включаючи тазові органи, серце та судини, м'язи, кістки та інші. Така увага викликана можливістю різних ускладнень в процесі реабілітації, в яких необхідна допомога лікаря [3]. Сучасні розробки медичних екзоскелетів спрямовані на допомогу інвалідів, щоб вони були менше залежні від своїх фізичних особливостей [4].

Тема екзоскелету є одним з новітніх напрямків розвитку людства, але потребує уточнення деяких медичних термінів з області біомедичної інженерії та анатомії людини, таких як скелет, робота м'язів та кісток, амплітуда руху нижніх кінцівок, а також деякі питання сучасного дослідження матеріалознавства та виготовлення деталей конструкцій.

Формування цілей (постановка завдання). Головною метою роботи є створення удосконаленої моделі екзоскелету голени стопи для процесу реабілітації опорно-рухового апарату. Завданням роботи є удосконалення існуючої моделі екзоскелету за допомогою зовнішнього каркасу (умовній заміні пошкоджених кісток).

Основна частина. Основою скелету є кістки, які в свою чергу слугують точкою прикладання м'язів, тобто кістки грають роль важелів до яких приєднані м'язи, які приєднуються до кісток за допомогою зв'язок. При переломі роль кістки, як важеля втрачається, оскільки немає опори, кістка переміщується, що призводить до сильних больових відчуттів (рис. 1). Фази руху при звичайному пересуванні людини кроком та м'язи, які використовуються при цих фазах представлені на схемі (рис.2).

Для виготовлення даного пристрою необхідні міцні, пружні матеріали, в недорогій ціновій ланці. Пристрій планується для застосування в широкій аудиторії, тому він повинен бути практичним та не дорогим. Цим критеріям відповідають сучасні полімерні матеріали.

В основі каркасу (як опори) слід використати метал, відштовхуючись від міцності алюмінію та більш міцні матеріали, щоб забезпечити його працездатність визначену терміном реабілітації пацієнта. Для виготовлення деталей в промисловому масштабі передбачено використання прес-форм. Все це забезпечує практичність, довговічність та доступність пристрою.

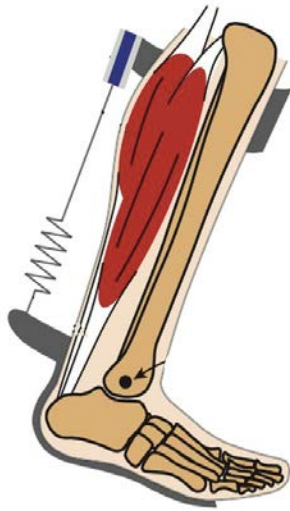


Рис. 1. Модель зовнішнього каркасу [2]

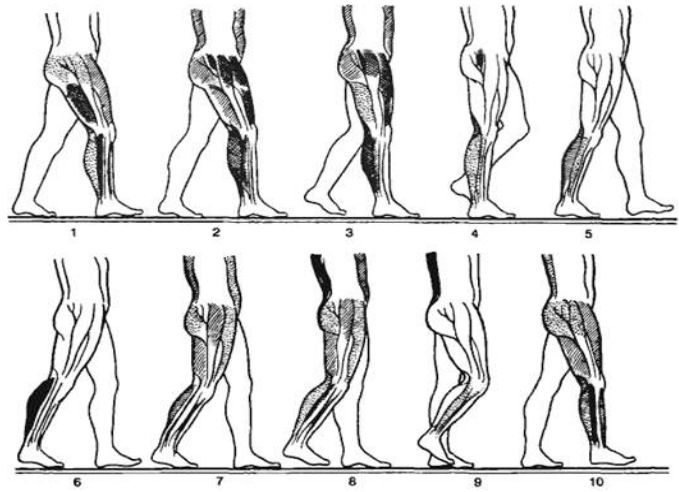


Рис.2 Схеми прикріплення м'язів до кістки

Аналіз існуючої базової моделі, з точки зору практичності та ергономічності конструкції приводить до необхідності її суттєвої модернізації, як з боку геометричної складової моделі так і з боку подальшої стабілізації голеностопу з метою полегшення проходження пацієнтом періоду реабілітації. На рис. 3 представлено пропозицію моделі такої конструкції.

Зменшення навантаження на кістки та м'язи під час руху та стабілізація голеностопу досягається за рахунок точної та міцної фіксації суглобів (1,2) за допомогою роlikової фіксації в області черевика (2а), блоком фіксації колінного суглоба (1а), який виконано з гнучкого пластику та наявністю гумових фіксаторів в ключових місцях опори апарату. Для стабілізації використано двосторонній каркас з регуляторами видовження (3), (4) за допомогою яких можна відрегулювати тиск на кістку під час руху (частково знімаючи навантаження під час руху), а пружина (5) в свою чергу зменшує зусилля м'язів на розгинання суглаву (2). Згинання суглаву також не потребує великого зусилля, адже відбувається за рахунок ваги власного тіла. Система парних пружин (5) працює за таким же принципом. Зауважимо, що доцільно замість пружин використовувати гумові пружні троси, що збільшить витривалість конструкції. Передбачено, що пружина (5а) має регулятор жорсткості для полегшення налаштування апарату.

Для збільшення зносостійкості екзоскелету доцільно використовувати вакуумний поршень. З'єднання (а) і (б) розташовані на одній лінії. Така конструкція виконує роль важеля. Жорсткість пружин варто підбирати виходячи з максимально дозволеного рівня навантаження на травмовану область та відчуттів пацієнта. Після аналізу конструкції екзоскелету було висунуто припущення, що за допомогою даної конструкції можна вирівнювати або підтримувати деформовані кістки (як пластинкою для зубів). Вдосконалена модель працює за таким же принципом, що і існуючий екземпляр, але парна лінія опори замінена одинарною.

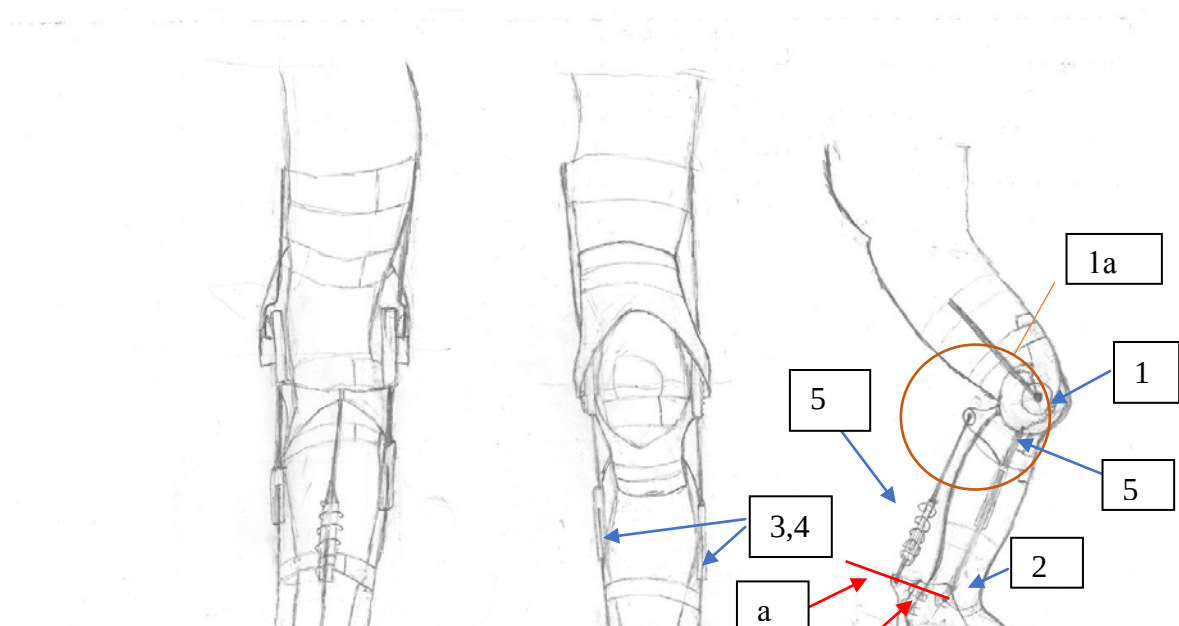


Рис. 4 Удосконалена модель екзоскелету



Рис.3 Первинна концепція екзоскелету стопогомільки.

Фіксатори (1) виконані з гнучкого пластику, що робить фіксацію більш жорсткою та надійною (рис.4). Конструкція розроблялася з метою пост-травматичної реабілітації пацієнта, полегшення рухів при вроджених дефектах руху, хронічних ушкоджень. Сутність роботи механізму заклечалася в заміні, або значного зменшення навантажень на суглоби кістки і м'язи. Конструкція цілком механічна, а отже не потребує електронних компонентів, які треба підзаряджати та уникати електричних полів, що робить екзоскелет практичним. З точки зору областей застосування даний прототип екзоскелету можна застосовувати в багатьох областях, в яких його функціонал є корисним наприклад при довгих та віддалених від цивілізації мандрюваннях, коли

дана модель може цілком замінити палицю або шину, яку накладають при переломі, при цьому людина зможе пересуватися без шкоди власному організму (можливо з використанням знеболюючих, якщо це серйозний перелом). А також використання в воєнних цілях (даний екзоскелет зможе допомогти пораненій людині покинути поле битви або завершити її). Та звисно застосування в медичних цілях.

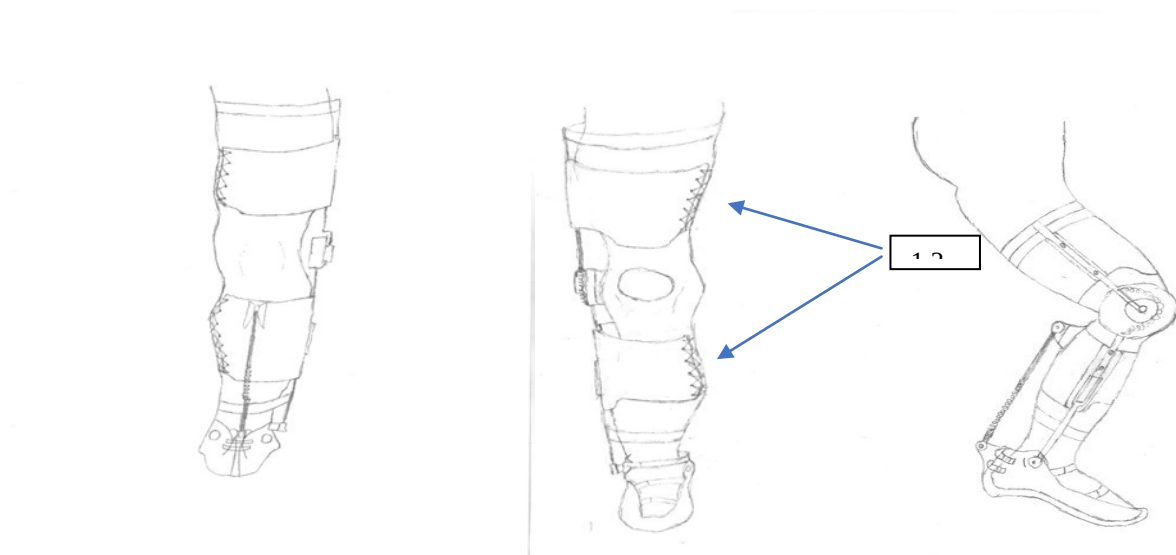


Рис.4 Удосконалена модель екзоскелету

Висновки. Геометрична модель запропонованої конструкції відрізняється від існуючої більшою гнучкістю, з точки зору кінематики та діапазону її використання та налаштування особисто для кожного пацієнта в залежності від клініки хвороби. Це досягається за рахунок зміни окремих елементів конструкції. Цінова доступність апарату визначається використанням відповідних матеріалів.

Бібліографічний список

1. Ковальчук А.К. Основы теории исполнительных механизмов шагающих роботов /А.К. Ковальчук, Б.Б. Кулаков, Д.Б. Кулаков, С.Е. Семёнов, В.В. Яроц – М.: изд.-во «Рудомино», 2010. - 170 с.
2. Привеса М.Г. Анатомия человека: Учебник. / А.К. Ковальчук. – М.: «Медицина», 1985. – С. 126-139
3. <http://www.raqwe.com>
4. <http://www.studfiles.ru/preview/1713634/page:4>

ОСОБЛИВОСТІ БІОЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОТЕЗІВ РУК ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ

Забіло Я.С., студент,

Воробйов О.М., ст. викладач,

Голова О.О. к.т.н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, Київ)

***Анотація** – в статті розглядаються питання про використання біоелектричних протезів. Також у статті наводяться їх переваги та недоліки, на основі яких розглядається перспектива та доцільність застосування різних видів біоелектричних протезів.*

***Ключові слова** – біоелектричний протез, біонічна рука, дизайн біонічної руки.*

Постановка проблеми. Метою даної статті є оцінювання переваг і недоліків біонічних протезів, а також виявлення перспектив розвитку, вдосконалення та їх застосування.

Формування цілей. Дослідити особливості різних видів біоелектричних протезів рук та перспектив їх розвитку.

Основна частина. Сучасні протези верхніх кінцівок повинні відновлювати втрачені функції пальців, кисті, рук. Біоелектричний протез дає можливість захоплювати і утримувати необхідний предмет. Це дозволяє людині користуватися ручкою, виделкою, телефоном, здійснювати більш тонкі рухи, тобто функціональна здатність цих пристроїв на пряму зв'язана з їх конструктивним виконанням. Але однією з вимог є також економічність їх виробництва.

Не всі біоелектричні протези у повній мірі відповідають цим вимогам, тому проблемою даної статті стало вивчення біоелектричних протезів з точки зору вимог, які пред'являються до сучасних протезів.

Новітні протези, які замінюють втрачені частини людського тіла та перевершують їх за певними характеристиками, дизайном форми та геометрією рухів - це найактуальніша тема сучасності.

Технології виготовлення біонічних протезів використовують двигуни і мікропроцесори, що дозволяють користувачеві отримувати відчуття, близькі до відчуттів реальної руки.

Біонічна рука працює на електричних імпульсах, отриманих від м'язів ампутованої руки. Електричні імпульси переміщують протез в потрібну позицію.

Розглянемо види біоелектричних протезів верхніх кінцівок.

Можна виділити наступні головні види протезів:

1. Bebionic - рука-протез, створена для можливості здійснювати ампутованими кінцівками щоденні справи, які працездатні люди можуть приймати як належне. Вони включають в себе прийняття їжі, пиття води, письмо, друк на клавіатурі, відкривання ключем замка і підняття маленьких предметів. Розроблена в Великобританії, біонічна рука виготовляється «RSL Steeper» і доступна всьому світу. (Рис. 1. Протез Bebionic).



Рис. 1. Протез Bebionic.

2. I-LIMB ULTRA REVOLUTION - представлений компанією «Touch Bionics» представила перший біоелектричний протез руки, що вийшов в серійне виробництво. Протез здатний відтворювати 24 основних дій кінцівки, включаючи поворот кисті та захоплення пальцями будь-якого предмета відповідно до його габаритів. На даний момент i-limb доступний



Рис. 2 I-LIMB ULTRA REVOLUTION

В декількох модифікаціях, що дозволить людям вибирати функціональність біонічної руки, а також - тип програмного забезпечення. Також, рука підтримує управління за допомогою додатка для смартфона I-LIMB ULTRA REVOLUTION (Рис. 2).

3. DEKA Arm 3 - біонічний протез руки, керований біоелектричними сигналами. Створено в США фірмою DEKA Research & Development Corporation в 2014 році.

Протез складається з електричного акумулятора або батареї, десяти електричних приводів, що забезпечують згинання і повороти в плечовому, ліктьовому суглобах і зап'ясті, а також захоплення (привід є в кожному пальці), вбудованого комп'ютера для обробки сигналів з датчиків і узгодження роботи електроприводів, датчиків для зворотного зв'язку, мікроелектричних датчиків, що кріпляться до культі пацієнта і передають сигнали на вбудований комп'ютер, керуючий електричними приводами. (Рис. 3 Протез DEKA Arm 3).



Рис. 3 Протез DEKA Arm 3

4. Bionic Hand – біонічний протез, який дає змогу відчувати різні ступені тиску пальцями. Досягти таких результатів дослідникам з Швейцарської вищої технічної школи Цюріха (ETHZ) вдалося завдяки застосуванню поряд з протезом абсолютно нового імплантованого пристрою, який забезпечує зворотний зв'язок з нервами в руці людини.

Дослідникам вдалося створити протез, який може не тільки отримувати сигнали від мозку, але і передавати йому тактильні відчуття.

Для того щоб забезпечити зворотний зв'язок між протезом і залишками нервів в руці пацієнта, дослідники хірургічним шляхом помістили в ліктьовий і серединний пучки нервів спеціальні електроди. Таким чином, значення фіксується кінчиками пальців протезу, де містяться спеціальні сенсори, та трансформується в електричні сигнали, які надходять на імплантовані електроди, останні в свою чергу безпосередньо взаємодіють з нервовою системою пацієнта. Рис. 4 Протез Bionic Hand.



Рис. 4 Протез Bionic Hand.

Висновки. Протези рук з біоелектричним керуванням забезпечують на сьогоднішній день у більшості випадків протезування з найвищим рівнем реабілітації. Він поєднує у собі косметично бездоганий зовнішній вигляд зі значним зусиллям схвата і швидкістю його здійснення, а також реалізує багато можливостей чи комбінацій розширення функцій, значно ускладнює геометрію руху. При використанні мікроелектронної технології біоелектричні протези рук діють більш ефективно. Останні модифікації біоелектричних кистей мають у пальцевій зоні спеціальні сенсорні датчики, що контролюють зусилля захоплення предмета.

Бібліографічний список

1. <http://www.prosthesis.com.ua/ua/poslугy/protezuvannja/verhnih-kincivok>

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Збронський О.Г., студент,

Голова О.О., к.т.н.,

Бакалова В.М., к.т.н.,

Юрчук В.П., д.т.н.

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

Анотація – розглядається новий принцип конструювання покращеного пристрою для викопування коренеплодів.

Ключові слова - сільськогосподарський, коренеплід, рихлення, опукла форма, рух пристрою, розпушувальні ножі.

Постановка проблеми. Модель кореневикопувального пристрою з прямим переднім ножем, яка призначена для викопування коренеплодів, рихлення та очищення від ґрунту, є нераціональною при роботі з великими плодами сферичної або яскраво вираженої опуклої форми. Також вона є не ефективною в засушливі періоди збору врожаю.

Формування цілей. Метою даних досліджень є замінити прямі передні ножі на заокруглені. Тим самим забезпечити підвищення продуктивності викопування, зменшення можливості травмування коренеплодів переднім ножем для рихлення ґрунту.

Основна частина. Для даного пристрою насамперед була поставлена мета зменшити кількість пошкоджених коренеплодів у ході їх викопування з ґрунту змінивши форму передніх ножів. А також була внесена характерна особливість, а саме, клиноподібна форма нижньої частини розпушувального ножа для легшого занурення в ґрунт на робочу глибину.

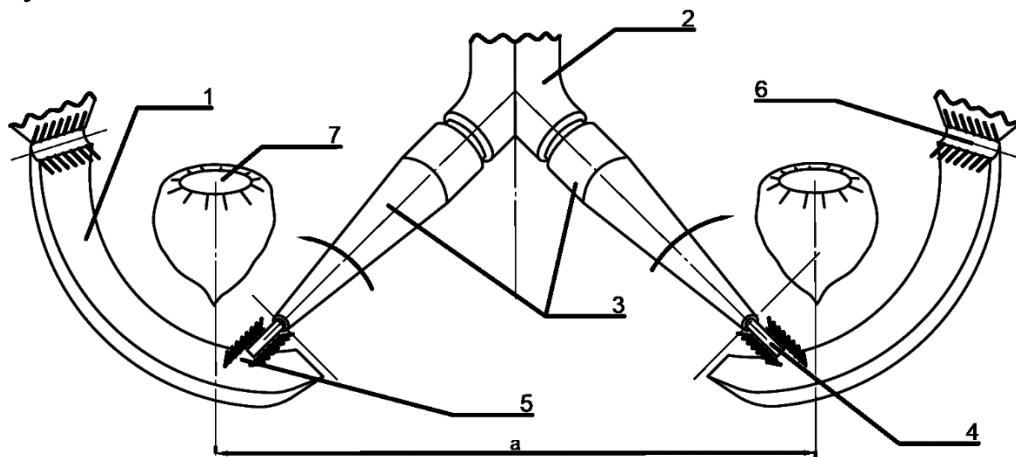


Рис.1 Схема розміщення коренеплодів

На рис.1 зображено вид спереду коренеплодовикопувального пристрою.

Коренеплодовикопувальний пристрій складається розпушувальних ножів 1, нахилених під тупим кутом у горизонтальній та вертикальній площинах до напрямку руху пристрою, і вилчатого копача 2, до складу якого входять ротори 3, які в свою чергу обертаються у зворотному один від одного напрямках. Розпушувальні ножі встановлені на носках 4 роторів за допомогою шарнірів 5. Причому одним кінцем ніж розташований у зоні осі рядка коренеплодів, а другий кінець закріплений за допомогою шарніра на рамі машини, який встановлюється у паз 6. Дана конструкція дозволяє більш раціонально підходити до збору врожаю, оскільки за один прохід машини охоплює одразу два рядка коренеплодів, на відміну від її аналогів.

Коренеплодовикопувальний пристрій працює наступним чином: під час руху машини поміж осей рядків коренеплодів 7 розпушувальні ножі 1 і вилчатий копач 2 заглиблюють на робочу глибину і вирізають ґрунтовий шар. Винесені вперед розпушувальні ножі 1 при заглибленні в ґрунт утворюють не тільки мережу поперечних збіжних тріщин сколу до осі рядка, а й утворюють автоколивальні дії на вирізаний пласт ґрунту з розміщеними в ньому коренеплодами 7. Автоколивальні дії пояснюються обертанням роторів 3 на носках 4, на яких розташовані ножі 1. Підсиленню автоколивальних рухів сприяє консольне розміщення розпушувального ножа 1.

Висновки. Шляхом зміни геометричної форми досягли:

- 1) Зменшення пошкодження коренеплодів, що покращує їх урожайність.
- 2) Значно менші енергозатрати при опусканні пристрою на робочу глибину на ділянках з твердим ґрунтом.
- 3) Ножі оминають коренеплоди якомога ближче, зменшуючи шар землі на них, що полегшує та прискорює збір врожаю

Бібліографічний список

1. Юрчук В.П. Методические указания по геометрическому моделированию поверхностей выкапывающих рабочих органов корнеуборных машин.: –КПИ, 1990. С.52.
2. Павлов А.В. , Надкернична Т.М. , Яблонський П.М. Використання математичних моделей при конструюванні коренезбиральних машин // Праці таврійської агротехнічної академії. –Мелітополь. –2000. –Вип.4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. –Том 11, -с.39-43.
3. Корабельский В.И. Обоснование формы и параметров почвообразующих органов с помощью геометрического моделирования основных технологических требований: Дисертация доктора техн. Наук по специальности 05.05.01 «Механизм с.-х. производства».- Челябинск, 1988.- с.506.

ПОКРАЩЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ КОНСТРУКЦІЇ РОТАЦІЙНОГО ПЛУГА

Ковальов Р.В., студент,

Колосова О.П., к. т. н.,

Юрчук В.П., д. т. н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – в даній статті розглядається модернізація окремих елементів ротаційного плуга з горизонтальною віссю обертання та П-подібними різальними ножами. Модернізована модель пристрою відрізняється від своїх аналогів тим, що транспортувальні робочі пластини плуга виконані у вигляді гвинтових секційних ножів. Дана модернізація передбачає покращення кришення ґрунту та меншому забиттю елементів плуга рослинними рештками.*

***Ключові слова** – ротаційний плуг, гвинтоподібні секційні ножі, кришення ґрунту, рослинні рештки, циклоїдальна дуга, пластини кріплення, ґрунтовий моноліт, складові ділянки.*

Постановка проблеми. Одним з недоліків ротаційного плуга під час застосування є часткове забиття конструкції ротаційного плуга рослинними рештками, а також невисокий рівень подрібнення ґрунту в процесі роботи пристрою.

Аналіз останніх досліджень. Проблемою ротаційного плуга є ненадійність конструкції пристрою яка обумовлена тим, що зменшення продуктивності пристрою відбувається через забиття ножів рослинними рештками в процесі роботи [1].

Формулювання цілей (постановка завдання). Модернізувати ротаційний плуг шляхом удосконалення геометрії елементів конструкції, щоб під час застосування приладу за призначенням вдалося досягти кращого кришення ґрунту різальними ножами, а також зменшити забиття ротаційного плуга рослинними рештками.

Основна частина. Відомо декілька моделей ротаційного плуга, конструкція яких майже однакова [2]. Але шляхом модернізації окремих елементів пристрою вдалося значно покращити деякі його властивості, які проявляються під час його застосування. В даному випадку модернізація прийшла на робочу транспортувальну пластину з П-подібними різальними ножами, а саме наданню транспортувальним пластинам вигляду гвинтових секційних ножів.

Ротаційний плуг (рис.1) складається з вмонтованого в раму (1) привідного барабану (2) з горизонтальною віссю обертання та закріплених на ньому кріпленнями (3) секційних ножів П-подібної форми (4) з транспортувальними робочими пластинами (рис.2).

Для запобігання виходу пристрою з робочого стану під час його використання при обробці важких ділянок землі та контакту з кореннями чи іншими перешкодами, які можуть випадково знаходитися в ґрунті, товщина транспортувальної пластини складає від 15 до 20 мм. Занадто велика товщина даного елемента може негативно впливати на якості пристрою під час роботи.

Передня частина пластини містить різальний ніж, який гостро заточений. Для полегшення навантаження на кріплення, ніж має більшу довжину, в порівнянні з пластиною. Цим досягається розрізання ґрунту ножем на ширину кріплень.

В свою чергу, кріплення розташовані на деякій відстані від ножа та заточені спереду у зовнішню сторону. Кріплення не заточується на внутрішню сторону, щоб пластина кріпилася до рівної поверхні.

В поперечному перерізі пластина має форму циклоїдальної дуги, що полегшує її просування в ґрунтовому шарі. Завдяки цьому пластина легше поглиблюється в ґрунт та краще виходить з нього, [3].

Подібно до фрези, вона входить в ґрунт своєю поверхнею поступово, передньою частиною під певним кутом до свого напрямку переміщення, а не одразу на всю свою ширину. Це полегшує навантаження на конструкцію пристрою. І в розгорнутому вигляді вона має трапецієподібну форму.

Задня частина пластини має розподіл на декілька ділянок. Один із двох крайніх кутів секційних ділянок відігнутий вгору на невелику висоту, завдяки чому даній ділянці надається форма гвинтової поверхні.

Пластина кріпленнями приєднується до барабана так, щоб ножі входили в ґрунт під малим кутом та були направлені до поверхні ґрунту по дотичній.

Самі точки, які розміщені на поверхні ротаційного плуга, переміщуються за наступним рівнянням:

$$x = V + R \cdot \cos \omega t;$$

$$z = R \cdot \sin \omega t$$

Опис роботи пристрою. Привід від гідромотора чи від вала з потужністю різної дії, обертає барабан з вмонтованими на ньому кріпленнями, до яких приєднані різним способом транспортувальні робочі пластини.

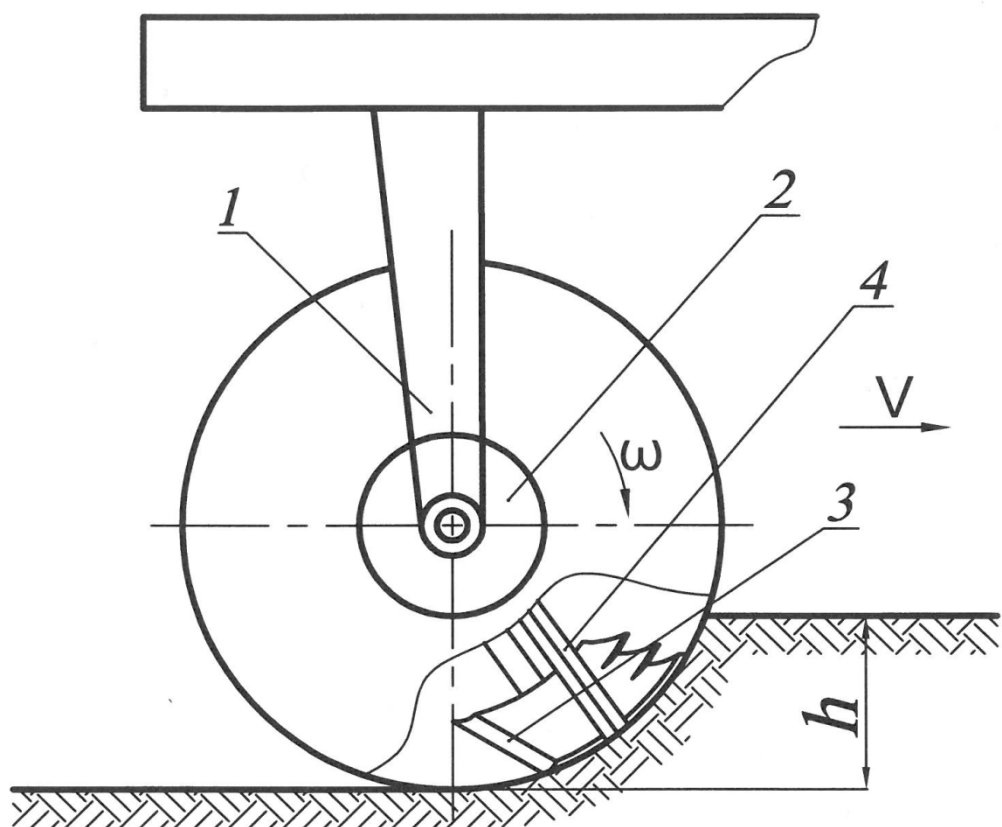


Рис.1. Схема функціонування пристрою, (вигляд збоку).

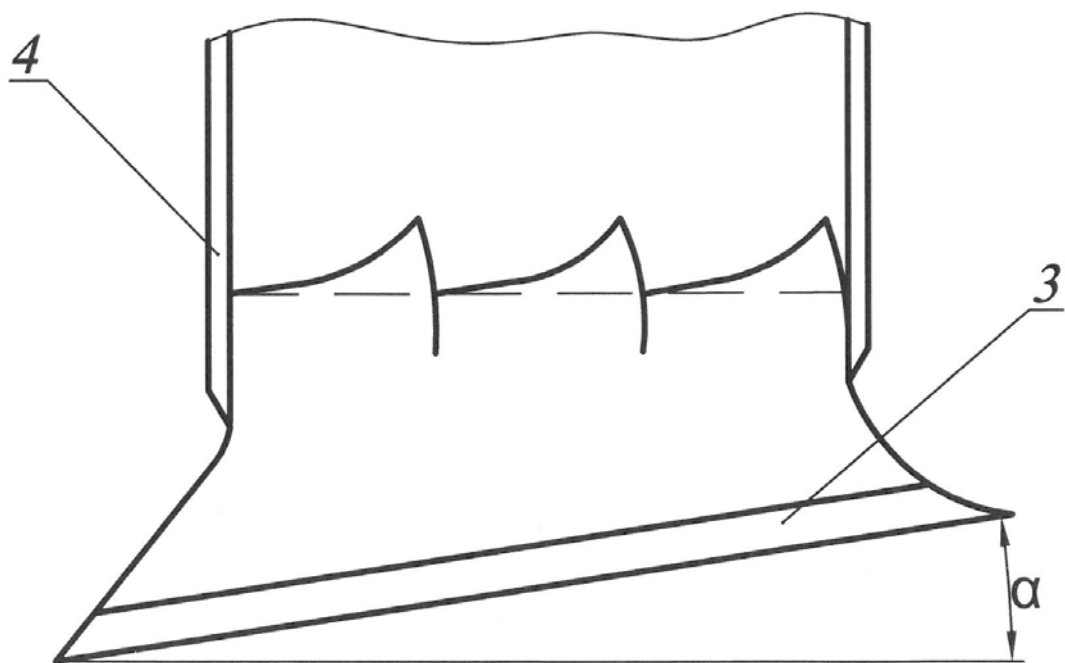


Рис.2. Геометрична схема секційних ножів, (вигляд спереду).

При обертанні ротаційного плуга, різальний ніж загостреною частиною зрізає пласт ґрунту. Далі зрізаний ґрунт потрапляє на робочу пластину плуга та просувається по її поверхні. Земля, яка знаходиться на краях пластини, зрізається також загостреною частиною кріплень.

Крім того, дана форма загострених кріплень в передній їх частині покращує властивості обтікання ґрунту. Це зменшує забиття ґрунтом і рослинними рештками даної ділянки робочої частини плуга.

Потрапивши на гвинтоподібну ділянку, ґрунт і рослинні рештки ріжуться і подрібнюються гвинтоподібними секційними поверхнями. Подрібнені рослинні рештки, потрапивши у даному вигляді в оброблену землю, є гарним органічним добривом.

Максимальна глибина входження пристрою в ґрунт дорівнює відстані h від маточини до найвіддаленішої від осі точки на пластині.

Висновки. Завдяки модернізації робочих пластин ротаційного плуга вдалося покращити продуктивність пристрою та покращити якість обробітку ґрунту, а саме:

- розділити ґрунтовий моноліт на кілька складових оброблюваних ділянок, кожна з яких характеризується своєю траєкторією;
- зменшити забиття конструкції ротаційного плуга рослинними рештками;
- розділити рослинні рештки роздрібнивши їх на менші частини, що дає змогу використовувати їх для покращення родючості ґрунту у вигляді органічного добрива.
- зменшити навантаження на конструкцію пристрою під час його роботи.

Бібліографічний список

1. *Войтюк В.О.* Конструювання ротаційного плуга / В.О. Войтюк, Н.В. Михлевська, В.П. Юрчук // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених». — Київ, 2016. — с. 50 — 52.
2. Патент Росії № 2051548, А 01 В 9/00, від 10.01.1996 р.
3. *Юрчук В.П.* Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин./В.П. Юрчук, А.Ф. Завгородний, В.И. Кравчук; под ред. д-ра техн. наук, акад. УААН Л.В. Погорелого, - К.; Аграрна наука, 2014.-240с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ЛЕМЕХА ДЛЯ РИХЛЕННЯ ҐРУНТУ

Ковальчук В.П., студент,

Парахіна Н.А., ст. викладач,

Юрчук В.П., д.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – в даній статті досліджується питання із вдосконалення геометричної форми землеоброблюваного лемеха шляхом створенням гвинтових робочих ділянок, завдяки чому підвищиться якість рихлення ґрунту, оскільки під час оброблення він буде розділятися на окремі ділянки.*

***Ключові слова** – лемех, рихлення ґрунту, робоча поверхня, гвинтова робоча поверхня, робочий орган, ріжуча кромка, верхній шар, рослинні рештки, окремі ділянки, та переміщатись по гвинтовій поверхні.*

Постановка проблеми. Кожен історичний етап розвитку сільсько-господарського машинобудування характеризується вдосконаленням того чи іншого геометричного підходу до методів конструювання знарядь праці. Особливо на сучасному періоді це питання є як ніколи актуальним.

Так як Україна є аграрною державою, будь-яке поліпшення методів конструювання сільськогосподарської техніки як знарядь праці є особливо важливим. Однією із основних умов збільшення врожайності є відповідна обробка ґрунту, а саме його рихлення. Тому для підвищення цього показника ми пропонуємо вдосконалення геометричної форми землеоброблюваного лемеха, а саме його робочої поверхні.

Аналіз останніх досліджень. В основу вдосконалення конструкції лемеха для рихлення ґрунту поставлена задача конструювання нового ґрунтообробного знаряддя шляхом впровадження в його основу гвинтової робочої поверхні. За рахунок цього значно підвищиться ступінь очищення робочої поверхні та якість рихлення оброблюваної ділянки.

Формулювання цілей. В даний час для сільськогосподарської галузі є певна проблема досягти потрібної якості рихлення ґрунту. Є кілька способів вирішення даного питання, одним із них користуються й в теперішньому часі. Цей спосіб передбачає необхідність обробити землю бороною після її попередньої обробки плугом, що не завжди забезпечує жаданий результат. Другий спосіб полягає в використанні вдосконаленого лемеха, на який направлені дослідження сучасних науковців. Проте в

сучасній практиці конструювання робочих поверхонь в основному використовуються експериментальні методи. Ці методи здійснюються на підставі багаторазових випробовувань нових зразків знарядь, що займає багато часу і великих матеріальних затрат. Тому розробка теоретичних методів конструювання робочих поверхонь може істотно спростити процес вдосконалення, який обмежиться лише теоретичними дослідженнями та наступними випробуваннями з меншими матеріальними затратами.

В сучасній сільськогосподарській галузі є певний недолік, який пов'язаний із традиційним способом мислення щодо вдосконалення і розробки нових землеоброблювальних знарядь. За основу беруться вже застарілі зразки техніки, які є не дуже ефективними. Але можливо слід шукати перспективу у зовсім нових видах знарядь, ретельніше досліджувати агротехнічні процеси, ефективний вплив ґрунту на певне знаряддя, його методи конструювання, збільшуючи при цьому кількість принципово нових типів робочих поверхонь.

В даний час перед науковцями стоїть питання зі створення нових типів робочих органів ґрунтообробних машин, які забезпечать насамперед вищу якість обробки ґрунту, що в, свою чергу, призведе до покращення врожайності. Тому головною ціллю даної роботи є вдосконалення конструкції землеоброблювального лемеха, що дозволить поліпшити якість оброблюваного ґрунту з метою збільшення врожайності.

Основна частина. Робочий орган для рихлення ґрунту, що розглядається і вдосконалюється, містить закріплений на стійці (1) одним кінцем (2) лемех із робочою поверхнею подвійної кривини (3) і гвинтовою ріжучою кромкою (4), (рис.1). Частина лемеха зі сторони кріплення загнута ввєрх і має нахил вперед. При роботі така поверхня покращує рихлення верхнього шару ґрунту, в якому містяться рештки коріння та деяких рослин, а нахил вперед усуває їх зависання і сприяє більш активному сходженню рослинних решток із гвинтової ріжучої кромки (4).

Основною інновацією даних досліджень є те, що робоча поверхня є не суцільною металевою пластиною, а складеною із кількох гвинтових металевих частин (5) які відігнуті в сторону оброблюваного ґрунту. Таким чином можна сказати, що пристрій буде мати декілька робочих поверхонь (залежно від кількості пластин), кожна з яких має у своїй побудові та взаємно перпендикулярних напрямках протилежну кривину, тобто має сідловидну форму, що при обробці дозволяє інтенсивно деформувати і руйнувати пласти ґрунту за рахунок змінного впливу форми поверхні, після чого шматки пласту будуть проходити через загнуті металеві пластини і подрібнюватись на менші за габаритами.

Використання даного лемеха дозволяє отримати поліпшену структуру оброблюваного ґрунту, та відповідно підвищити його врожайність в порівнянні з іншими структурами.

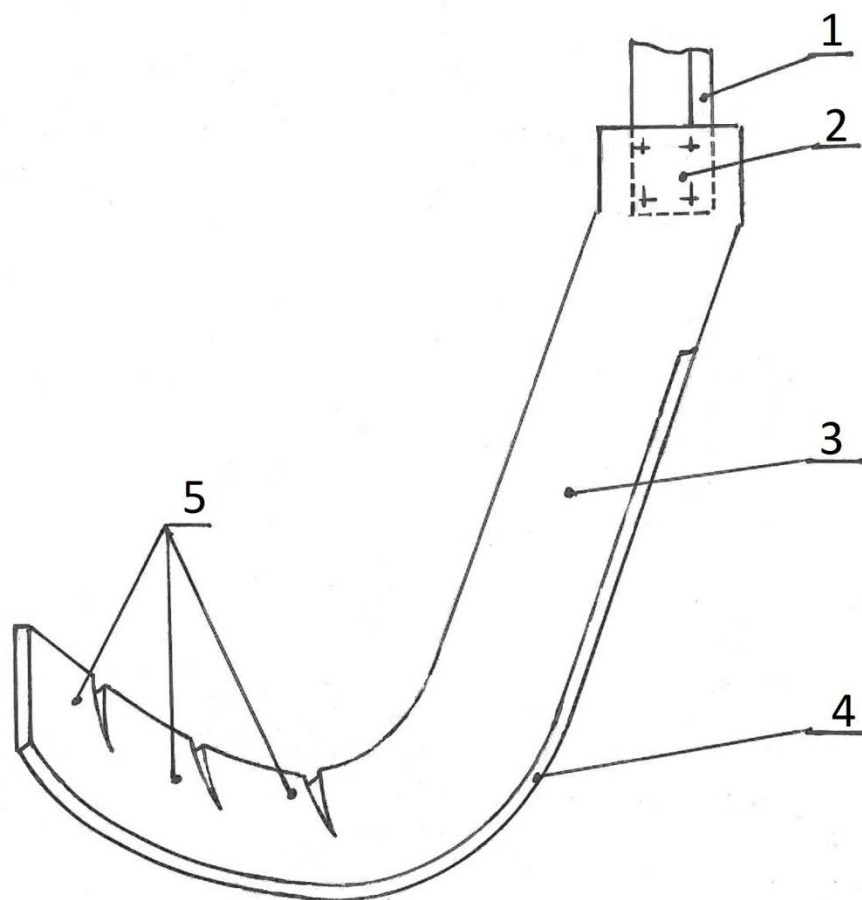


Рис.1. Лемех для рихлення ґрунту, вид збоку.

Висновок. Таким чином розроблений пристрій дозволить отримати:

- 1.Заданий ступінь подрібнення пласту ґрунту без використання борозни.
- 2.Розділити оброблювану поверхню на кілька частин.

Бібліографічний список

- 1.Босой Е.С., Верняев О.В., Смирнов И.И., Султан-Шах Е.Г. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. М: Машиностроение,1977-568с.
- 2.Горячкин В.П. Земледельская механика. Собр. Соч. В 3-хт. М.Колос,1965.-Т.1-282с.
- 3.Завгородний А.Ф., Кравчук В.І., Юрчук В.П., Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин.-Киев.:Аграрна наука, 2004.-240с.

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГИЧКОРІЗА ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ НОЖА ПАРАБОЛІЧНОЇ ФОРМИ

Козловський А.Г., студент,

Бакалова В.М., к.т.н.,

Юрчук В.П., д.т.н.

Національний технічний університет України,

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – у роботі наведено унікальну форму ножа гичкоріза, описано принцип його роботи та наведено переваги у використанні.*

***Ключові слова:** ніж гичкоріза, лезо, заточка.*

Постановка проблеми. В даний час шлях пошуку геометричної форми оптимальних ножів для зрізування гички є актуальним питанням в сфері сільського господарства. Справа у тому, що багаторазове зрізання гички спричиняє затуплення робочого інструменту, що потребує його заміни або пере заточення. Цей процес вимагає значної трати часу, а також матеріальних затрат.

Мета. Тому в основу написання даної статті покладена задача вдосконалення конструкції ножа гичкоріза шляхом виконання ножа такої геометричної форми, яка дозволить швидко здійснити перезакріплення робочого інструменту при необхідності у будь-який час та значно збільшити термін його експлуатації.

Основна частина. Ніж гичкоріза відноситься до галузі сільськогосподарського машинобудування і застосовується в сільськогосподарських машинах для зрізання гички цукрових буряків та інших коренеплодів.

Розроблена конструкція ножа гичкоріза має параболічну форму робочої поверхні із двома заточками, що робить робочий інструмент легким та зручним у використанні.

Заточені робочі леза розташовані на краях ножа з двох протилежних кінців, що дозволяють при затупленні одного з них переставляти його симетрично відносно повздовжньої осі на інший бік.

На рис.1 показано вид зверху ножа гичкоріза, на рис.2 – вид збоку робочого ножа у розрізі, та на рис.3 – форму ножа в перерізі А-А.

Ніж встановлюють та закріплюють у спеціальний пристрій, який приводиться в дію пристроєм для обробітку землі - культиватором чи трактором.

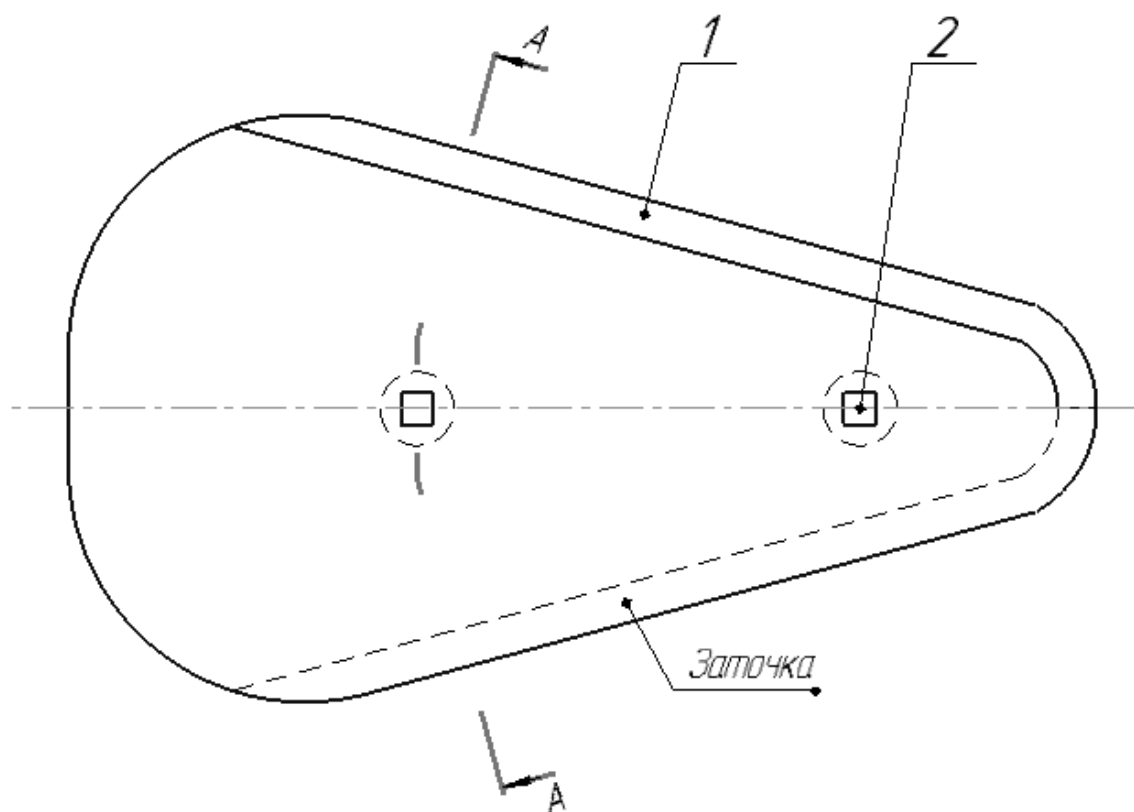


Рис.1. Ніж гичкоріза (вид зверху)

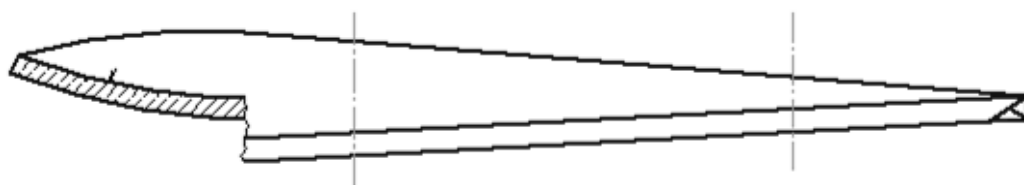


Рис.2. Ніж гичкоріза (вид збоку)

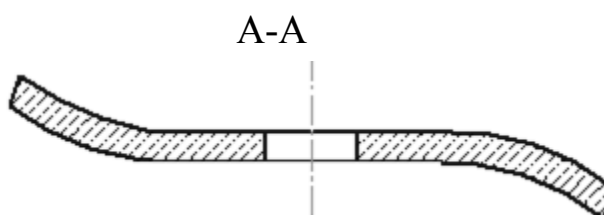


Рис.3. Форма ножа гичкоріза в перерізі А-А

Досить важливим фактором є те, що для зрізування пучка гички необхідно, щоб ніж проникнув у пучок на величину його діаметра [1]. Саме цю умову виконує спроектована форма робочого ножа.

Ніж гичкоріза складається з основи параболічної форми з двома загостреними лезами-заточками, які встановлені під кутом нахилу до горизонту ($30\div45^\circ$) і має два чотирикутних отвори без внутрішньої різьби, що дає змогу самостійно підбирати спосіб кріплення.

Ніж містить дві заточки (1), фіг.1 з різних боків основи. Система кріплення представлена у вигляді двох чотирикутних отворів для болтів з гайками та шайбами. Кріпиться він до штанги пристрою для обробітку ґрунту завдяки двом отворам (2); регулюється на відповідну висоту і встановлюється вздовж рядка з коренеплодами так, щоб загострене лезо 1 було направлене донизу для зрізання гички буряків чи інших коренеплодів.

Ніж гичкоріза працює наступним чином: в процесі роботи похиле лезо зрізує гичку з поверхні коренеплодів при поступальному русі пристрою для обробітку ґрунту. Ніж гичкоріза призначений для обробітку як малих, так і великих ділянок. Перевагою є те, що при затупленні леза, його можна легко переставити на інший бік, тобто, значно збільшити термін експлуатації.

У разі затуплення леза ножа, при надмірних зусиллях, коренеплід може пошкодитися. Щоб запобігти цьому, необхідно вчасно контролювати гостроту леза ножа і у разі його непрацездатності, перевернути і закріпити його іншим боком так, щоб заточка, яка була на тильній частині ножа, стала робочою. Це є досить зручним у використанні, оскільки не потребує значної перерви у проведенні самого процесу загострення.

Висновки.

1. Запропонована конструкція ножа гичкоріза є ефективною, тому що дозволяє швидко виконувати переустановлення робочого інструменту на іншу сторону, що значно збільшує термін експлуатації всього пристрою;
2. Попередньо встановлена висота ножа гичкоріза відносно поверхні землі при цьому зберігається.

Бібліографічний список

1. *Булгаков В.М.* Обґрунтування технологічних і конструктивних параметрів робочих органів машини для збирання гички цукрового буряку: дис. докт. техн. наук : 05.05.11 / Булгаков Володимир Михайлович ; М-во освіти і науки України, Нац. аграр. ун-т. – Київ, 2007.

ВИКОРИСТАННЯ АНІМАЦІЇ В КОМПАС 3D ДЛЯ АКТИВІЗАЦІЇ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ

Коломийчук Н. М., старший викладач

Цицюра А. С., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання використання системи Компас 3D для активізації навчального процесу.*

***Ключові слова** – інженерна та комп'ютерна графіка, анімація, ділова гра, просторове уявлення, графічне мислення, розумова діяльність.*

Постановка проблеми. Анімація в системі Компас 3D призначена для імітації роботи пристроїв, машин, механізмів, приладів, змодельованих в цій системі. Анімація «оживляє» спроектовані моделі. Крім того вона може виявити можливі зіткнення деталей і створити інтерактивні керівництва зі збирання-розбирання виробів.

Формування цілей (постановка завдання). Зацікавленість студента – один із визначальних факторів, що впливають на якість засвоєння інформації. Саме на це спрямовані основні зусилля викладача. Якщо студенту цікаво, він буде слухати лекції, виконувати домашні завдання, тобто вчиться. В даний час консервативність в питаннях викладання інженерної графіки призводить до небажання студентів виконувати завдання, внаслідок чого виникають великі проблеми із засвоєнням предмета. Студента необхідно зацікавити. З іншого боку, є серйозні теоретичні положення, які необхідно зрозуміти і вивчити, тобто існує фактор примусу. Єдиний спосіб виходу з ситуації – це використання ділової гри. В даній статті розглядається питання використання анімації в системі Компас 3D для вивчення розділу інженерної графіки «Ескізи та робочі креслення».

Основна частина. Сценарій анімації - послідовність кроків, що відповідають окремим переміщенням компонентів складальної одиниці. Кожному кроку можуть відповідати різні види і параметри руху деталей (швидкість, частота обертання, час). Всі ці рухи можна задавати як послідовно, так і паралельно один з одним (на одному кроці). Сценарій можна зберегти в текстовому файлі стандартного XML-формату і використовувати його в майбутньому.

Основні можливості програми:

- імітування рухів різних вузлів і ланок машин, пристроїв, механізмів і приладів;
- перевірка можливих зіткнень компонентів в процесі їх переміщень для виявлення помилок в проектуванні;
- створення відеороликів, що демонструють роботу пристроїв для презентацій чи інтерактивних технічних керівництв;
- створення діаграм послідовних положень механізму - «кінограм» (набору послідовних кадрів у форматі * .frw - фрагментів КОМПАС - Графік);
- запис відеороликів руху в форматі avi. Параметри відтворення можна налаштовувати: задавати частоту кадрів, паузу між послідовними кроками, циклічність.

В учбовому процесі доцільно використовувати імітацію руху нескладних механізмів. Для цього спочатку будуємо в Компас 3D всі об'єкти, які входять до механізму, а потім, використовуючи бібліотеку анімації, створюємо імітацію складання та розкладання цього механізму (наприклад, складання і розкладання вентилі рис.1). На зображенні складальної одиниці можливе виконання розрізу або перерізу, в якому показане внутрішнє з'єднання деталей, при цьому деякі деталі зображуються нерозітнутими (наприклад, стандартні кріпильні деталі або деталі типу вал рис.2).

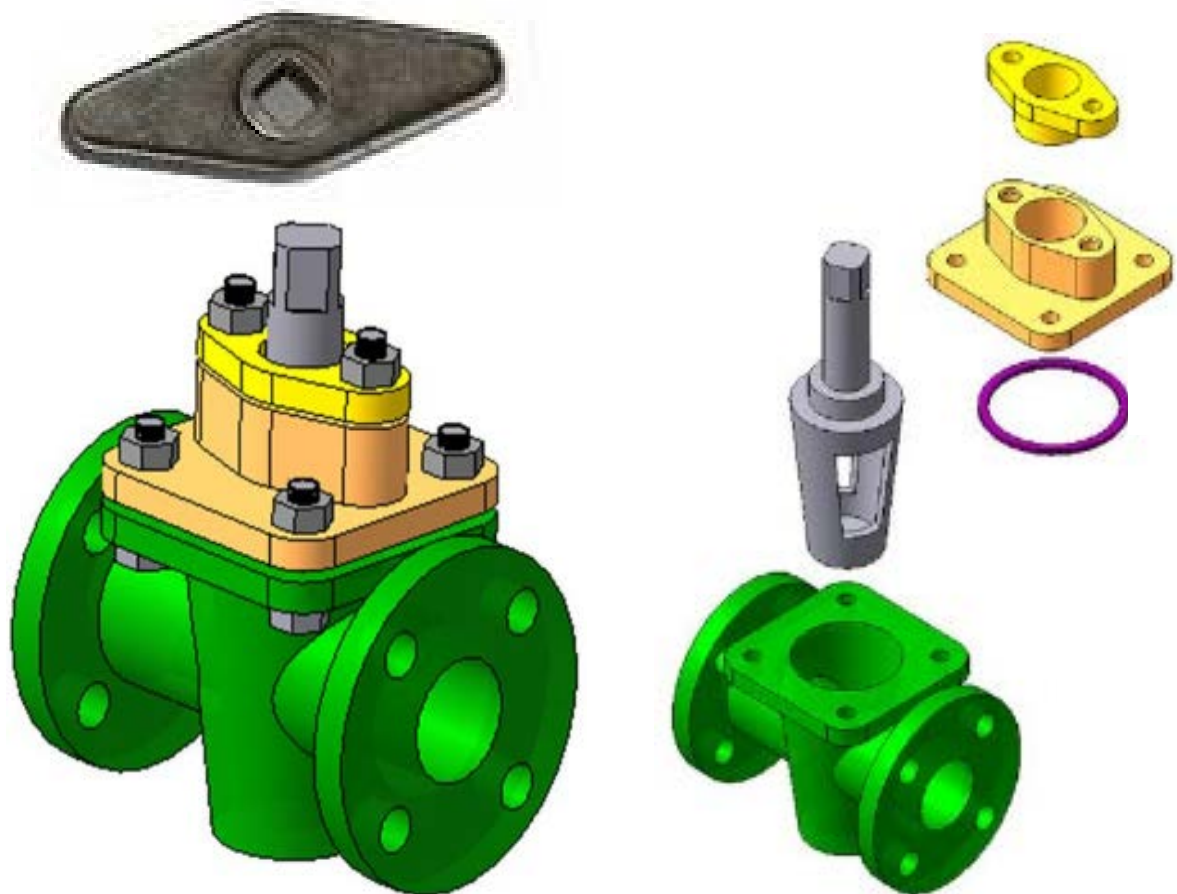


Рис.1

Можливо, також, виконати тільки одну деталь складної форми. Для цього її розбивають на геометричні поверхні, з яких вона складається, а потім, використовуючи анімацію, збирають деталь (наприклад, тільки корпус, рис.3).

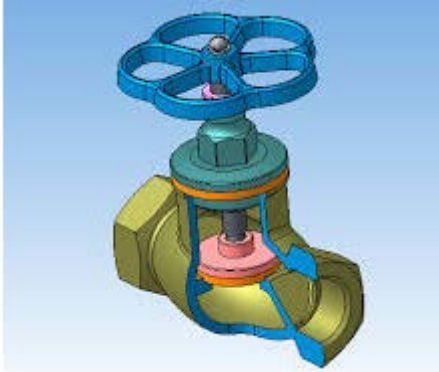


Рис.2

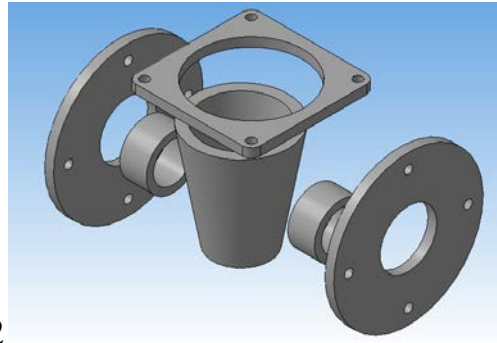


Рис.3

Рекомендується починати створювати анімацію з набору невеликої кількості геометричних поверхонь, а вже потім ускладнювати завдання (рис.3). Слід зазначити, що в цьому випадку виникає необхідність повторити розділ нарисної геометрії «Поверхні», що сприяє закріпленню лекційного матеріалу.

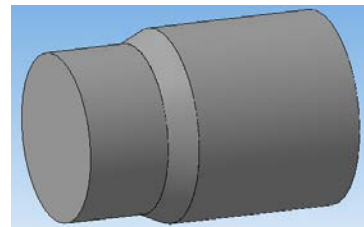
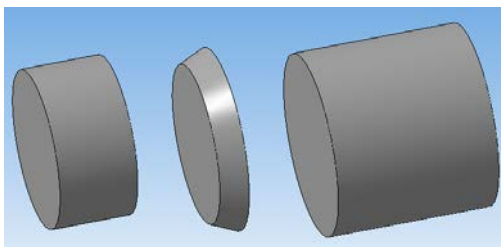
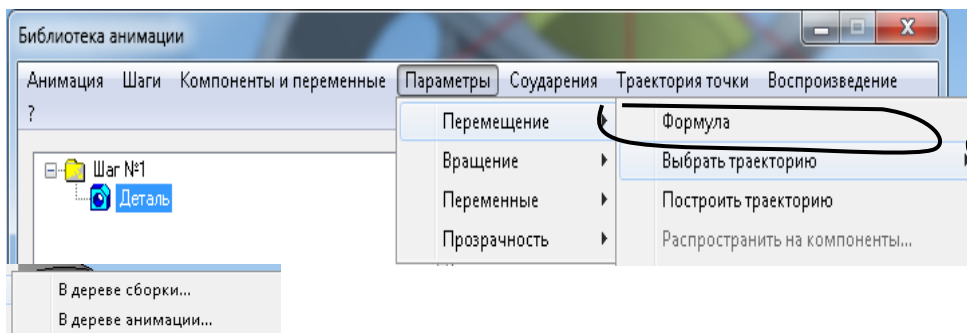


Рис.3

Алгоритм побудови анімації доволі простий:

- створюємо новий документ – «сборка»;
- в дереві побудови даємо назву ;
- вставляємо перший компонент;
- вставляємо другий компонент і так далі, зберігаючи правила співвідносності;
- в менеджері бібліотек знаходимо бібліотеку анімації;
- за чергою вибираємо деталі, задаючи траєкторію руху;



- після закінчення вибору всіх елементів складальної одиниці натискаємо клавішу «воспроизведение», задаючи час руху елементів.

Основні витрати часу йдуть на підготовчу роботу – побудову елементів складальної одиниці.

Висновки. Пізнавальна активність і самостійність - якості, що характеризують інтелектуальні здібності студентів до навчання. Як і інші здібності, вони проявляються і розвиваються тільки в діяльності. Ось чому тільки широке використання активних методів, які спонукають до розумової і практичної діяльності, причому з самого початку процесу навчання, розвиває такі важливі інтелектуальні якості людини, що забезпечують надалі його активність в постійному оволодінні знаннями і застосуванні їх на практиці. Ділова гра є однією з перспективніших форм навчання.

Бібліографічний список

1. Компас – 3D V16 Практическое руководство. Акционерное общество АСКОН. 2015 г.

НОВІ МОЖЛИВОСТІ КОМПАС 3D V16 ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОЗГОРТОК ПОВЕРХОНЬ І АКТИВІЗАЦІЇ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ

Коломийчук Н. М., старший викладач,
Цицюра А.С., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,
(Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається питання активізації навчального процесу за допомогою системи Компас 3D.

Ключові слова – інженерна та комп'ютерна графіка, розгортка, ділова гра, просторове уявлення, графічне мислення, розумова діяльність.

Постановка проблеми. З точки зору побудови розгорток, усі поверхні, які розглядаються в курсі нарисної геометрії, розділяються на поверхні, які розгортаються, і на поверхні, які не розгортаються. До поверхонь, що розгортаються, відносяться: всі багатогранники (поверхні з плоскими гранями) – призми, піраміди, призматоїди та інші, деякі лінійчаті криволінійні поверхні – циліндричні, конічні, поверхні з ребром повернення (торсові).

Побудова розгорток завжди була цікавою темою для практичних занять з інженерної графіки, а з виходом Компас 3D V16 з'явилась можливість зробити її більш наочною.

Формування цілей (постановка завдання). Ціль статті - проаналізувати нові можливості Компас 3D V16 для побудови розгорток поверхонь складної геометричної форми.

Основна частина. Команда "обичайка" в Компас 3D створюється в документі "Деталь" як один з елементів листового тіла. В Компас 3D V16 до розділу "Листовое тело" додана команда "Линейчатая обечайка" .

Лінійчата обичайка відрізняється від простої обичайки  тим, що створюється за двома ескізами, які можуть істотно відрізнитися один від одного геометрично і лежати як в паралельних площинах, так і в площинах, що не є паралельними.

Лінійчата обичайка формується шляхом з'єднання двох основ лінійчатої поверхні з додаванням їй товщини. В якості основ використовуються фігури довільної форми (рис.1). Контури обох основ повинні бути замкнуті або розімкнуті. Лінійчата обичайка розбивається на грані автоматично, а на стиках граней формуються згини. Кількість граней в лінійчатої обичайки можна змінювати.

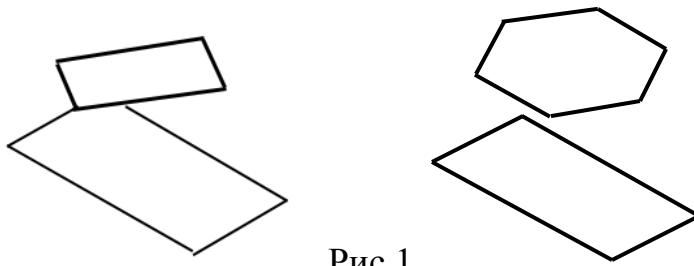


Рис.1

Розглянемо приклад побудови розгортки умовного патрубка. На рис.2 показана розгортка патрубка "вручну", з використанням методу триангуляції.

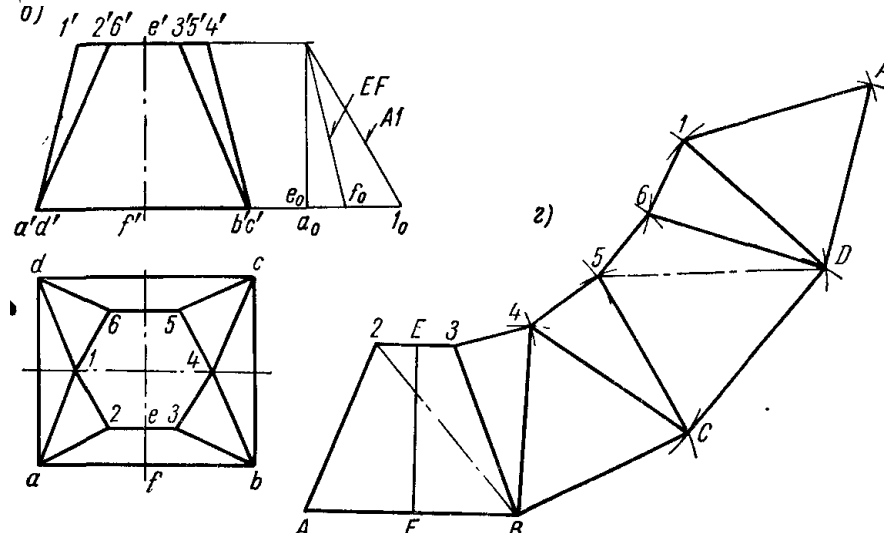


Рис.2 Розгортка патрубка

Для побудови розгортки патрубка за допомогою Компас 3D V16 треба:

- зробити ескізи основ патрубка;
- активувати команду лінійчата обичайка ;
- створити об'єкт.

На рис.3а показана аксонометрія побудованого патрубка, рис.3б – вид зверху, на рис.3в – розгортка цього патрубка.

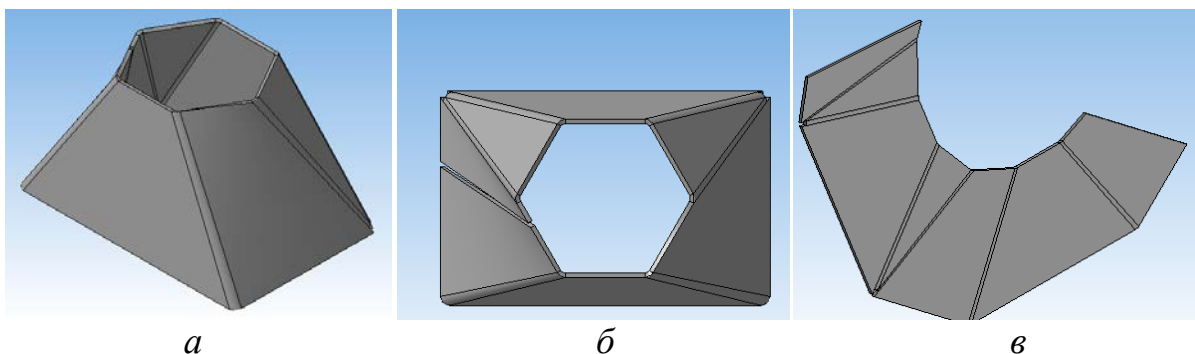
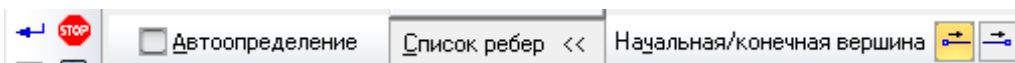
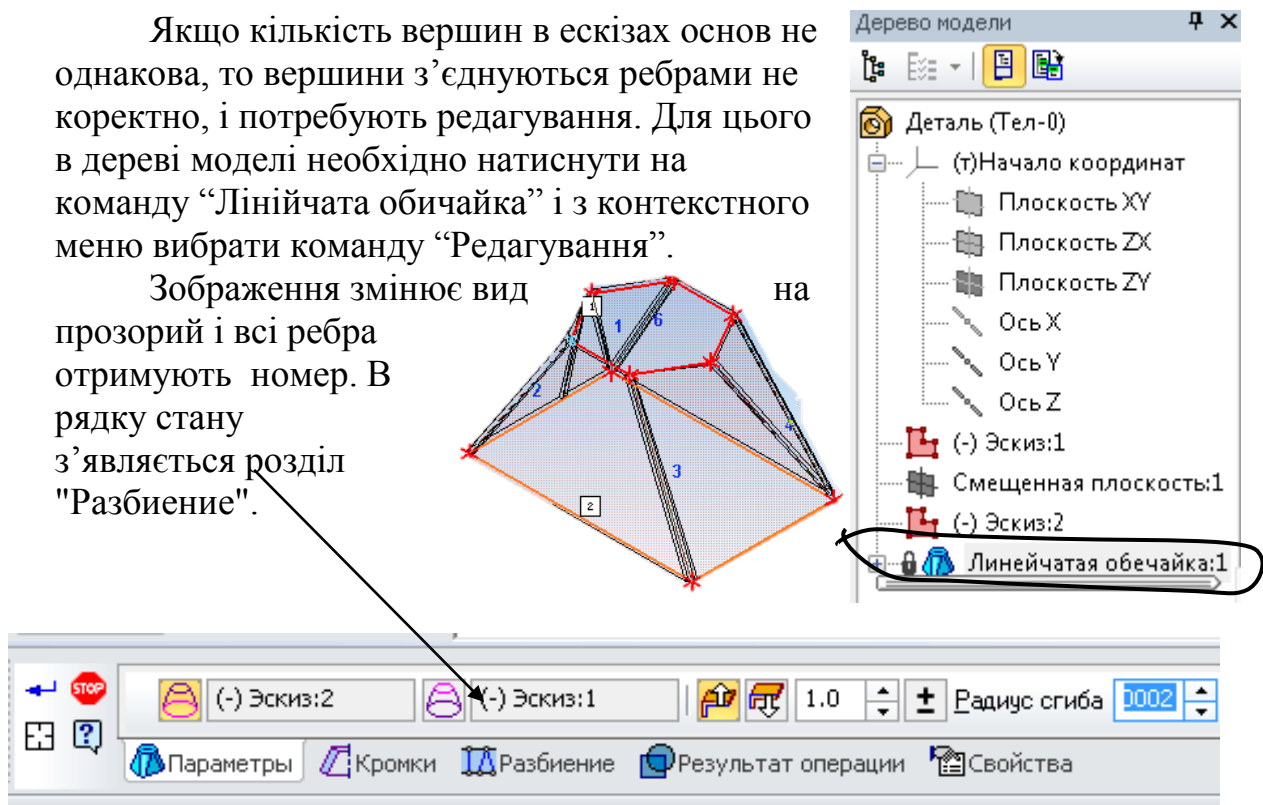


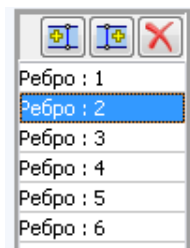
Рис.3

Якщо кількість вершин в ескізах основ не однакова, то вершини з'єднуються ребрами не коректно, і потребують редагування. Для цього в дереві моделі необхідно натиснути на команду "Лінійчата обичайка" і з контекстного меню вибрати команду "Редагування".

Зображення змінює вид на прозорий і всі ребра отримують номер. В рядку стану з'являється розділ "Разбиение".



При активуванні клавіші "Разбиение" з'являється рядок стану, де необхідно зняти прапорець "Автоопределение". Тепер є активним вікно "Список ребер", в якому можна вибрати ребро і додати ще одне до вибраного ребра або після нього.



При побудові обичайки з різними основами бокові сторони не є площинами і їх треба відредагувати. Наведемо приклад побудови розгортки патрубку, в якому верхня основа є колом, а нижня – прямокутник (рис.4).

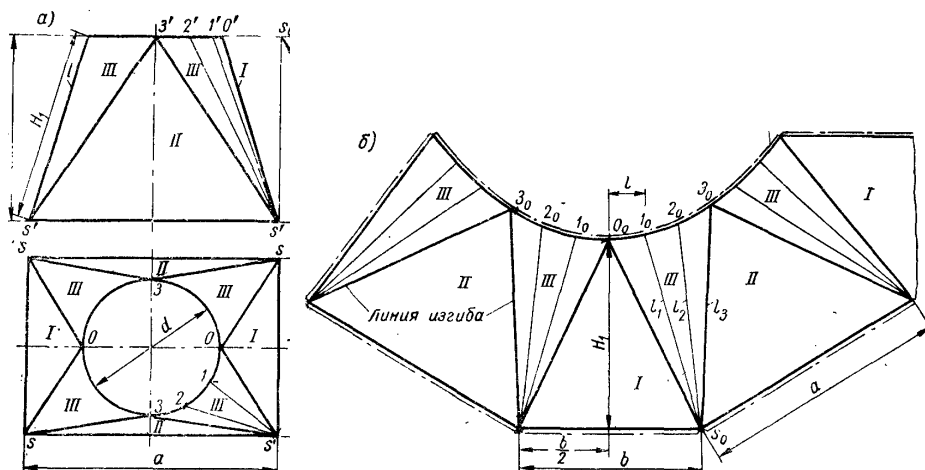


Рис.4 Розгортка патрубка

Спочатку будуюмо основи (на колі відразу вкажімо точки, з якими необхідно поєднати вершини ребер), будуюмо обичайку і в режимі редагування, по черзі, з'єднуємо точки на колі з вершинами ребер (рис.5).

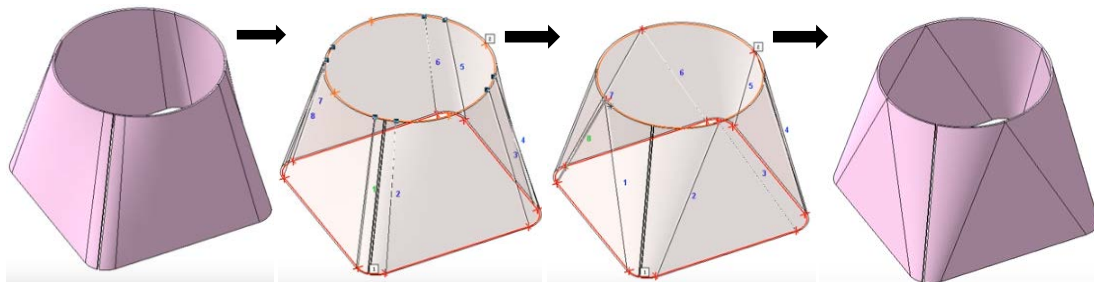
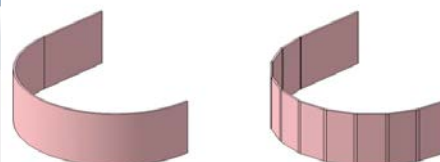
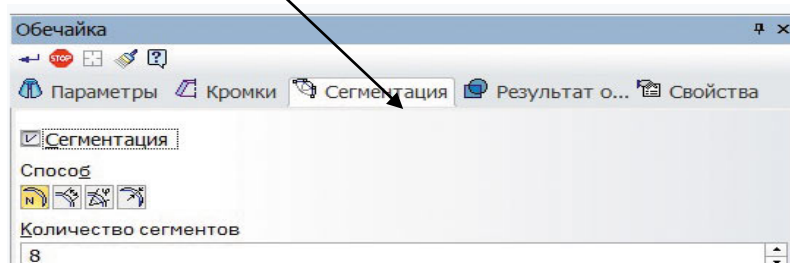


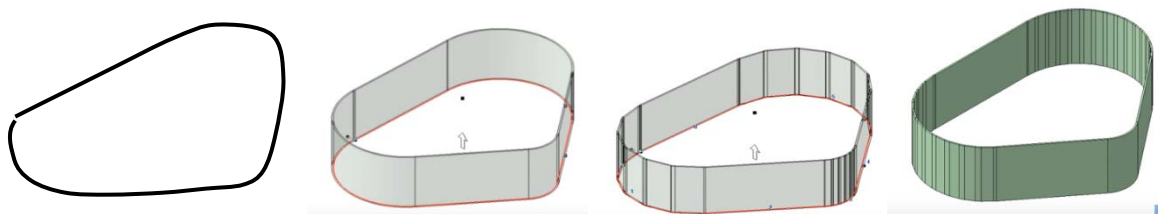
Рис.5Послідовність побудови патрубкa

Тепер обичайка складається з плоских і конічних ділянок.

Команда «Обечайка» також має в Компас 3D V16 зміни, це – «сегментация».



Будь-яку обичайку, розімкнуту або замкнуту, можна розбити на сегменти, які є частинами циліндру. При розгортці ці частини розгортаються як частини циліндру – у вигляді прямокутника.



Висновки. З появою комп'ютерів (з відповідним програмним забезпеченням) і потужної демонстраційної техніки (мультимедійний проектор, мультимедійна дошка) у викладача з'явилася реальна можливість разом з образною мовою, використовувати прийоми візуальної образної подачі навчального матеріалу, насамперед, за допомогою презентацій. Розглянуті розгортки патрубків наочно демонструють тему інженерної графіки «Розгортка поверхонь» і студенти з зацікавленістю роблять розгортки доволі складних моделей і потім демонструють свої роботи на занятті. Недолік машинної розгортки в її неточності.

Бібліографічний список

1. Компас – 3D V16 Практическое руководство. Акционерное общество АСКОН. 2015 г.

**НАУКОВІ ЗАСАДИ РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ФОРМУВАННЯ
КОНСТРУКЦІЙНИХ ВИРОБІВ
З ТРАДИЦІЙНИХ ТА НАНОМОДИФІКОВАНИХ
ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с., професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(Україна, м. Київ)

***Анотація** – проаналізовано наукові засади та передумови до розроблення інноваційної технології формування високоміцних конструкційних виробів з традиційних та наномодифікованих полімерних композиційних матеріалів.*

***Ключові слова** – моделювання, технологія, конструкція, композит, полімер, ультразвук, наномодифікатор.*

Постановка проблеми. Починаючи з 2000 року, у світі спостерігається постійне зростання використання технологій майбутнього, а саме нанотехнологій, які своєю появою зобов'язані відкриттю фулеренів та вуглецевих нанотрубок (ВНТ). Це обумовлює підвищений інтерес до інноваційних розробок в галузі наноматеріалів як на рівні великих корпорацій, так і на державному рівні.

Створення нових традиційних полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) та наномодифікованих ПКМ (НМПКМ) з певним, заздалегідь заданим комплексом властивостей, на сучасному етапі є одним із «проривних» напрямків, що потребує спільних напрацювань як матеріалознавців, так і конструкторів-технологів. Саме тому такі міждисциплінарні прикладні дослідження є актуальними [1, 2].

Аналіз останніх досліджень. У світовому науковому середовищі зараз проводяться інтенсивні дослідження в напрямках удосконалення існуючих й створення новітніх «проривних» технологій та устаткування для виробництва ПКМ, зокрема, нанотехнологій для одержання НМПКМ.

Так, зокрема, у Всеросійському інституті авіаційних матеріалів (Москва, РФ) під керівництвом акад. Каблова Є.М. розроблена дослідна технологія формування виробів з конструкційних НМПКМ, що використовується для виготовлення лонжеронів вертольотів, які повинні працювати в умовах змінних силових навантажень, підвищеної вологості і при значних перепадах температур. Проте особливості цієї технології зберігаються як наукове та комерційне ноу-хау [3].

Слід також зазначити особливості розробки інноваційних технологій виготовлення НМПКМ в рамках державної програми Республіки Білорусь «Розробка інноваційних технологій і техніки для виробництва конкурентоспроможних композиційних матеріалів, матриць та армуючих елементів на 2012-2016 роки» (державний замовник програми – концерн «Белнефтехим»). Це підкреслює актуальність теми досліджень

Аналіз наукових публікацій зарубіжних вчених свідчить, зокрема, про те, що саме нанотехнології мають велику перспективу використання при виготовленні різноманітних високоміцних та корозійностійких корпусних і конструктивних елементів на основі армованих ПКМ, зокрема, препрегів і наномодифікованих вуглепластиків.

Авторами української школи кафедри ХПСМ НТУУ «КПІ» попередньо було розроблено сучасну теорію комплексного застосування низькочастотного ультразвуку (УЗ) за режимів кавітації та досліджено широке коло наукових проблем, що стосуються розвитку основ моделювання енергоощадних та високоефективних базових процесів одержання виробів подвійного використання з традиційних ПКМ на базі існуючих макронаповнювачів (скло- і органопластиків).

Формування цілей. Завданням даної роботи є аналіз наукових засад та передумов до розроблення інноваційної технології формування високоміцних конструкційних виробів з традиційних та наномодифікованих полімерних композиційних матеріалів.

Основна частина. Основний метод запланованих досліджень – комплексний, який полягає у спільному використанні математичного, експериментально-статистичного та комп'ютерного моделювання з наступним підтвердженням адекватності отриманих результатів експериментами та випробуваннями за домінуючого впливу низькочастотної УЗ-кавітації на основних стадіях приготування як традиційних ПКМ (попереднє озвучування, гомогенізація, просочування, дозування), так і НМ ПКМ (для яких ще додаються процеси деагломерації та диспергування).

Першим етапом процесу виготовлення НМПКМ є одержання рідкої наномодифікованої полімерної композиції, яка згодом з'єднується з армуючим (макро)волокнистим наповнювачем, а одержуваний препрег піддають формуванню (зберіганню, твердінню, пресуванню, охолодженню, розрізуванню і т.д.) та експлуатаційним випробуванням для контролю його властивостей.

Проте труднощі забезпечення рівномірності розподілу наночастинок в ЕО пов'язані зі схильністю наночастинок до взаємного тяжіння, що призводить до їх злипання і агрегування та наступній седиментації.

Також неконтрольований нагрів суміші під час диспергування може призводити до зміни структури (аж до розриву) молекул олігомеру. Це, в остаточному підсумку, призводить до зменшення міцності наномодифікованого затверділого з'єднання.

Таким чином, регулювання параметрів УЗ-впливу, таких як частота, амплітуда, потужність випромінювання, а також температура і час озвучування, дозволяє підібрати ефективні режими диспергування і гомогенізації для олігомера і різних наномодифікаторів.

Передбачається експериментальним шляхом встановлювати режимні параметри процесів озвучування, диспергування, гомогенізації, приготування наносупензій при одержанні полімерної матриці для НМПКМ, а також ефективні параметри УЗ-обробки полімерної матриці на основних стадіях одержання традиційних ПКМ і НМПКМ: частота, амплітуда, інтенсивність, час, температура.

Одночасно передбачається встановити ефективне процентне співвідношення полімерної матриці, армуючого макронаповнювача, наномодифікаторів у вигляді ВНТ із застосуванням методів експериментально-статичного моделювання. Для одержаних експериментальних зразків ПКМ і НМПКМ передбачається проведення комплексних досліджень, зокрема, їх фізико-механічних, структурних та експлуатаційних властивостей.

На базі методів математичного моделювання передбачається автоматизоване проектування вдосконалених конструкцій устаткування для модифікації полімерної матриці та формування на її основі конструктивних елементів для традиційних ПКМ і НМПКМ, які дозволяють виготовляти конкурентоздатні вітчизняні відповідальні конструкційні вироби.

Отримані результати ляжуть в основу розроблення інноваційної конкурентоспроможної технології формування конструкційних виробів подвійного використання з традиційних та наномодифікованих ПКМ.

Серед очікуваних результатів корисними методичними і технічними напрацюваннями на основі практичного досвіду можуть бути наступні:

- обґрунтування вибору операцій типових технологічних циклів одержання ПКМ на основі тканих волокнистих наповнювачів (ТВН) і полімерних зв'язуючих (ПЗ), та НМПКМ, для яких є найбільш ефективним застосування низькочастотної УЗ-кавітації з точки зору максимальної реалізації властивостей одержуваних виробів;

- параметри УЗ-обробки рідких полімерних композицій, як традиційних, так і наномодифікованих ВНТ;

- рецептури традиційних та наномодифікованих епоксидних композицій із заданим рівнем технологічних і фізико-механічних властивостей, призначених для одержання традиційних та наномодифікованих ПКМ;

- методика визначення оптимального вмісту наномодифікованого наповнювача в рідкій полімерній матриці для забезпечення реалізації максимального рівня механічних й експлуатаційних властивостей одержуваних виробів з НМПКМ;

— комплексна методика автоматизованого проектування вдосконалених конструкцій формуючого устаткування для модифікації полімерної матриці та формування на її основі конструктивних елементів для традиційних ПКМ і НМПКМ, які використовуватиметься при виготовленні конкурентоздатних вітчизняних відповідальних бездефектних й високоміцних конструкційних деталей та виробів подвійного використання із заданим рівнем технологічних і фізико-механічних властивостей.

Результати досліджень за проектом передбачається використати у хімічному і спеціальному машинобудуванні, зокрема, для подальшого виготовлення відповідальних силових, захисних і несучих конструкційних елементів з ПКМ для автомобільної, ракетно-космічної і авіаційної галузі (біконічних вуглепластикових оболонок головних обтікачів та циліндричних оболонок відсіку корисного вантажу ракети-носія), для виготовлення тари, призначеної для пакування і зберігання боєприпасів тощо.

Висновки. В рамках проведення досліджень передбачається розробити науково-практичні засади інноваційної технології та обладнання для подальшого впровадження при виготовленні конструкційних ПКМ: як традиційних, так і НМПКМ. Це забезпечить енергоощадне одержання високоякісних та високоміцних конкурентоспроможних конструкційних виробів подвійного (спеціального) використання з використанням кавітаційної УЗ-обробки.

Зазначені вироби передбачається використовувати у хімічному і спеціальному машинобудуванні, зокрема, у ракетно-космічній та авіаційній галузях, в автомобілебудуванні, при виробництві високовідповідальних конструкцій, а також для зберігання озброєнь, а саме для пакування, транспортування і зберігання боєприпасів. Заплановані дослідження є міждисциплінарними, так як стосуються хімічної технології, хімічного машинобудування та полімерного матеріалознавства, а також є актуальним для декількох галузей промисловості.

Бібліографічний список

1. Колосов О.Є. Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.
2. Колосова О.П. Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.
3. Колосов О.Є. Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [монографія] / О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2015. – 227 с.

**ВЛАСТИВОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ
ОДЕРЖАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПОЛІМЕРНИХ
КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ РОБОТИ
В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ**

Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с., професор,

Сівецький В.І., к.т.н., професор,

Сокольський О.Л., к.т.н., доцент,

Івіцький І.І., к.т.н., ст. викладач,

Куриленко В.М., * аспірант.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – проаналізовано властивості та особливості існуючих технологій одержання конструкційних полімерних композиційних матеріалів, призначених для роботи в екстремальних умовах термосилового навантаження.*

***Ключові слова** – моделювання, конструкція, інтелект, полімер, композит*

Постановка проблеми. Традиційні полімерні матеріали (ПМ), включаючи полімерні композиційні матеріали (ПКМ) – це перш за все багатофункціональні матеріали. Ця особливість виражається в тому, що їх властивості залежать (як правило, нелінійно) від властивостей компонентів (інгредієнтів), що входять до їх складу [1].

На основі традиційних полімерів розроблені і успішно використовуються різноманітні типи ПМ – конструкційні матеріали для роботи в області пружних (з певною часткою еластичних) деформацій (пластики, ненаповнені і наповнені – армовані пластики, ПКМ з безперервними волокнами з детермінованою анізотропією властивостей – волокнисті ПКМ – ВПКМ), матеріали для роботи в області еластичних деформацій (гуми на основі високомолекулярних і низькомолекулярних «рідких» каучуків, реактоеластопластов і термоеластопластів), лакові та емалеві покриття, еласти, клеї, герметики, компаунди, піно- і поропласти тощо [2 – 3].

Аналіз останніх досліджень. Різноманіття типів полімерів, використовуваних у виробництві традиційних ПМ, зв'язуючих (матриць) ПКМ, наповнювачів, що складаються з речовин різної природи (мінеральної, вуглецевої, органічної), дисперсних – у вигляді волокон, і

* Науковий керівник - к.т.н., професор Сівецький І.В.

текстильних (нитки, джгути, стрічки, тканини) форм, а також нетканих (повсть, мати, папір) форм з них дозволяє моделювати широкий спектр матеріалів з необхідним комплексом експлуатаційних властивостей (конструкційних, діелектричних, токопровідних, триботехнічних, вібродемпфуючих, вібропоглинаючих, теплозахисних, хімічно та радіаційно стійких, тепло-, термо-, вогнестійких та інших).

Серед перерахованих вище типів ПМ, ПКМ функціонального (або спеціального) призначення, серед яких в першу чергу виділяють інтелектуальні, радіоекрануючі та радіопоглинаючі матеріали, полімерні матеріали для захисту від високошвидкісного інденторного впливу (броньові матеріали, вироби і конструкції), теплозахисні матеріали, а також полімерні стільникові матеріали, дозволяють істотно розширити використання ПМ і ПКМ у виробі сучасної техніки, що відповідають специфічним умовам їх експлуатації в умовах складного напружено-деформованого стану (н.д.с.) і градієнтних температурних впливів [4, 5].

Відносно новий клас ПМ, а саме інтелектуальні матеріали (ІМ, або *Smart Materials*) були створені для того, щоб не тільки активно протидіяти вищевказаним зовнішнім факторам, але й в оптимумі адаптуватися до них шляхом «оцінювання» за системою показників, що характеризують як зовнішній вплив, так і власний стан.

В оптимумі інтелектуальні ПКМ, перш за все, ПКМ з безперервними волокнами як наповнювачі (ВПКМ), виявляють здатність «аналізувати» і «управляти» комплексом своїх експлуатаційних характеристик за алгоритмом, заздалегідь визначеним розробником [5].

Формування цілей. Завданням даної роботи є аналіз властивостей та особливостей сучасних технологій одержання конструкційних полімерних композиційних матеріалів, призначених для роботи в екстремальних умовах.

Основна частина. За «задумом» конструктив і технологів, ІМ повинні активно реагувати на зміну зовнішніх умов, тобто впливів, прикладених до них. Особливо важливе значення інтелектуалізація набуває саме для конструкційних ПКМ, призначених для роботи в екстремальних умовах впливу високих механічних, в т.ч. знакозмінних, навантажень і перепаду температур.

До них, перш за все, відносяться вироби і конструкції автомобіле- і суднобудування, будівництва, використовувані для військово-промислового комплексу, а також для авіакосмічної техніки. Одним з найбільш перспективних напрямків наукових досліджень в області ІМ стосовно останньої є створення автономних інтелектуальних конструкційних матеріалів та систем на основі біопідходу до інженерного проектування й біометричних процесів [6].

Іншими пріоритетними напрямками досліджень в цій галузі є: широкий спектр композитів (на основі полімерів, кераміки, адгезивів) з новими властивостями; наноструктури на основі графену;

самовідновлювані матеріали і покриття; регуляторні структури і системи, що самоорганізуються; сенсорні й активні елементи з поліпшеними експлуатаційними характеристиками та ін.

Переваги використання інтелектуальних авіаконструкційних матеріалів, порівняно з традиційно використовуваними матеріалами, згідно [6], полягають у наступному: поліпшення льотно-технічних характеристик повітряного судна, що досягається шляхом адаптації аеродинаміки і поверхонь крила до поточних умов польоту за принципом зворотного зв'язку; збільшення терміну служби відповідальних функціональних компонентів – за рахунок збереження їх структури та властивостей при жорстких умовах експлуатації; збільшення ресурсу зовнішньої обшивки конструкційних елементів – за рахунок використання при їх формуванні самовідновлюючих покриттів; підвищення комфорту екіпажу та пасажирів в умовах польоту - за рахунок зниження вібрації і шуму повітряного судна.

У той же час констатується [6], що, незважаючи на значні напрацювання в сфері ІМ і конструкцій в загальному, цей напрямок стосовно авіаконструкційних матеріалів залишається дослідженням лише частково. Причому очікується, що наукові дослідження в області біонічних матеріалів і конструкцій, нових багатофункціональних матеріалів та нових матеріалів, що застосовуються в інноваційних конструкціях виконавчих механізмів і пристроїв, будуть корисні для розкриття повного потенціалу ІМ і конструкцій, створюваних для авіації.

Що стосується технологій одержання ІПКМ, то слід зазначити наступне. В цей час найбільш освоєні в промисловому виробництві технології одержання функціональних композиційних матеріалів на основі інтерметалідів (титану, нікелю, ніобію, алюмінію, хрому та ін.), які використовуються для одержання деталей, що працюють в умовах різко змінних зовнішніх факторів – температур і навантажень.

Стосовно до полімерів, найбільш високі конструкційні властивості у ПКМ, що мають в якості наповнювачів саме безперервні волокна (волокнисті ПКМ – ВПКМ, армовані пластики, або *Composite Materials*) [4, 5]. Як відомо, комплекс властивостей ВПКМ визначається властивостями компонентів (матриця, наповнювач), їх мікро- і макроструктурою, межею поділу фаз та її станом, реакцією цих структур на зовнішні впливи. ВПКМ – це гетерофазні матеріали, в яких безперервна полімерна матриця (термореактивна або термопластична), що взаємодіє з безперервним наповнювачем (скляні, вуглецеві, органічні або інші волокна), сприймає зовнішні навантаження і перерозподіляє їх на високоміцний волокнистий наповнювач.

При цьому особливий вплив на властивості матеріалу здійснює міжфазний шар, який є своєрідним «серцем» ПКМ (так, наприклад, площа контакту на кордоні розподілу «матриця – наповнювач» в об'ємі ВПКМ в 1 мм^3 зі ступенем наповнення 50% об. становить $450\text{--}600 \text{ мм}^2$) [4, 5].

Тому ІПКМ найчастіше використовують в якості оболонок конструкцій у формі тіл обертання силового (або спеціального) призначення. У них за рахунок введення датчиків (конформні датчики, мікросенсори), виконавчих механізмів (актюатори, матеріали і процеси мікромеханіки), систем зв'язку та управління (мікро- та оптоелектроніка, мікропроцесорна техніка) реалізуються можливості самодіагностики (ІМ, що самоінформуються, самодіагностуються) та адаптування (ІМ, що саморегулюються, "приспосовуються", адаптуються) [4, 5].

Інтелектуальні матеріали, що самодіагностуються. У загальному випадку під ІМ, що самодіагностуються, розуміють матеріали, які здійснюють «самоконтроль» («самодіагностику») свого стану в експлуатаційних умовах за такою триступеневою схемою: 1) отримання сигналу від конформного датчика, попередньо введенного в ІМ, про зміни, що виникли в матеріалі (напруження, деформації, переміщення); 2) ідентифікація цього сигналу; 3) прийняття оператором рішення на підставі обробки за певним алгоритмом отриманого сигналу [4, 5].

Наприклад, в ІМ, що самодіагностуються, конструкційного призначення (ІПКМ) самоконтроль стосовно процесу виникнення і локального поширення втомних тріщин здійснюється за допомогою наступних конформних датчиків:

- датчиків опору (розриви волокон армуючого наповнювача збільшують опір датчика) або діелектричних датчиків;
- п'єзодатчиків, що уловлюють акустичні хвилі, які з'являються в момент виникнення дефекту (на базі використання методу акустичної емісії);
- оптичних волокон (їх руйнування легко фіксується).

Констатується, що для самодіагностування ІПКМ ефективним є застосування волоконних оптичних хвилеводів, безпосередньо вбудованих в конструкцію з ПКМ. Адже оптичні хвилеводи дозволяють отримати інформацію про можливі ушкодження і дефекти (перш за все тріщини) в конструкції, що виникають в процесі її експлуатації. Світлові сигнали, що передаються по волоконних волноводах, обробляються за допомогою мікропроцесорів. Інформація від останніх відтворюється за певним алгоритмом на дисплеї або за допомогою мовного синтезатора [4, 5].

Інтелектуальні матеріали, що адаптуються. В ІМ, що адаптуються, використовують компоненти, зроблені з матеріалів, здатних змінювати свої властивості та геометрію конструкції виробу, до складу якого вони входять, контрольованим способом. Наприклад, в конструкційних ІПКМ (метали і полімери з «пам'яттю» форми, магніто- і електроореологічні рідини й ін.) аналіз та управління їх експлуатаційними характеристиками здійснюється за допомогою конформних актюаторів, що реагують на зміну частоти власних коливань структурних елементів ПКМ, і, в разі необхідності, знижують їх до необхідного рівня.

Це дає можливість контролювати виникаючу вібрацію, змінювати (незначно) розміри і геометрію елементів конструкцій, здійснювати акустичний контроль, регулювати термічне розширення (стиснення), а також запобігати утворенню та поширенню тріщин [4, 5].

Оптичні волокна в складі ІПКМ, що адаптуються, є елементами адаптивної системи, яка забезпечує не тільки контроль деформацій, руйнувань, вібрацій, а й їх компенсування відповідною зміною характеристик ІПКМ. При цьому принципова відмінність ІМ, що самодіагностуються, до складу яких входять різні мікросенсори, а також системи передачі та аналізу інформації (волоконно-оптичні, мікропроцесорні), від ІМ, що адаптуються (активні конструкції), полягає в тому, що адаптування ІМ здійснюється за допомогою конформних актюаторів, діючих на основі принципів мікромеханіки [4, 5].

Методи оптимізації властивостей конструкційних інтелектуальних полімерних композитів. Як було зазначено вище, в конструкційних ІПКМ зміна демпфуючих властивостей фіксують по частотах власних коливань елементів структури ПКМ. Оптимізація властивостей ІПКМ забезпечується шляхом введення до їх структури компонентів, що реагують на зміну власних коливань, і виводять їх до необхідних значень.

Для цього існує ряд методів [4, 5]:

1) Введення до структури ПКМ, поряд з армуючими волокнами, волокон або стрічок (до 15% об.) з металів, що володіють ефектом «пам'яті» форми.

2) Використання полімер-полімерних матриць (т.зв. поліматричних ПКМ), в яких одним з компонентів матриці служить полімер з «пам'яттю» форми для «заліковування» дефектів.

3) Введення до матриці ІПКМ капсульованих (з діаметром капсул близько 1 мкм) магніто- і електроореологічних рідин. *В'язкі магнітореологічні рідини* – це колоїдні розчини з феромагнітними частинками діаметром до 10 нм. *Електроореологічні рідини* – це колоїдні розчини кремнійорганічних рідин з сегнетоелектричними (п'єзоелектричними) і електретними (полімери, поляризовані в сильному електричному полі шляхом орієнтації дипольних електричних моментів) частками.

4) Феромагнітні, сегнетоелектричні, електретні частинки в електромагнітному полі орієнтуються в інертній рідині в капсулах, а магніто- і електроореологічні рідини втрачають плинність (заморожування магнітних моментів, або, інакше, магнітне склування). Якщо тривалість впливу електричного поля менше часу релаксації системи, то система стає «жорсткою» в результаті зростання її в'язкості.

В іншому випадку система залишається в'язкою, що дозволяє ефективно здійснити вібропоглинання виникаючих коливань. Так, наприклад, на основі гум, полімерних пін, термоеластопластів одержують ефективні вібропоглинаючі матеріали з прийнятними демпфувальними властивостями.

5) Ведення до матриці ІПКМ п'єзоелектричних волокон. При виникненні циклічної деформуючої сили напруження передається п'єзоелектричним волокнам, стискаючи і розтягуючи їх. При цьому механічна енергія перетворюється в електричну напругу, яка сприймається вбудованим мікросхемним, накопичується, обертається і подається назад на волокна, змушуючи їх відповідно розтягуватися і стискатися. Це, в свою чергу, сприяє виникненню протидіючого моменту, що й гасить вібрацію.

6) Використання п'єзокераміки з високою електромеханічною активністю (п'єзоактюатори, п'єзодвигуни).

7) Застосування електроактивних полімерів у силових елементах актюаторів, зокрема, у вигляді гелів (наприклад, гель поліакрилової кислоти в слабколужному водному середовищі змінює свій об'єм при пропусканні електричного струму).

8) Використання магнітоеластичних аморфних матеріалів з прямим і зворотним перетворенням електричної енергії в механічну, в тому числі з наповнювачами з порошків самарій-кобальтових сплавів.

9) Застосування механохімічних матеріалів, що забезпечують пряме перетворення хімічної енергії в механічну.

10) Використання мікроактюаторів на основі лазерних технологій.

Висновки. Здійснено аналіз властивостей та особливостей сучасних технологій одержання конструкційних полімерних композиційних матеріалів, призначених для роботи в екстремальних умовах при складному напружено-деформованому стані і градієнтних температурних впливах. Окреслено ефективні методи оптимізації властивостей конструкційних інтелектуальних полімерних композитів.

Бібліографічний список

1. *Колосов О.Є.* Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [монографія] / О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2015. – 227 с.
2. *Колосов О.Є.* Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.
3. *Колосова О.П.* Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.
4. *Уорден К.* Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение [текст] / К. Уорден. – М.: Техносфера, 2006. – 224с.
5. *Михайлин Ю. А.* Специальные полимерные композиционные материалы [текст] / Ю. А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. – 660 с.
6. <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/oct-2013>

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Колосова О.П., к.т.н., асистент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – проаналізовано основні результати досліджень щодо геометричного моделювання ресурсоенергоефективних технологічних процесів та обладнання для виготовлення високоякісних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів із застосуванням інтенсифікуючої ультразвукової обробки.*

***Ключові слова** – структурно-параметричне геометричне моделювання, композиційно-волокнистий матеріал, реактопласт, ультразвук, міцність, бездефектність, проектування, процес, обладнання, комп'ютер.*

Постановка проблеми. Актуальність геометричного моделювання базових процесів та технологічного обладнання для одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ) на базі волокнистих наповнювачів (ВН) та полімерних зв'язуючих (ПЗ) обумовлена широким використанням цих матеріалів у різних галузях промисловості, що доцільно здійснювати з позицій системного підходу та методології структурно-параметричного геометричного моделювання (СПГМ).

Це передбачає подальший розвиток методології СПГМ при дослідженні технічних засобів та технологічних процесів, а також геометричного та комп'ютерного моделювання й оптимізації конструкцій формоутворювальних елементів використовуваного інтенсифікуючого ультразвукового (УЗ) технологічного обладнання.

Аналіз останніх досліджень.

Складність досліджуваної проблеми геометричного моделювання технічних засобів одержання КВМ обумовлена тим, що основні формоутворювальні елементи цих технічних засобів та реалізуючих їх технологічних процесів характеризуються нестаціонарністю й стохастичністю. В свою чергу, оптимізація параметрів використовуваного технологічного УЗ-обладнання пов'язана зі складністю і необхідністю

врахування та параметризації багатьох конструкторсько-технологічних параметрів формування КВМ.

Тому не дивно, що існуючі теоретичні та експериментальні роботи з геометричного моделювання окремих процесів та обладнання для виготовлення реактопластичних КВМ стосуються переважно автоматизації стаціонарного намотувального обладнання шляхом геометричного моделювання процесу намотування та викладення, зокрема, дослідження форми поверхні полімерної стрічки з волоконних оправок різної форми при виробництві композитних деталей [1].

При цьому практично не досліджені питання геометричного моделювання параметрів базового процесу «вільного» просочування, інтенсифікуючого УЗ-обладнання, що використовується в базових процесах озвучування ЕЗ і приготування ПЗ, а також дозованого нанесення озвученого ПЗ на просочений волокнистий наповнювач (ВН). Таке моделювання дає змогу направлено досліджувати й оптимізувати параметри цих формоутворювальних елементів, і тому є актуальним.

Постановка завдання.

Завданням даної роботи є викладення основних отриманих результатів досліджень щодо геометричного моделювання ресурсоенергоефективних технологічних процесів та обладнання для виготовлення високоякісних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів із застосуванням інтенсифікуючої ультразвукової обробки.

Викладення основних результатів.

В процесі виконання досліджень отримано такі основні результати, що мають науково-практичну значимість [1].

1. На основі аналізу існуючих підходів до моделювання технологічних процесів обґрунтовано актуальність дослідження та застосування системного підходу при розробленні узагальненої СПГМ технологічної схеми інноваційного одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ із застосуванням УЗ-обробки та застосовуваного при цьому обладнання. Відзначено основні проблеми моделювання і оптимізації параметрів технологічних процесів та обладнання, які пов'язані з їх складністю і необхідністю врахування та параметризації конструкторсько-технологічних параметрів формування.

2. Проаналізовано особливості геометричного моделювання формоутворювальних елементів трьох виокремлених структурних блоків технологічної схеми інноваційного одержання КВМ, а саме: УЗ-обробки епоксидної смоли і приготування просочувальної композиції, «вільного» просочення ВН озвученим рідким ПЗ, а також дозованого нанесення озвученого ПЗ на просочений ВН. Це дає змогу направлено досліджувати й оптимізувати параметри цих формоутворювальних елементів.

3. Зазначено перспективність інтенсифікації при одержанні КВМ шляхом використання низькочастотного УЗ-впливу на декількох стадіях формування: при приготуванні епоксидних композицій (ЕК), що

реалізується за допомогою різноманітних за геометрією хвилеводів-концентраторів, при просочуванні у ванні з рідкою ЕК, обробленою УЗ, орієнтованих волокнистих наповнювачів (ОВН) детермінованої геометричної структури (схеми армування з урахуванням зусилля натягнення), а також при дозуванні вмісту ЕК у просоченому ВН за допомогою складеного УЗ-дозуючого пристрою з прямокутною випромінюючою пластиною.

4. Удосконалено загальну методику застосування автоматизованого СПГМ як основи для проведення оптимізації конструкції хвилеводів і концентраторів УЗ-технологічного обладнання з урахуванням не тільки ефективності їх функціонального призначення, а й особливостей процесів виготовлення. Це дозволяє розширити номенклатуру УЗ-концентраторів, які можна автоматизовано конструювати відповідно до конкретних вхідних умов технології за допомогою напрацьованої методики СПГМ, а також зменшити матеріальні та часові витрати на стадії їх автоматизованого проектування.

5. Проведено раціональне параметричне конструювання простих акустичних концентраторів УЗ на прикладі найбільш використовуваних циліндричних, конічних, експонентних і катеноїдальних акустичних концентраторів. Проілюстровано практичне використання напрацьованих методів моделювання. Описані прийоми та математичні засоби реалізовані у вигляді певного зручного для кінцевого користувача спеціалізованого прикладного програмного забезпечення із забезпеченням тісної безпосередньої інтеграції виконуваних варіантних розрахунків із відповідними комп'ютерними моделями конструкції, міцності та технології виробництва опрацьовуваних хвилеводів-концентраторів.

6. Удосконалено теорію геометричного моделювання базового процесу «вільного» просочування ОВН рідкими ПЗ, що надає практичний та зручний інструмент для аналізу і корекції схеми армування ОВН з урахуванням зусилля натягнення та геометричних параметрів змотувального й просочувального обладнання.

7. Здійснено геометричне та комп'ютерне моделювання мікроструктури просочуваного ОВН із застосуванням методології інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей, що передбачає знаходження функції розподілу відстаней (екстхорд) між сусідніми колами, що знаходяться у вузлах подвійноперіодичної решітки, для геометричної моделі мікроструктури. Для окремого випадку представлення елементарної базисної комірки (ЕБК) моделі мікроструктури знайдена теоретична функція розподілу довжин екстхорд $f_{\Delta}(z)$ та досліджено її поведінку біля характерних асимптот. Це дозволяє здійснювати автоматизоване проектування параметрів геометричної моделі мікроструктури ОВН та моделювати функцію розподілу екстхорд у залежності від вхідних технологічних умов та схеми армування.

8. Удосконалено прикладну програму для побудови репрезентативних модельних кривих розподілів довжин екстхорд суміжних кіл, розміщених у вузлах модельної подвійноперіодичної решітки. На основі отриманих експериментальних ординат гістограми розподілу довжин екстхорд у поперечному мікрошліфі натурального КВМ детермінують теоретичну і модельну криві функції розподілу довжин екстхорд з урахуванням їх найменшого відхилення від експериментальних ординат гістограми. При цьому параметри січної прямої L , а саме її кутовий коефіцієнт k_L і вільний член D_L вибирають у вигляді псевдповипадкових величин, рівномірно розподілених в інтервалі $(0, 1)$, що реалізується на базі алгоритму Монте-Карло.

9. Удосконалено методику та розроблено алгоритм моделювання параметрів базового процесу «вільного» просочування, що передбачає апроксимацію реальної мікроструктури армування ОВН геометричною моделлю ЕБК та еквівалентним циліндричним капіляром, для якого знаходять геометричні та структурні характеристики за вхідними умовами технологічного процесу. Це дає змогу здійснювати комп'ютерну візуалізацію базового процесу «вільного» просочування ОВН за допомогою модельних кінетичних кривих.

10. Уперше розроблено методику та алгоритм комп'ютерного СПГМ складеного УЗ-кавітаційного дозуючого пристрою, що складається з прямокутної випромінюючої пластини, двоступінчастих хвилеводів-концентраторів та п'єзоелектричних перетворювачів (ПЕП). Здійснено параметричну візуалізацію розробленого алгоритму на базі використання нових параметричних геометричних моделей, які наочно відображають існуючі варіаційні взаємозв'язки між елементами конструкцій створюваних виробів. Методика може бути використана на стадії конструкторсько-технологічного автоматизованого проектування УЗ-дозуючих пристроїв для оптимізації проведених робіт.

11. Уперше сформована комп'ютерна 3D-модель для наступних структурних елементів складеного дозуючого УЗ-пристрою та їх властивостей: ширини, довжини, товщини випромінюючої пластини; довжини хвилі згинальних коливань у пластині; товщини ПЕП; товщини електродів; внутрішнього діаметра частотознижуючих накладок та їх висоти; діаметрів ступенів складених УЗ-концентраторів і довжин їх циліндричних частин. Це дозволяє здійснювати комп'ютерну візуалізацію знайдених оптимальних геометричних розмірів складеного дозуючого УЗ-пристрою відповідно до вхідних параметрів (наперед заданих технологічних умов) процесу дозування. При цьому необхідні нові проектні варіанти УЗ-інструменту блоку дозування D створюються належною зміною вхідних величин зазначених параметрів. Для аналітичної обробки отримуваних експериментальних даних рекомендується широко використовувати різноманітні методи інтерполяції та апроксимації, у тому числі наявні в таких математичних комп'ютерних пакетах, як MathCAD,

Maple, MatLab та ін.

12. Наведено характерні приклади практичної адаптації застосовуваної методології СПГМ і використання апарату теорії інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей для детермінації конструктивно-технологічних параметрів: процесу озвучування рідкого ПЗ, проектування кінетичних параметрів процесу «вільного» просочування ОВН рідкими ПЗ, а також оптимізації геометричних параметрів складеного УЗ-дозуючого обладнання при одержанні високоякісних реактопластичних КВМ. Отримано задовільне співпадіння теоретичних і практичних результатів досліджень.

Висновки. Таким чином, вище було проаналізоване коло вирішених задач з позицій геометричного моделювання досліджуваних базових процесів та ультразвукового формуючого обладнання для одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних композитів.

Значення для практики проведених досліджень полягає у розробленні відповідно до вхідних параметрів базових технологічних процесів одержання реактопластичних КВМ: методики автоматизованого СПГМ для оптимізації найбільш використовуваних конструкцій простих концентраторів УЗ для базового процесу обробки рідких ПЗ, у здійсненні комп'ютерної візуалізації параметрів базового процесу «вільного» просочування, а також комп'ютерної візуалізації оптимальних геометричних розмірів складеного дозуючого УЗ-пристрою. Це дозволяє істотно скоротити спектр необхідних натурних експериментів, а також суттєво зменшити фінансові та часові витрати на їх проведення.

Подальшими напрямками досліджень є створення нових або удосконалення існуючих геометричних моделей інших процесів інноваційного технологічного циклу формування КВМ, розвиток методів комп'ютерного моделювання цих процесів і технологічного обладнання та більш широке розповсюдження запропонованих методик для моделювання технічних засобів формування КВМ на базі системного підходу.

Перспективи подальших досліджень також полягають у збільшенні номенклатури УЗ-концентраторів, які можна автоматизовано конструювати за допомогою напрацьованої методики СПГМ та розширенні класу кривих, використовуваних для цього, наприклад, за рахунок неоднорідних раціональних параметричних сплайнів вищих порядків.

Бібліографічний список

1. *Колосова О.П.* Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О.П. Колосова, В. В. Ванін, Г.А. Вірченко, О.Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ВІЗКІВ ЗАВДЯКИ КОЛИВАННЯМ ПРИЄДНАНИХ МАЯТНИКІВ

Куценко Л. М., д.т.н., О. М. Семків, д.т.н.,
Національний університет цивільного захисту України
(Україна, м. Харків)

Сухарькова О. І.
Український державний університет залізничного
транспорту (Україна, м. Харків)

Анотація – На основі рівнянь Лагранжа другого роду розроблено геометричні моделі візків, горизонтальний рух яких спричинений коливаннями маятників, приєднаних до цих візків. У якості прикладів розглянуто геометричні моделі інерціоїда В.М. Толчина, візка з пружинним маятником, та візка з двома маятниками.

Ключові слова – інерціоїд В.М. Толчина, траєкторія руху вантажу маятника, рівняння Лагранжа другого роду, фазова траєкторія.

Постановка проблеми. Всі технічні пристрої, що забезпечують переміщення тіл на поверхні й у просторі, використовують наявність певної опори. Тобто рух виникає у результаті відштовхування від якогось субстрату: земної поверхні, води, повітря. При використанні традиційних рушіїв рух виникає у результаті взаємодії рушія з навколишнім середовищем. Ця взаємодія, природно, завжди супроводжується силами тертя, на подолання яких витрачається значна частина енергії палива.

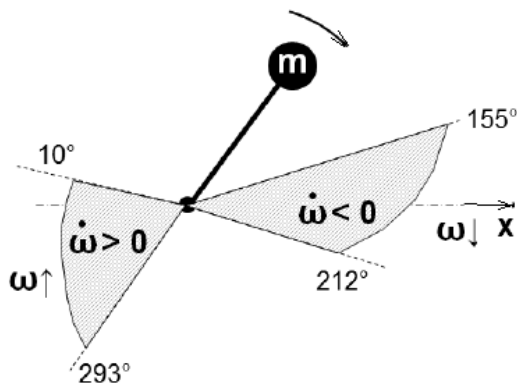


Рис. 1 – Режим руху одного з вантажів інерціоїда

Аналіз останніх досліджень. Значною подією в механіці безопорного руху було створення інерціоїда В.М. Толчина [1]. Цей пристрій складається із двох ексцентричних вантажів на важелях (негравітаційних маятників), які установлені на рухомому візку. Ексцентрики синхронно обертаються в горизонтальній площині і

переміщуються назустріч один одному зі змінною неперервною кутовою швидкістю [2]. При цьому в одних секторах кола, яке описують ексцентрики, кутова швидкість повороту негравітаційних маятників збільшується, а в інших – зменшується (рис. 1).

Численні експерименти з демонстраціями руху інерціоїда та його різновидів викликали дискусію в наукових колах. Більша частина вчених вважає, що рух інерціоїда обумовлений присутністю в розглянутій системі сил тертя. Тоді як послідовники В.М. Толчина вважають, що рух інерціоїда пов'язаний із виникненням сил інерції за рахунок прискореного обертання важелів із вантажами [2]. Однак така інтерпретація поведінки інерціоїда спричинює необхідність припустити, що порушуються закони механіки Ньютона. Адже можливість створення реально діючого рушія такого типу суперечить закону збереження імпульсу. Тому прихильники інерціоїдів стверджують, що тут використовуються якісь «нові» властивості інерційних мас і гравітаційних полів.

Для різнобічного аналізу проблеми інерціоїдів доцільно буде розглянути їх різновиди, які базуються на можливості ініціювання руху візка у горизонтальному напрямку за допомогою коливання у вертикальній площині вантажів гравітаційних маятників. При цьому ключовим моментом є визначення нехаотичних траєкторій переміщення вантажів цих маятників, завдяки чому утворюються погоджені коливання маятників і цим самим ініціюється рух візка у горизонтальному напрямку.

Постановка завдання. На основі рівнянь Лагранжа другого роду розробити геометричні моделі візків, горизонтальний рух яких спричинює коливаннями маятників, приєднаних до цих візків. У якості прикладів розглянути геометричні моделі інерціоїда В.М. Толчина, візка з пружинним маятником, та візка з двома маятниками.

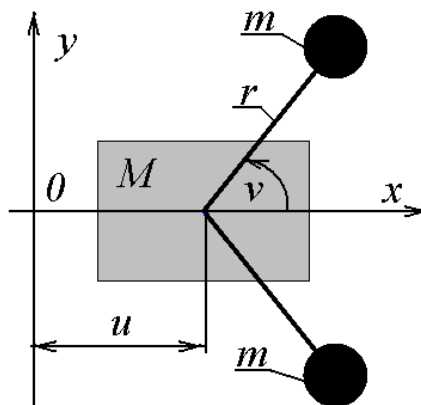


Рис. 2 - Схема інерціоїда В.М. Толчина,

Основна частина. Для складання геометричних моделей руху візків оберемо умови ідеалізації задач: параметри коливальної системи і початкові умови задаються в умовних числових одиницях; коливання негравітаційних маятників здійснюються у горизонтальній площині (для інерціоїда В.М. Толчина), а гравітаційних маятників - у вертикальній площині. Крім того, всі елементи системи не мають товщини, невагомі і не

деформуються, опори у вузлах і опір повітря під час коливань відсутні, а також коливальні системи мають бути консервативними – тобто запас механічної енергії в процесі коливань залишається постійним (втрати енергії відсутні).

На рис. 2 наведено схему інерціоїда В.М. Толчина, яка складається з візка та закріплених на ньому двох негравітаційних маятників. Узагальненими координати оберемо такі параметри: $u(t)$ – горизонтальне зміщення візка вздовж осі Ox ; $v(t)$ – кут відхилення маятників від осі Ox . Крім того позначимо: M – масу візка; m – масу вантажу кожного маятника; r – довжини маятників.

Використавши вираз для Лагранжіана інерціоїда В.М. Толчина з роботи [2], опис динаміки руху коливальної системи одержимо у вигляді рівняння Лагранжа другого роду:

$$\begin{aligned} 2 \left(\frac{d^2}{dt^2} u(t) \right) M + 4 \left(\frac{d^2}{dt^2} u(t) \right) m - 2 m r \left(\frac{d^2}{dt^2} v(t) \right) \sin(v(t)) \\ - 2 m r \left(\frac{d}{dt} v(t) \right)^2 \cos(v(t)) = 0 \\ - 2 m r \left(-r \left(\frac{d^2}{dt^2} v(t) \right) + \left(\frac{d^2}{dt^2} u(t) \right) \sin(v(t)) \right) = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Розв'язувати систему рівнянь (1) будемо чисельно за допомогою методу Рунге-Кутти у середовищі Maple. Використовуючи знайдені наближені розв'язки $U(t)$ і $V(t)$ в декартовій системі координат xOy траєкторії переміщення вантажів обох маятників побудуємо за формулами:

$$\begin{aligned} x_1(t) &= U(t) + r \cos(V(t)); & x_2(t) &= U(t) + r \cos(V(t)); \\ y_1(t) &= r \sin(V(t)). & y_2(t) &= -r \sin(V(t)). \end{aligned} \quad (2)$$

Наведемо розрахунок інерціоїда В.М.Толчина з параметрами $M = 15$; $r = 1$; $m = 3$ і з початковими умовами $u_0 = 0$; $u'_0 = Du_0$; $v_0 = 0$; $v'_0 = Dv_0$. Зазначені умови слід інтерпретувати так. Маятники починають рухатися з початку координат (умова $u_0 = 0$) і з положення перпендикулярно осі Ox (умова $v_0 = \pi/2$). Візку у напрямку осі Ox надається початкова швидкість значенням $u'_0 = Du_0$. А кутам відхилення маятників надається початкова швидкість значенням $v'_0 = Dv_0$. Зазначимо, що при від'ємному Dv_0 «верхній» маятник буде рухатись за напрямком стрілки годинника, а «нижній» - проти напрямку стрілки годинника. В результаті візок інерціоїда буде рухатися по осі Ox праворуч. На характер руху впливатимуть як величини параметрів інерціоїда, так і значення початкових умов. При цьому головною характеристикою буде переривчастість переміщення інерціоїда праворуч. Від значень вхідних даних переміщення буде або без зупинок, або, частіше, з зупинками, а найчастіше (при довільному виборі значень параметрів і початкових умов)

– з поверненням ліворуч. Задача вибору оптимальних параметрів є головною для дослідження теорії інерціодів.

За результатами розв'язання системи рівнянь (1) з початковими умовами $Du_0 = 1$; $Dv_0 = -1$ було створено анімаційний фільм, окремі кадри з якого представлені на рис. 3. Перегляд фільму дає підстави стверджувати, що наведений варіант розрахунку характеризується рухом інерціода праворуч без зупинок за умови, що вантажі переміщуються по обчисленим траєкторіям.

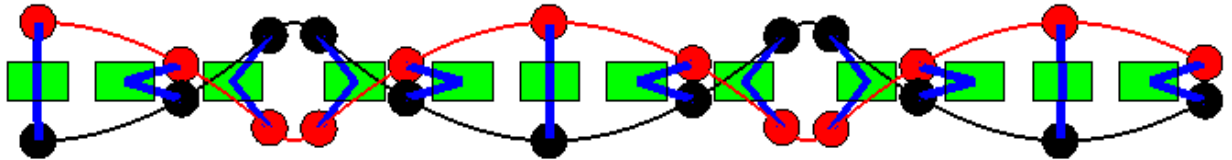


Рис. 3 - Анімаційні кадри розрахованих фаз руху інерціода

Далі наведемо спосіб ініціювання руху візка у горизонтальному напрямку за допомогою коливання у вертикальній площині вантажу пружинного маятника. При цьому вважається, що конструктивно забезпечено незгинання осі пружини у поперечному напрямку (рис. 4).

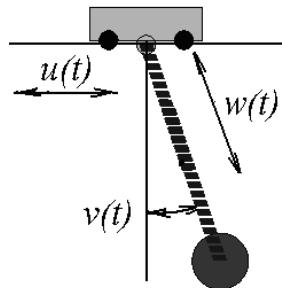


Рис. 4 – Схема пружинного маятника під візком

Як узагальнені координати оберемо такі параметри: $u(t)$ – горизонтальне зміщення візка; $v(t)$ – кут відхилення пружини від вертикалі; $w(t)$ – пружне подовження пружини, а також приймемо позначення: m_1 – маса візка; m_2 – маса вантажу; d – довжина пружини маятника у ненавантаженому стані; k – коефіцієнт жорсткості пружини.

Систему рівнянь Лагранжа другого роду для цього випадку наведено в роботі [3]. Розв'язувати систему рівнянь будемо чисельно за допомогою методу Рунге-Кутти з початковими умовами $u_0 = 0$; $u'_0 = 1$; $v_0 = \pi/2$; $v'_0 = 0$; $w_0 = 1$ і $w'_0 = 0$.

Розрахунок коливань 2d-пружинного маятника під візком виконаємо методом проєкційного фокусування за умови визначення значень маси m_2 залежно від інших відомих параметрів схеми m_1 ; k і d . Використовуючи одержані наближені розв'язки $U(t)$, $V(t)$ і $W(t)$ системи рівнянь (3), побудуємо траєкторію переміщення вантажу пружинного маятника в декартовій системі координат xOy за формулами:

$$\begin{aligned}x(t) &= U(t) + (d + W(t)) \sin(V(t)); \\y(t) &= -(d + W(t)) \cos(V(t)).\end{aligned}\quad (4)$$

На рис. 5 зображено кадри створеного анімаційного фільму коливання 2d-пружинного маятника під візком по розрахованій нехаотичній траєкторії при значеннях $m_1 = 150$; $m_2 = 40$; $k = 250$ і $d = 5$. З анімаційного фільму можна наочно перекоонатися у тому, що візок буде переміщатися праворуч завдяки організованим рухам вантажу по обчисленій траєкторії. Переміщення візка пояснюється узгодженими з напрямком його руху процесами розпрямлення (рис. 5, а) і стиснення пружини (рис. 5, б). Тобто у першому випадку відстань між масами штучно збільшується, а у другому – зменшується, що впливає на положення візка. Напрямок і швидкість переміщення візка визначається початковою умовою $u'(0)=1$.

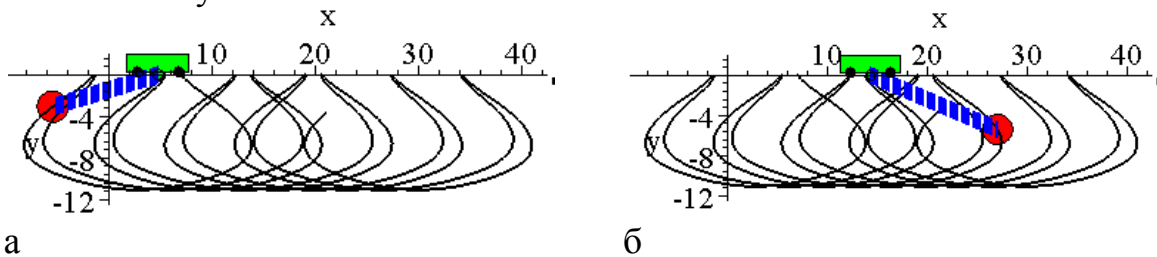


Рис. 5 – Коливання 2d-пружинного маятника під візком при значеннях $m_1 = 150$; $m_2 = 40$; $k = 250$ і $d = 5$

На завершення наведемо спосіб ініціювання руху візка у горизонтальному напрямку за допомогою коливання у вертикальній площині вантажів двох маятників (рис. 6). При цьому вантажі маятників мають переміщуватися по завчасно обчислених нехаотичних траєкторіях. Покажемо, що зазначені коливання дозволяють ініціювати рух візка у горизонтальному напрямку.

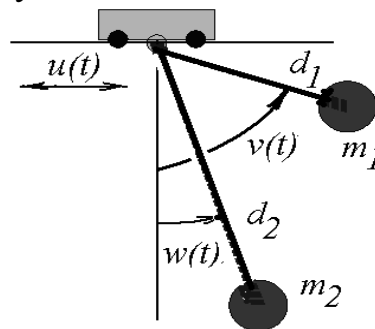


Рис. 6 – Схема двох маятників під візком

Для опису динаміки руху цієї коливальної системи використаємо рівняння Лагранжа другого роду. Як узагальнені координати оберемо такі параметри: $u(t)$ – горизонтальне зміщення візка; $v(t)$ – кут відхилення від вертикалі першого маятника; $w(t)$ – кут відхилення від вертикалі другого маятника. Далі у формулах прийнято позначення: m_0 – маса візка; m_1 – маса вантажу першого маятника; m_2 – маса вантажу другого маятника; d_1 – довжина першого маятника; d_2 – довжина другого маятника; $g = 9,81$.

Система рівнянь Лагранжа другого роду має вигляд:

$$\begin{aligned}
 & (m_0 + m_1 + m_2) \left(\frac{d^2}{dt^2} u(t) \right) - m_1 d_1 \cos(v(t)) \left(\frac{d^2}{dt^2} v(t) \right) \\
 & - m_2 d_2 \cos(w(t)) \left(\frac{d^2}{dt^2} w(t) \right) + m_1 d_1 \sin(v(t)) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right)^2 \\
 & + m_2 d_2 \sin(w(t)) \left(\frac{d}{dt} w(t) \right)^2 = 0 \\
 & -m_1 d_1 \cos(v(t)) \left(\frac{d^2}{dt^2} u(t) \right) + m_1 d_1^2 \left(\frac{d^2}{dt^2} v(t) \right) + m_1 d_1 g \sin(v(t)) = 0 \\
 & -m_2 d_2 \cos(w(t)) \left(\frac{d^2}{dt^2} u(t) \right) + m_2 d_2^2 \left(\frac{d^2}{dt^2} w(t) \right) + m_2 d_2 g \sin(w(t)) = 0
 \end{aligned} \tag{5}$$

Розв'язувати систему рівнянь (5) будемо чисельно за допомогою методу Рунге-Кутти з параметрами $d_1 = 4$; $d_2 = 8$; $m_0 = 1$; $m_1 = 1$ і з початковими умовами $u_0 = 0$; $u'_0 = 0$; $v_0 = 0$; $v'_0 = 1$; $w_0 = 1$ і $w'_0 = -1$ ($g = 9,81$). З обраних умов слідує, що стартове положення візка на початку координат (умова $u_0 = 0$) без початкової швидкості (умова $u'_0 = 0$). Перший маятник починає рух з вертикального положення (умова $v_0 = 0$), якому надано швидкості умовної одиниці у напрямку проти годинникової стрілки (умова $v'_0 = 1$). Другий маятник починає рух з відхиленого положення (умова $w_0 = 1$), якому надано швидкості величиною від'ємної умовної одиниці у напрямку за годинниковою стрілкою (умова $w'_0 = -1$). В результаті візок буде рухатися по осі Ox праворуч.

Розрахунок коливань маятничкової системи виконаємо методом проекційного фокусування [3]. При поєднанні одержаного критичного значення параметра $m_2 = 2$ з іншими вихідними параметрами коливальної системи вдається знайти шукані наближені розв'язки $U(t)$ $V(t)$ і $W(t)$ рівнянь (5), які забезпечують існування двох нехаотичних траєкторій переміщення обох вантажів маятників. Використовуючи знайдені розв'язки в декартовій системі координат xOy траєкторії переміщення вантажів маятників побудуємо за формулами:

$$\begin{aligned}
 x_1(t) &= U(t) + d_1 \sin(V(t)); & x_2(t) &= U(t) + d_2 \sin(V(t)); \\
 y_1(t) &= d_1 \cos(V(t)). & y_2(t) &= d_2 \cos(V(t)).
 \end{aligned} \tag{6}$$

На базі складеної програми створено анімаційний фільм, кадри з якого представлені на рис. 7. Перегляд фільму дає підстави стверджувати, що наведений варіант розрахунку характеризується рухом візка праворуч без зупинок завдяки організованим рухам вантажів по обчисленим нехаотичним траєкторіям.

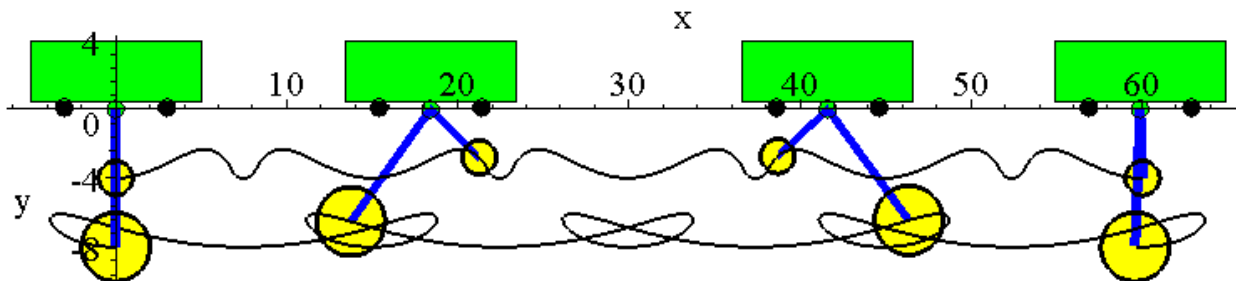


Рис. 7 - Зображення деяких фаз коливань маятників під візком

Висновки. Розроблений спосіб дозволяє визначати параметри нехаотичних траєкторій коливань маятників, здатних ініціювати рух візка у горизонтальному напрямку. Причину переміщення візка можна пояснити погодженими положеннями вантажів маятників у наперед виявлені моменти на обчислених нехаотичних траєкторіях їх переміщення.

Бібліографічний список

1. Толчин В.Н. Инерциод. Силы инерции как источник поступательного движения / В.Н. Толчин - Пермь, Пермское книжное издательство, 1977 г. - 103 с. Електроний ресурс. Режим доступу: http://second-physics.ru/lib/books/tolchin_inertioid.djvu
2. Шипов Г.И. 4D гироскоп в механике Декарта / Шипов Г.И. // Кирилица, 2006, 74 с. Електроний ресурс. Режим доступу: http://www.shipov.com/files/021209_tolchdescart.pdf
3. Куценко Л.М. Дослідження ініціювання руху візка за допомогою коливання 2d-пружинного маятника / Л.М. Куценко, О.М. Семків // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького – 2016. – Вип. 6. – С. 71–76.

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ У ВИКЛАДАННІ ТЕМИ «ДЕТАЛЮВАННЯ»

Лисичина С.В., студентка ФБМІ,

Воробйов О.М., ст. викладач,

Голова О.М., к.т.н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** - на прикладі створення презентації теми «Деталювання кондуктора» розглянута можливість швидко та ефективно освоїти тему «Читання складального кресленика» за рахунок поєднання методів традиційного навчання та можливості у зручній для студентів формі отримати навчальну інформацію.*

***Ключові слова** - деталювання, кондуктор, кресленик загального виду, презентація.*

Постановка проблеми. Індивідуальна творча робота студентів по заключній темі курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» - «Деталювання», є зразком підходу студента до вивчення базової теми курсу, де у повному обсязі проявляються вміння, знання і наполегливість студентів в оволодінні цією темою, творчий підхід до її вивчення . Розширення подачі матеріалу шляхом створення презентації є більш наочним, а також стимулюючим способом для студента вивчити матеріал та набрати додаткові стимулюючі бали у семестрі.

Формулювання цілей. Метою роботи є покращення методичного забезпечення навчальної дисципліни «Інженерної та комп'ютерної графіки» кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки КПІ ім. І.Сікорського за рахунок впровадження сучасних технологій навчання.

Основна частина. Читання кресленика загального виду та створення ескізів та креслеників деталей за цією темою є процесом, який потребує від студента багато часу та уваги. На прикладі атласу Іванова створена презентація 3-D моделі кондуктора з теми «Деталювання», де наочно зображені принцип його роботи, взаємодія різних частин, порядок його складання. У деталюванні студенти не мають досвіду, тому таке наочне уявлення дуже прискорює процес навчання. На рис. 1, 2, 3 наведені завдання з атласу Іванова, 3-D модель кондуктора та 3-D модель рухомих частин кондуктора. На початку цього учбового проекту подається визначення кондуктора, його види, а також сучасні розробки кондукторів.

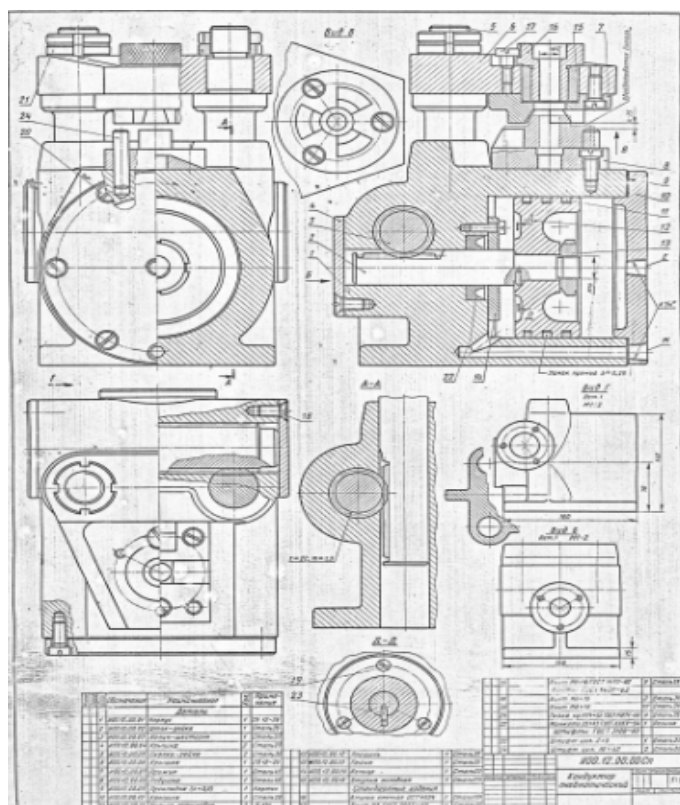


Рис.1 Завдання з атласу Іванова.

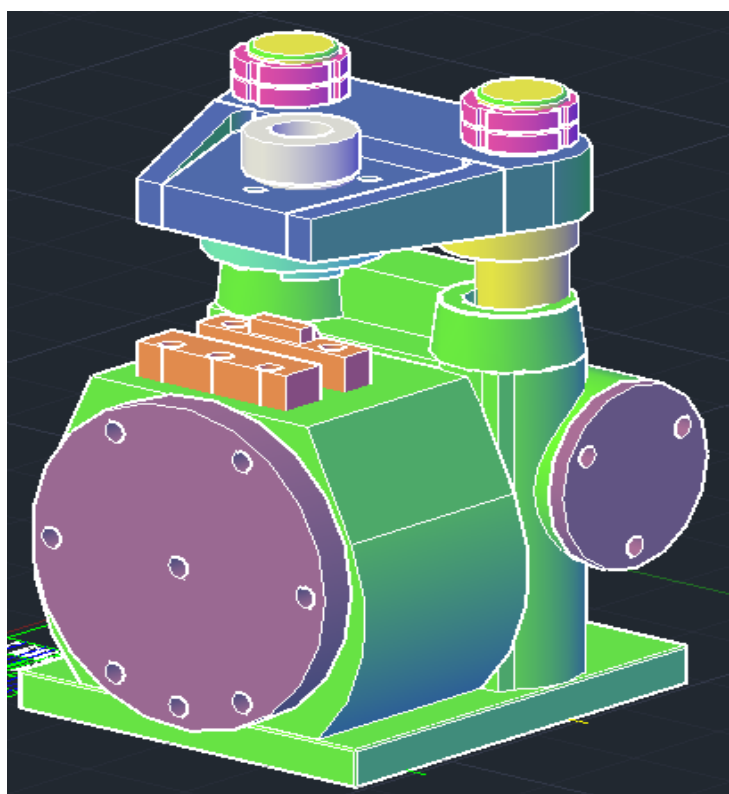


Рис.2 3-D модель кондуктора.

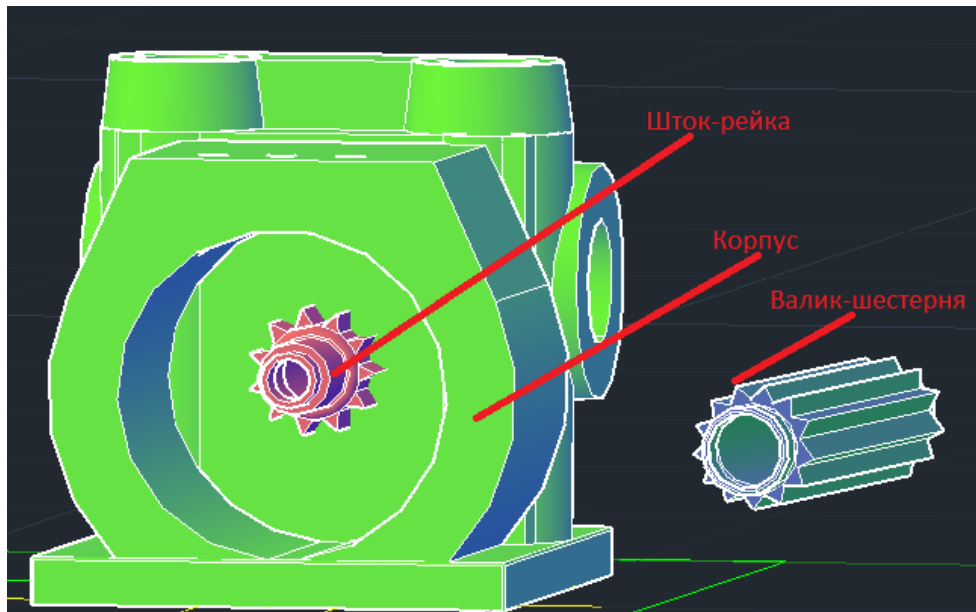


Рис.3 3-D модель рухомих частин кондуктора.

Зацікавленість студентів у вивченні цієї теми, а також навчання за болонською системою заохочують їх на творчий підхід до цієї теми, а також до більш повного її розкриття. Розглянутий підхід до вивчення теми дозволяє покращити якість знань, шляхом покращення технології викладання дисципліни.

Висновки. Презентація з теми «Деталювання» передбачає вивчення цього курсу інженерної графіки студентами заочної та дистанційної форм навчання, а також може бути використана для самостійної роботи студентів очної форми. Викладачі можуть використовувати дану презентацію для проведення занять з теми.

Бібліографічний список

1. Журавський В.С., М.З. Згуровський. Болонський процес: головні принципи входження в Європейський простір вищої освіти. –К., Політехніка, 2003. -200 с.
2. Гетьман О.Г., Н.В. Білицька, В.П. Шепель, Г.В. Баскова. Читання та деталювання креслеників загального виду. Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету усіх форм навчання. –К., НТУУ «КПІ», 2010.-112 с.

ЗАСТОСУВАННЯ СЕРЕДОВИЩА ПРОГРАМУВАННЯ DELPHI ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ ПРУЖНОГО МАЯТНИКА

Луданов Д.К., ст. викладач,
Андрійчук В.Л., студент,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, (Україна, м. Київ)

Анотація – стаття присвячена дослідженню гармонічних коливань пружного маятника у середовищі програмування Delphi. Основна мета роботи полягає у застосуванні графічних компонент Delphi для візуального аналізу фізичних задач.

Ключові слова – гармонічні коливання, пружний маятник, Delphi.

Постановка проблеми. Фізика як наука посідає чільне місце у розвитку суспільного життя. Експериментальна частина фізики базується на дослідженнях і записується мовою математики, але для повного представлення явищ у розв’язуванні різних задач з фізики потрібно мати й просторово-графічне уявлення кінцевого результату. Таким чином, графічне представлення отриманих розв’язків за допомогою програми Delphi відіграє важливу роль для подолання просторового бар’єру при аналізі поведінки функцій, що описують фізичні процеси.

Формулювання цілей. Ключова задача, поставлена у даному завданні, полягає у пізнанні нових можливостей побудови плану розв’язку задач. Для цього за допомогою графічних компонентів Delphi побудуємо такий план, що на основі отриманих результатів дасть цілковите уявлення перебігу гармонічних коливань пружного маятника за період часу.

Основна частина. Гармонічні коливання вважають найпростішими коливаннями, при яких коливна величина змінюється за законом косинуса або синуса. Вивчення таких коливань є доволі важливою стадією дослідження маятників в різних умовах, так як різні малі й періодичні коливання, що зустрічаються у природі й техніці, є гармонічними.

Розглянемо коливання деякої фізичної величини x , що описується функцією $x(t) = A * \sin(\omega t)$. Для аналізування цього процесу програма надає можливість дослідити функцію як математично, так і графічно (чого і прагне поставлена перед нами задача). Математична модель задачі складається з обчислення похідних 1-го та 2-го порядків від заданої функції, а також використання фізичних формул кінетичної й потенціальної енергії пружного маятника. Тому, маючи досить функціональний компілятор Delphi, отримуємо оцінки наших функцій в певних точках числовими значеннями.

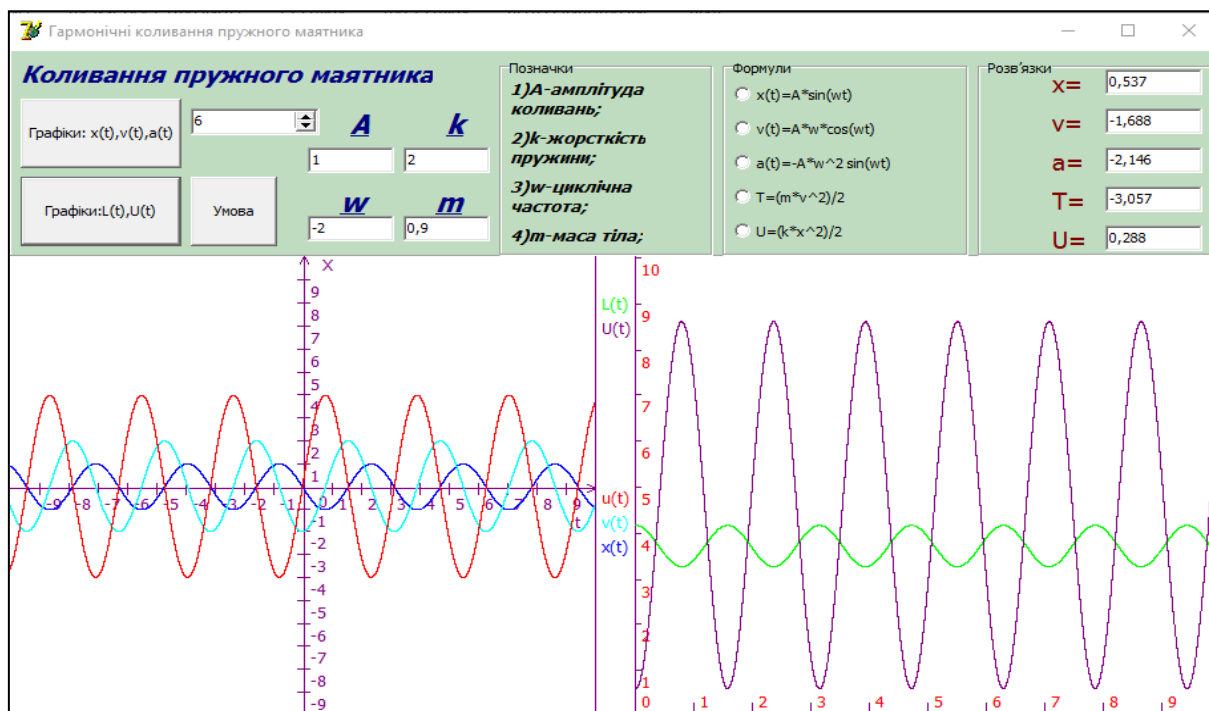


Рис. 1. Графіки гармонічних коливань пружного маятника

В Delphi для побудови різних графічних об'єктів використовується спеціальний клас TCanvas, якому притаманна велика кількість властивостей та методів, що задовільняють всім умовам для побудови графічних об'єктів. Отже, використовуючи компоненту Image, підключаємо полотно Canvas, що задається розмірністю у пікселях. На полотні обирається прямокутна область за допомогою функції Rectangle, яку програма використовує як Декартову систему координат. Далі, враховуючи значення функцій, що відповідають за масштабування по осям, і також враховуючи значення констант, заданих користувачем, відбувається побудова графіків функцій у вигляді синусоїди й косинусоїди.

Крім того, для зручності розв'язування задач з різними умовами у програмі враховано введення користувачем амплітуди коливань, жорсткості пружини, маси тягарця та частоти коливань.

Висновки. Отриманий графічний результат дає розуміння перебігу механічних процесів, які відбуваються в коливальному контурі. Завдяки цьому, навіть не знаючи математичного розв'язку, можна зробити висновок щодо коливання пружного маятника.

Бібліографічний список

1. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Наука, 1988. – Т. 1. : Механика. – 216 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики, т. 1. – М.: 1977. – § 49, 50, 53.
3. Архангельский А.Я. Object Pascal в Delphi. – СПб.: Бинум, 2002.
4. Митчелл К. Керман. Программирование и отладка в Delphi: Учебный курс: М.; СПб.; Киев, 2003.

ВИКОРИСТАННЯ DELPHI ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ СВІТЛА В ТОНКИХ ПЛІВКАХ

Луданов Д.К., ст. викладач,

Несіна Л.Р., студентка,

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

Анотація – в статті розглядається використання програмного середовища Delphi для розв'язання задачі інтерференції світла в тонких плівках.

Ключові слова – інтерференція, світло, програмне середовище, Delphi, тонкі плівки.

Постановка проблеми. Інтеграція сучасних інформаційних технологій з різноманітними областями науки і техніки наразі є одним з основних засобів отримання нових наукових знань і технологічних рішень. Використання програмного середовища є найбільш гнучким і універсальним методом дослідження реальних об'єктів, процесів і явищ, та успішно застосовується в багатьох науках, зокрема, в фізиці. Для застосування зазначеного методу дослідник має глибоко розуміти алгоритми обчислювальної математики та володіти засобами їх програмної реалізації.

Формулювання цілей. В даній статті буде продемонстровано можливості розв'язання задач оптики в Delphi на прикладі задачі інтерференції світла в тонких плівках.

Основна частина. Інтерференцію світла можна спостерігати не лише в лабораторних умовах, застосовуючи для цього спеціальні оптичні пристрої. Кожному не раз доводилося спостерігати райдужне забарвлення мильних плівок, тонких плівок нафти або мінерального масла, які плавають на поверхні води, кольори мінливості на поверхні загартованих сталейних деталей, які покриті найтоншим прозорим шаром оксидів. Усі ці явища обумовлені інтерференцією світла в тонких прозорих плівках, яка виникає внаслідок накладання когерентних хвиль, що відбиваються від верхньої та нижньої поверхонь плівки.

Промінь світла, проходячи через плівку товщиною d , відобразиться двічі — від внутрішньої та зовнішньої її поверхонь. Відбиті промені матимуть постійну різницю фаз, що дорівнює подвоєній товщині плівки, від чого промені стають когерентними і будуть інтерферувати. Утворені промені є інтерференційними смугами рівного нахилу. Повне гасіння променів станеться при $d = \frac{\lambda}{4}$, де λ — довжина хвилі.

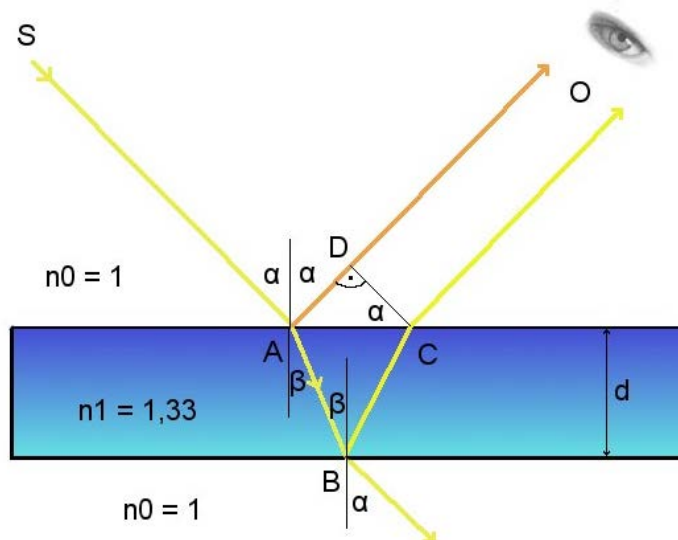


Рис. 1. Схематичне зображення проходження променя світла через плівку.

Розглянемо задачу інтерференції світла в тонких плівках. На мильну плівку падає біле світло під кутом $i=40^\circ$. При якій найменшій товщині плівки $d_{\min}$ відбиті промені будуть зафарбовані в червоний колір ($\lambda = 0,65\text{мкм}$)? Показник заломлення мильної води $n=1,33$.

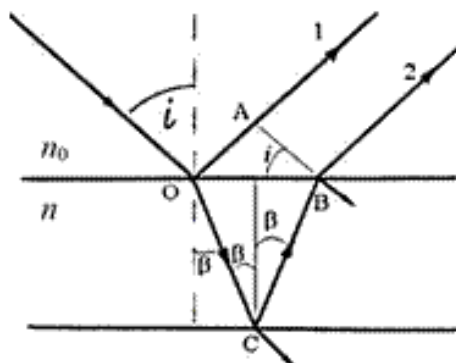


Рис. 2. Ілюстрація падіння променя світла в задачі інтерференції світла в тонких плівках.

Оптична різниця ходу променів, які відбиваються від нижньої та верхньої поверхонь плівки:

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i}, \quad (1)$$

де d -товщина плівки, n -показник заломлення плівки, i -кут падіння променів.

Запишемо умова інтерференційного максимуму:

$$\Delta = m\lambda, \quad (m = 1, 2 \dots), \quad (2)$$

де λ — довжина хвилі світла.

Підставляючи (1) в (2) та враховуючи, що вираз (1) позитивний, отримуємо

$$2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} = m\lambda, \quad (3)$$

З (3) знайдемо можливі значення товщини плівки

$$d = \frac{m\lambda}{2\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}, \quad (4)$$

Найменша товщина плівки спостерігається при $m=1$

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{2\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}, \quad (5)$$

Для розв'язання вище описаної задачі в програмному середовищі Delphi була створена програма, яка після введення користувачем початкових даних: кута падіння променя та кольору, в який він забарвиться після відбиття, зчитує введені дані, за допомогою математичних формул обчислює товщину плівки та виводить результат: кут, під яким промінь заломлюється та відбивається. Відповідно до поставленої задачі та результатів обчислень програма малює хід падаючих та відбитих променів.

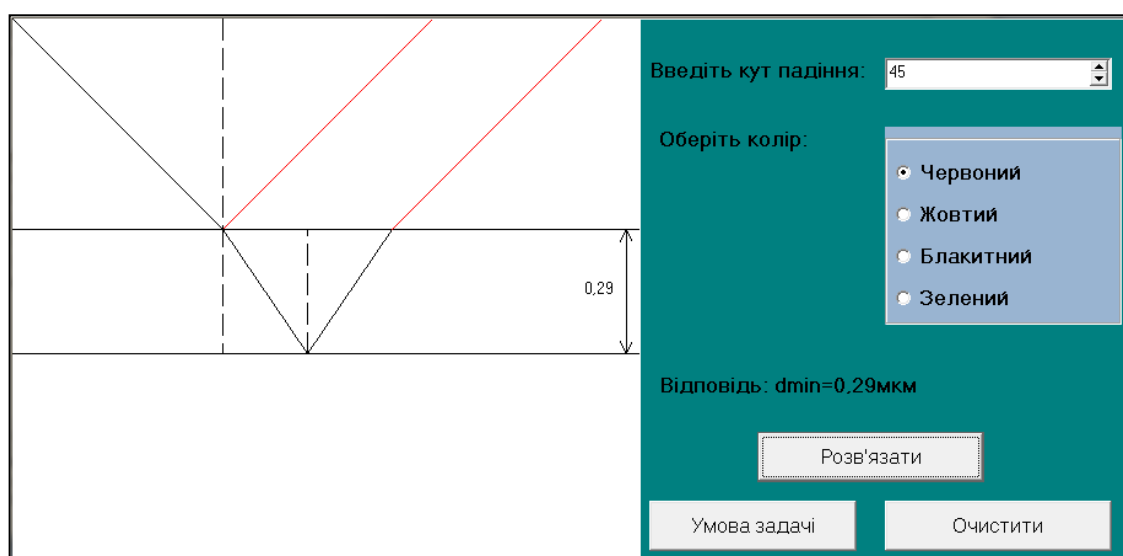


Рис. 3. Вікно програми.

Висновки. Візуальне моделювання і розв'язання фізичних задач в Delphi за допомогою закладеного алгоритмічного підходу і формалізації представлення задачі дозволяє побудувати структуру розв'язання задачі у вигляді компонентного ланцюга, а наявна візуалізація дозволяє наочно побачити результати розв'язання фізичної задачі.

Бібліографічний список

1. Зеличенко В. М., Дмитриев В. М., Шарова О. Н., Филиппов А. Ю. Решение задач физики с помощью системы визуального моделирования и решения задач (СВИМЗ). Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2006. – №3. – С.43–47.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Оптика – К.: Вища шк, 1995.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Наука, 1989, т.3.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. – М.: Наука, 1989.

МОДЕЛЮВАННЯ В DELPHI КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ: ЗАДАЧА ПРО ВИНИКНЕННЯ СТОЯЧОЇ ХВИЛІ

Луданов Д.К., ст. викладач,
Семенюк О.В., студентка,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, (Україна, м. Київ)

***Анотація** – в статті розглядається моделювання в Delphi коливальних процесів на прикладі задачі про виникнення стоячої хвилі.*

***Ключові слова** – моделювання, коливальні процеси, Delphi, стояча хвиля.*

Постановка проблеми. Застосування сучасних інформаційних технологій стало однією з ґрунтовних змін в методиці дослідження фізичних явищ, що привело до актуалізації проблеми використання комп'ютерного моделювання для візуалізації розв'язків фізичних задач та зображення фізичних процесів.

Формулювання цілей. Метою статті є моделювання в середовищі програмування Delphi зміщення частинок середовища хвилі у різні моменти часу.

Основна частина. Розглянемо одну з важливих задач інтерференції: в результаті накладання двох зустрічних плоских хвиль з однаковою амплітудою виникає коливальний процес, що називається «стояча хвиля».

Запишемо рівняння двох плоских хвиль, що поширюються в протилежних напрямках (початкова фаза $\phi = 0$):

$$\begin{cases} \xi_1 = A \cos(\omega t - kx) \\ \xi_2 = A \cos(\omega t + kx) \end{cases} \quad (1)$$

Додамо ці два рівняння і перетворимо їх за формулою суми косинусів:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 = 2A \cos\left(\frac{\omega t - kx + \omega t + kx}{2}\right) \cos\left(\frac{\omega t - kx - \omega t - kx}{2}\right) \quad (2)$$

Так, як $\cos(-\alpha) = \cos \alpha$, то можна записати:

$$\xi = 2A \cos \omega t \cos kx = 2A \cos kx \cos \omega t \quad (3)$$

Враховуючи, що $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, отримаємо рівняння стоячої хвилі:

$$\xi = 2A \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right) \cos \omega t \quad (4)$$

У виразі для фази не входить координата, тому можна записати:

$$\xi = A^* \cos \omega t, \quad (5)$$

де сумарна амплітуда $A^* = 2A \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$. В точках, де координати задовольняють умову $2\pi \frac{x}{\lambda} = \pm n\pi$, ($n = 1, 2, \dots$) сумарна амплітуда дорівнює максимальному значенню: $A^* = 2A$ – це пучності стоячої хвилі. Координати пучностей: $x_n = \pm n\lambda/2$.

В точках, координати яких задовольняють умові:

$$2\pi \frac{x}{\lambda} = \pm \left(n + \frac{1}{2}\right)\pi, \quad (n = 0, 1, 2, \dots), \quad \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 0, \quad (6)$$

сумарна амплітуда дорівнює 0, $A^* = 0$ – це вузли стоячої хвилі. Координати вузлів: $x_v = \pm \left(n + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$.

Точки середовища, що знаходяться у вузлах, коливань не здійснюють.

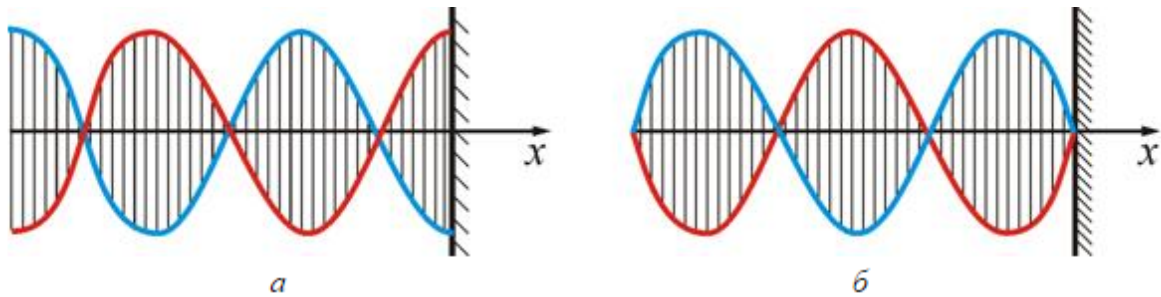


Рис. 1. Межа, де відбувається відображення хвилі: а – утворення пучності; б – утворення вузла.

Утворення стоячих хвиль спостерігають при інтерференції падаючих і відбитих хвиль. На межі, де відбувається відображення хвилі, утворюється пучність, якщо середовище, від якої відбувається відображення, менш щільне (рис. 1, а), і вузол – якщо більш щільне (рис. 1, б).

Якщо розглядати падаючу хвилю, то в напрямку її поширення переноситься енергія коливального руху. У разі ж стоячій хвилі перенесення енергії немає, тому що падаюча і відбита хвилі однакової амплітуди, мають однакову енергію в протилежних напрямках. Повна ж енергія хвилі зосереджена між вузлами і з часом не змінюється.

З метою моделювання в Delphi коливальних процесів була створена програма для візуалізації задачі про виникнення стоячої хвилі. Після введення початкових даних в компоненти Edit вони перетворюються у цілочисельні змінні для подальшої роботи з ними як з константами. Змінній, що відповідає за зміну часу в процесі коливання, задається крок 2. При кожному кліку по кнопці «Побудувати» графік буде змінюватись в залежності від часу.

В процедурі для кнопки «Побудувати» задаються команди для масштабування та побудови на Image1 графіка першої хвилі. На Image2 ми будемо графік хвилі, що є еквівалентною першій, але розповсюджується їй на зустріч. На Image3 вже зображується результат накладання двох попередніх хвиль, тобто ми будемо графік стоячої хвилі, яка утворилась (рис. 2).

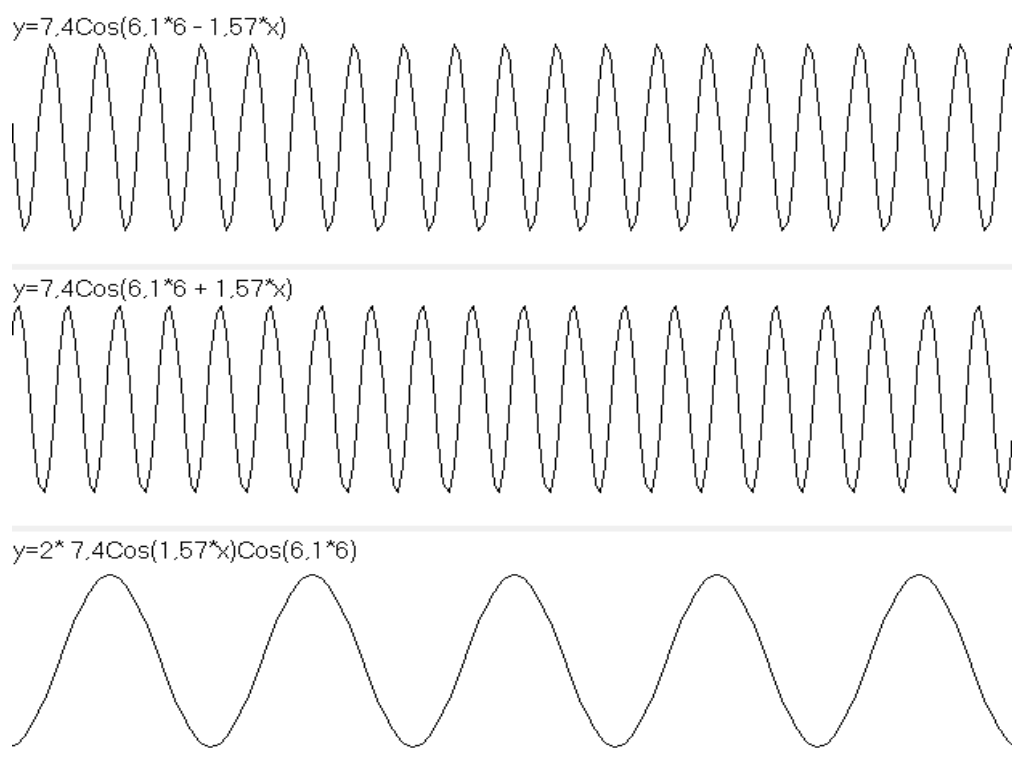


Рис. 2. Графік хвилі: Image1, Image2, Image3.

Побудові графіка стоячої хвилі відповідає наступний фрагмент програмного коду:

```
x:=-10;
y:=2*a*Cos(((2*Pi)/l)*x)*Cos(w*t);
Image3.Canvas.MoveTo(ii(x),jj(y));
repeat
  x:=x+0.1;
  y:=2*a*Cos(((2*Pi)/l)*x)*Cos(w*t);
  Image3.Canvas.LineTo(ii(x),jj(y));
until x>=10
```

Висновки. Наведений метод моделювання дозволяє побудувати графічне зображення коливальних процесів, що підтверджує доцільність застосування інформаційних технологій в сучасній фізиці.

Бібліографічний список

5. Естественнаучная школа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ens.tpu.ru>.
6. Оптика. елементи теорії відносності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elearn.untvector.net>.
7. Інтерференція хвиль та стоячі хвилі відносності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fizmat.7mile.net>.
8. Інтерференція світла [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gutpfusik.blogspot.com>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗРОБЛЕННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ

Лясковська Соломія, к.т.н.,

Сініцин Андрій, студент

Національний університет «Львівська політехніка», (Україна, м. Львів)

Анотація – досліджено процес взаємодії CAD систем **SolidWorks** та **Компас** при формуванні складальних одиниць з використанням формату **Parasolid(*.x_t)**. Розроблену 3D - модель у середовищі **Компас** перенесено у **SolidWorks**, де створено складальну одиницю та імпортовано знову у середовище **Компас**, що дає можливість дослідити зміни 3D - моделі в процесі її перенесення з одного середовища в інше. Показано, що дані, які експортуються, зберігають свій колір і відображення, лише змінюється відтінок. Процес експортування 3D - моделі складальної одиниці відбувається без змін в її конструкції із збереженням зовнішніх та внутрішніх геометричних поверхонь.

Ключові слова – CAD системи, складальна одиниця, обмін графічними даними, формат **Parasolid(*.x_t)**, шлях транспортування графічних об'єктів, 3D - модель.

Постановка проблеми. Актуальним завданням в процесі розроблення моделей деталей і вузлів спеціального обладнання постає взаємодія CAD систем. Середовище **Компас** є зручним для проектування, а для дослідження впливу зовнішніх факторів на створену 3D - модель складальної одиниці застосовується **SolidWorks**. Сучасні інформаційні технології дають змогу залучення процесу обміну графічними даними між зазначеними CAD системами. Це дозволить покращити якість і швидкість проектування, якнайкраще використовуючи функції кожного програмного середовища. Імпортування даних між цими двома середовищами можна здійснити за допомогою формату **Parasolid(*.x_t)**.

Аналіз останніх досліджень. Проблеми імпортування графічних даних для різних CAD середовищ розглядаються у наукових розвідках [1, 2]; зокрема, [1] подає стандарти для транспортування графічних даних між різними середовищами та специфікацію таких стандартів. Розглянуто також взаємодію різних CAD - середовищ щодо транспортування графічних документів [3], наприклад, взаємодії системи інженерної комп'ютерної графіки **AutoCAD** і **Компас**. Отже, постає цікаве дослідження стосовно обміну графічними даними між системою **Компас** та іншими САПР програмами.

Формулювання цілей (постановка завдання). Завданням дослідження є систематизація, розроблення та дослідження шляху

імпортування 3D - моделей складальних одиниць між **Компас** / **SolidWorks** за допомогою формату **Parasolid(*.x_t)**.

Основна частина.

Для дослідження взято деталь, 3D - модель якої побудована в середовищі **Компас** (рис.1).

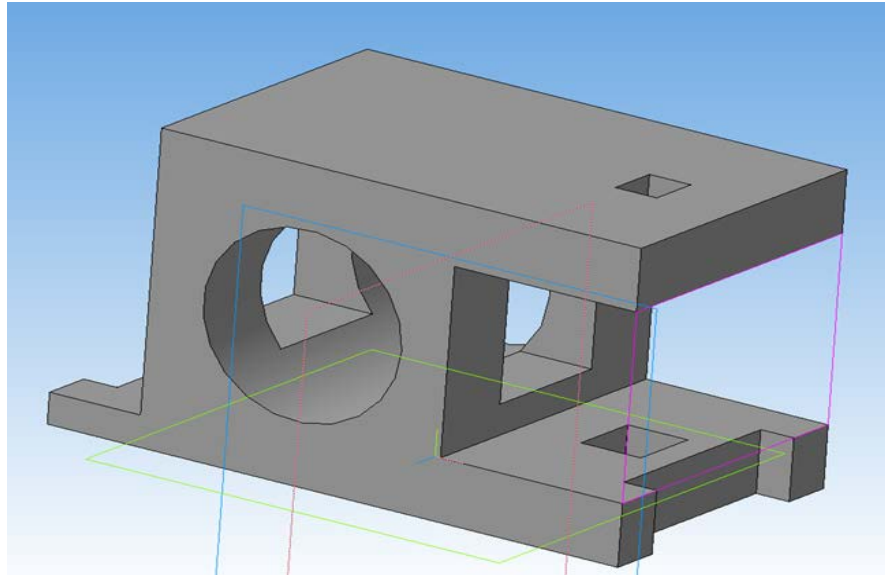


Рис.1. Модель деталі, побудована в CAD системі **Компас**

Наступним етапом є збереження цієї деталі у форматі **Parasolid (*.x_t)** для того, щоб експортувати її в середовище **SolidWorks**. В процесі збереження графічних даних потрібно вибрати у меню даний **формат** і наведене вище розширення та зберегти файл. Дані, що експортуються, зберігають свій колір і відображення. Після збереження відкриваємо файл **Parasolid (*.x_t)** у **SolidWorks** (рис.2), що являє результат процесу перенесення 3D - моделі деталі.

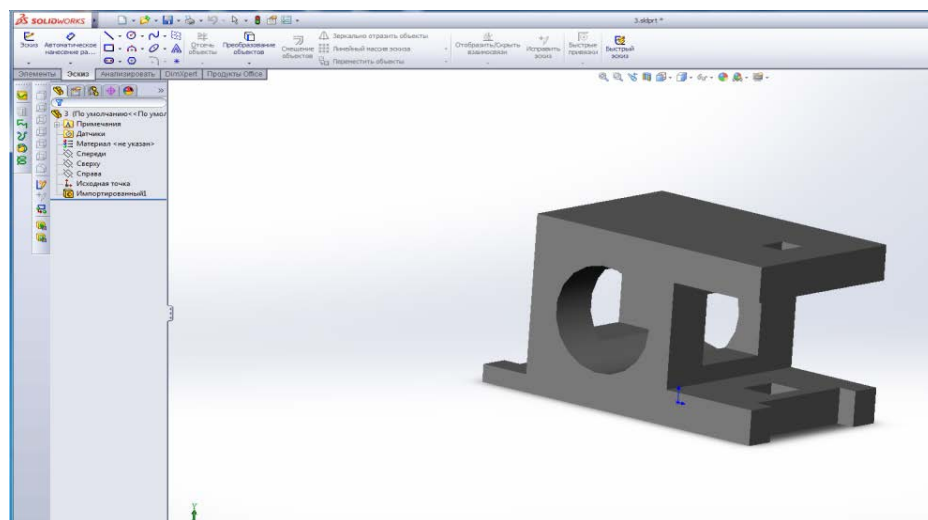


Рис.2. Відкритий файл **Parasolid (*.x_t)** у **SolidWorks**

Після перенесення 3D - моделі деталі в середовище **SolidWorks** змінився відтінок кольору деталі, поверхні та отвори зберегли свої геометричні форми.

Наступним етапом дослідження є внесення коректив у модель деталі та створення 3D - моделі складальної одиниці. Процес відбувається в середовищі **SolidWorks**. Таку модель потрібно експортувати знову в середовище **Компас** і порівняти переваги та недоліки первісної і перетвореної 3D - моделі складальної одиниці у кожній з використовуваних програм.

Для того, щоб продовжити процес інтерактивної взаємодії з моделлю деталі в **SolidWorks**, потрібно зберегти її у файлі **SolidWorks** натисканням опції **Зберегти**.

Для створення 3D - моделі складальної одиниці потрібно запозичити з бібліотеки CAD системи **Компас** 3D - модель гвинта, нами вибраний стандарт *ГОСТ Р ИСО 4762-2012 (A*, і зберегти її у форматі **Parasolid (*.x_t)**. Готову модель гвинта експортуємо у середовище **SolidWorks**. Результат процесу експортування 3D - моделі гвинта ілюстрований на рисунку 3.

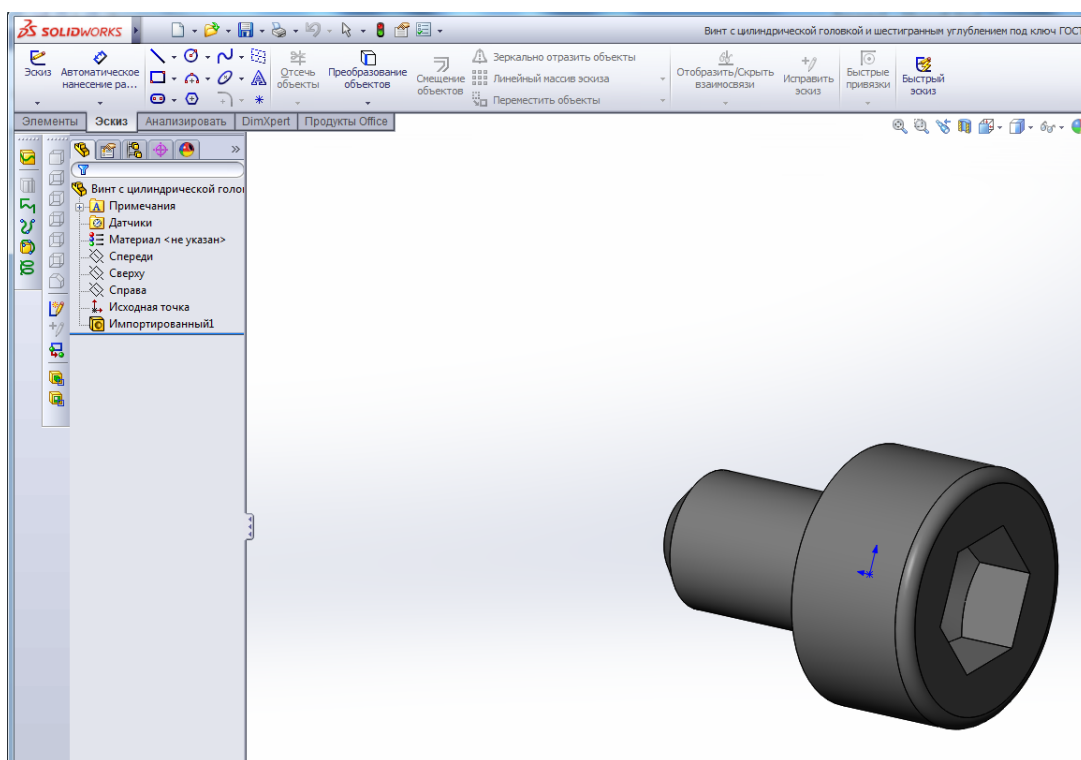


Рис.3. Перенесена модель гвинта з CAD системи **Компас** у **SolidWorks**

Для складальної одиниці потрібно створити плиту з отворами (рис.4) для гвинта та отвори для гвинта в деталі (рис.5).

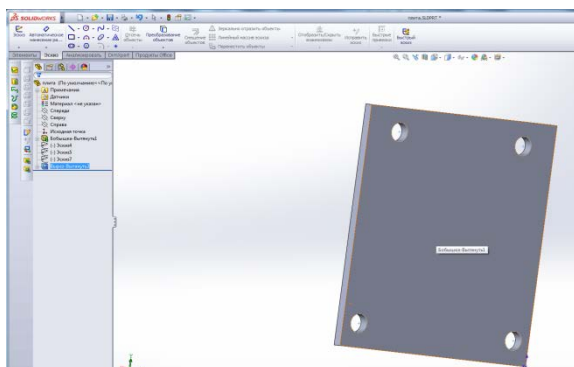


Рис.4. Створені отвори в плиті у системі **SolidWorks**

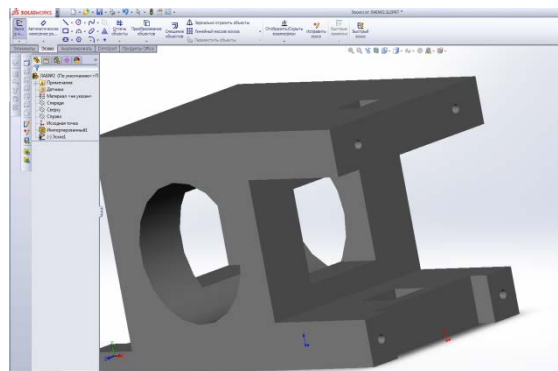


Рис.5. Створені отвори в деталі у системі **SolidWorks**

Створення 3D - моделі складальної одиниці починаємо з деталі, яку було експортовано з середовища **Компас**, плити, яку розроблено у середовищі **SolidWorks**, і гвинтів, які також перенесли із середовища **Компас**. Всі компоненти складальної одиниці з'єднані з використанням операції **Сопряжение**. Результатом поєднання усіх моделей деталей є 3D - модель складальної одиниці у середовищі **SolidWorks** (рис. 6).

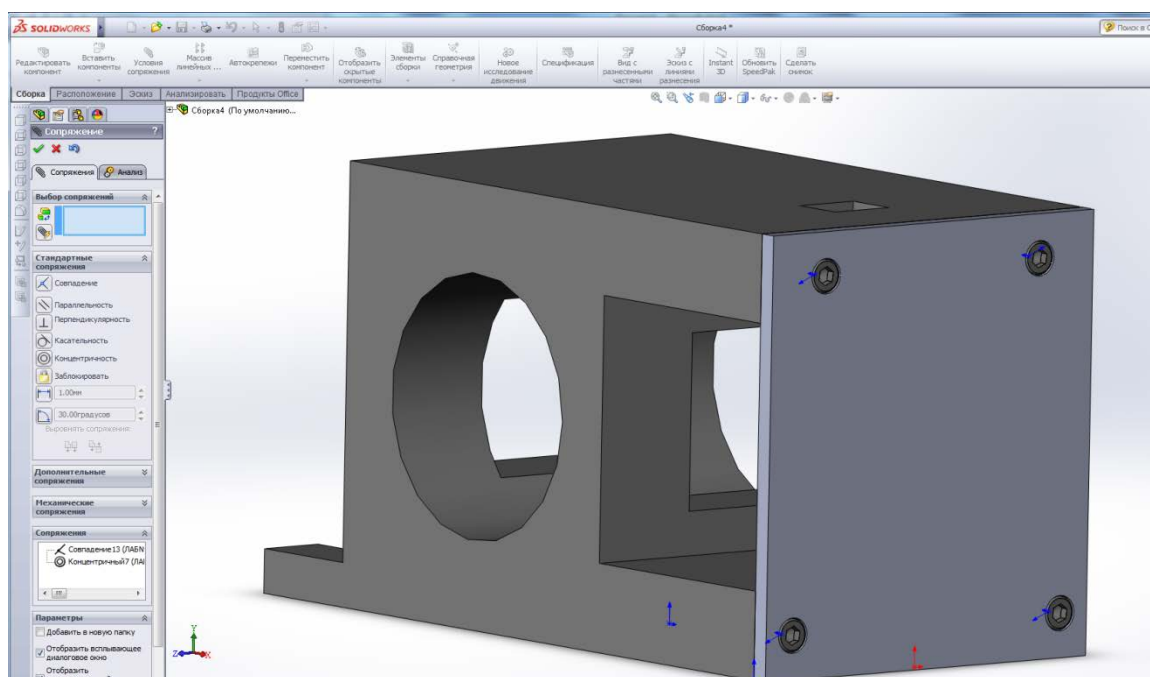


Рис.6. Перенесені моделі гвинтів з CAD системи **Компас** у **SolidWorks**

Цікавою є також можливість дослідити перенесення із **SolidWorks** створеної 3D - моделі складальної одиниці у середовище **Компас**. Для цього потрібно зберегти цю модель у форматі **IGES (*.igs)** і відкрити його в середовищі **Компас** (рис. 7).

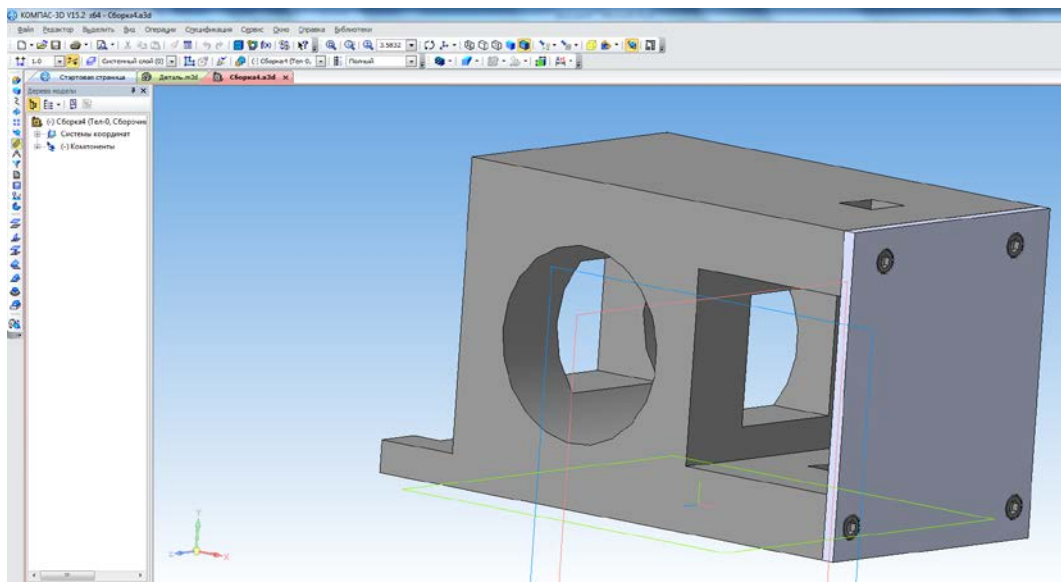


Рис.7. Перенесена 3D - модель складальної одиниці
в CAD – систему **Компас**

Процес експортування 3D - моделі складальної одиниці відбувся без змін в її конструкції із збереженням зовнішніх та внутрішніх геометричних поверхонь.

Висновки. Запропонований та досліджений процес взаємодії CAD систем **Компас** і **SolidWorks** надає змогу розв'язувати задачі конструювання 3D - моделей складальних одиниць, якнайкраще використовуючи інструментальні засоби кожного програмного середовища. Досліджений спосіб взаємодії CAD систем забезпечує високу швидкість проектування технічного устаткування при належній якості виконання конструкторських робіт.

Подальші дослідження направлені на розрахунок зусиль і напружень в складальній одиниці за допомогою наведеного вище способу імпортування графічної документації.

Бібліографічний список

1. INITIAL GRAPHICS EXCHANGE SPECIFICATION (IGES). Computer Systems Laboratory National Institute of Standards and Technology – Gaithersburg, MD 20899.
2. *Гумен О.М.* Візуальне програмування задач механіки із залученням геометричних засобів CAD-систем / О.М. Гумен, Є.В. Мартин, С.Є. Ляковська. – Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип. 4. – Т.55. – С.18-23.
3. *Бойко М.В.* Рендеринг як ефективний засіб візуалізації моделей виробів у середовищі CATIA V5 / М.В. Бойко, С.Є. Ляковська. – Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні. № 746. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2012. – С.18-20.

ПРОГРАМОВАНІЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Макаренко М. Г., доцент,
Національний авіаційний університет, (Україна, м. Київ)
Гожій С.П., д.т.н.,
Юрчук В. П., професор,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,
(Україна, м. Київ)

Анотація – пропонується навчальний посібник до застосування на лекційних заняттях з навчальної дисципліни «Нарисна геометрія», який сприяє результативному оволодінню студентами навчальним матеріалом.

Ключові слова – нарисна геометрія, навчальний посібник, конспект лекцій, проведення навчального заняття, наочні зображення, комплексні кресленики, алгоритми розв'язку задачі, самостійне конспектування.

Постановка проблеми. Багатовікове викладання нарисної геометрії у політехнічній освіті визначило зміст самої навчальної дисципліни. Актуальними залишаються методики викладання, які залежать від рівня підготовленості першокурсників до сприймання інформації за методом проєкцій, а також рівня комп'ютеризації навчального процесу.

На наукових зібраннях останніх років відзначається вкрай низький рівень шкільної підготовки абітурієнтів з геометрії та креслення [1]. Більшість випускників шкіл взагалі не мають уявлення про графічну підготовку та діяльність. Окрім цього, у школі проводяться лише практичні або лабораторні заняття. Лекції, як окремий вид занять, не практикуються. Тому протягом першого семестру студенти-першокурсники технічних спеціальностей вищих навчальних закладів повинні не тільки оволодіти методом проєкцій, але і умінням творчо осмислювати навчальний матеріал у вигляді конспекту лекцій.

Аналіз останніх досліджень. Конспект лекцій з нарисної геометрії, на відміну від конспектів із інших навчальних дисциплін, які є базовими для політехнічної освіти, вирізняється насиченістю рисунками. При цьому, більшість із них є геометричними розрахунками параметрів об'єктів простору, а не ілюстрацією до певного математичного апарату, як це робиться у шкільному курсі стереометрії.

Відношення лекторів до конспектування матеріалу лекції є неоднозначним. У підручнику Ю.М. Ковальова і В.М. Верещаги

рекомендується матеріал «пропускати через себе», записуючи власними словами. Точно слід записувати лише назви, визначення і теореми [2]. І. С. Вишнепольський надає перевагу задиктовуванню [3]. Мотивація полягає у тому, що текст викладачем вивірено, виключається довільне трактування понять і термінології.

Незалежно від способу написання конспекту, критерієм його якості може служити лише здатність студента самостійно повторно вивчити прослухану тему лекції за занотованим матеріалом і доопрацювати її за навчальними посібниками чи певними підручниками з нарисної геометрії.

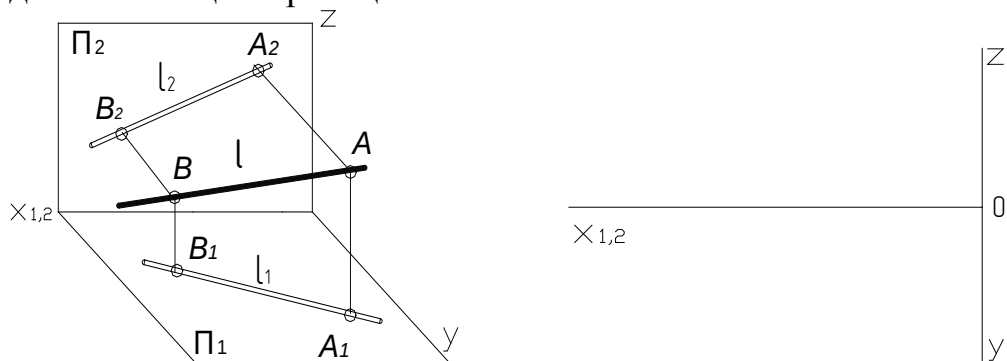
Формулювання цілей. Допомогти студентам-першокурсникам в організації продуктивної праці на лекційних заняттях з нарисної геометрії шляхом творчого самостійного заповнення певним змістом роздавального програмованого конспекту лекцій.

Основна частина. Навчальний посібник, такий як конспект лекцій з нарисної геометрії, включає п'ятнадцять тем за класичною схемою «від простого до складного». Спочатку розглядаються проекції основних елементів геометричного простору: точки, прямої, площини і відображення їх взаємного розташування та способи перетворення креслеників. Надалі вивчаються проекції поверхонь і тіл, їх перетин площиною та між собою. Весь матеріал подається як навчальний посібник, який служить для раціонального освоєння матеріалу лекційних занять.

Відомо, що нарисна геометрія є розділом геометрії, в якому просторові фігури вивчаються за допомогою їх графічних зображень на площині рисунка [4].

Тому в конспекті перших тем наводяться не лише наочні зображення геометричних фігур, але й відповідні ілюстрації отримання їх ортогональних проекцій. За цим рисунком студент виконує кресленик, розташовуючи його поряд із наочною геометричною моделлю (рис. 1).

Під рисунком виконується запис із аналізом властивостей проекцій геометричної фігури та висновків про розташування наведеної фігури відносно площин проекцій.



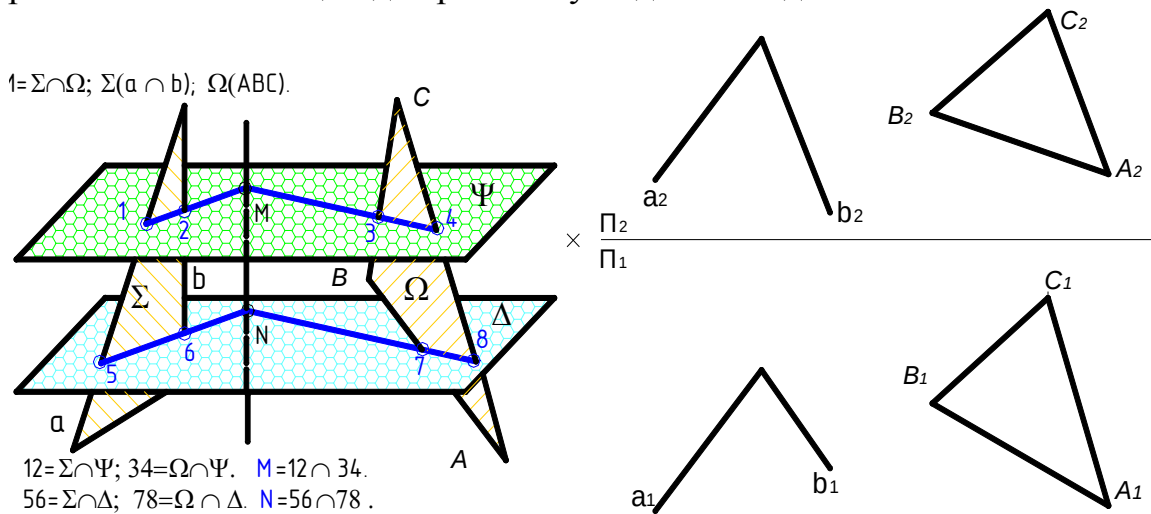
Зображений відрізок прямої AB відносно площин проекцій Π_1 і Π_2 займає _____

Рис. 1.

По мірі вивчення навчальної дисципліни необхідність у поясненнях про отримання проекцій на наочних моделях відпадає. Проте збільшується складність задач. Для ідентичності розв'язку всіма студентами потоку задач за темою лекції у конспекті наведені графічні частини умови, а лекція повинна проводитися в аудиторіях, обладнаних мультимедійною технікою для виводу на екран тієї ж умови.

На рис. 2 у якості прикладу наведена задача знаходження лінії перетину двох площин загального положення.

Практика показує, що навіть незначне відхилення від умови може вивести розв'язок за межі аркуша конспекту. Під рисунком записується алгоритм побудови із використанням умовних познач та скорочень. У висновках вказують на необхідність застосування допоміжних розтинальних площин для розв'язку подібних задач.

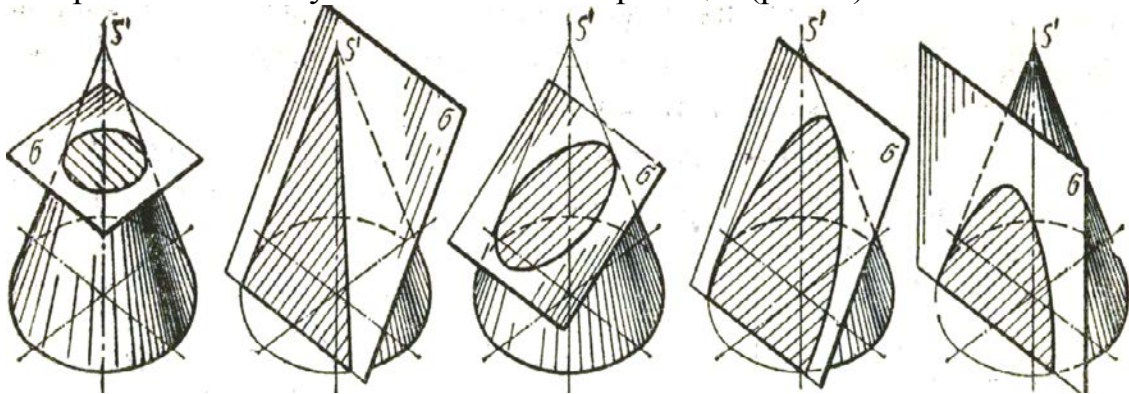


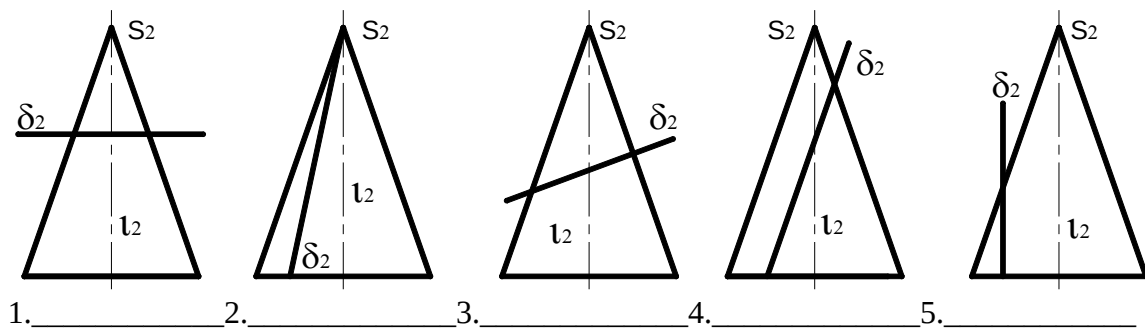
Алгоритм. _____

Висновок. _____

Рис. 2.

При розгляді деяких тем наводиться значна кількість ілюстрацій підвищеної складності, на рисування яких буде затрачена лівова частина часу, відведеного на лекцію. Тому рисунки, наприклад кривих поверхонь, надруковані у конспекті, а студент конспектує лише результати геометричного аналізу властивостей їх проекцій (рис. 3).





Встановіть відповідність та назвіть геометричний результат перетину конуса площиною.

Рис. 3.

Дуже важливим фактором успішного повторення занотованого матеріалу лекції є розгляд послідовності побудов розглянутої задачі. Лише записаний алгоритм допоможе студенту самостійно «розплутати» павутину ліній на кресленику. Тому у конспекті, поряд із умовою, виділені «вікна» для обов'язкового запису алгоритмів просторового розв'язку задачі і для його реалізації на кресленику.

У кінці кожної теми виділені сторінки для обов'язкового конспектування матеріалу за підручником [4]. Звичайно студент може скористатися й іншими джерелами, в тому числі мультимедійними підручниками, наприклад [5], або звернутися до Інтернету.

До конспекту додається анкета, за якою проводиться опитування студентів щодо методики викладання курсу нарисної геометрії та доцільності застосування навчального посібника програмованого студентського конспекту лекцій, оскільки даний навчальний посібник розроблено та впроваджується в навчальний процес вперше.

Висновки:

1. Навчальний посібник «Програмований студентський конспект лекцій з нарисної геометрії» дозволить сформулювати у студентів уміння аналізувати та індивідуально занотовувати до власного конспекту навчальний матеріал у об'ємі, достатньому для повторного вивчення та домашнього самостійного доопрацювання його як за навчальним посібником.

2. Кафедри «Нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки» «КПІ» ім. І. Сікорського і «Комп'ютерних технологій дизайну і графіки» НАУ рекомендували даний навчальний посібник як програмований студентський конспект лекцій до застосування у навчальному процесі.

3. Досить цікавим та важливим у даному випадку є те, що студент, по суті, сам стає автором-розробником даного навчального посібника з нарисної геометрії.

Бібліографічний список:

1. *Коломийчук Н. М.* Тестування як невід’ємна частина сучасної базової графічної підготовки у технічному університеті / Н.М. Коломийчук // Матеріали II-ї між нар. науково-практичної конф. студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн і об’єкти інтелектуальної власності». Вип. 2. – К.: ДІА, 2013. С. 108 –111.
2. *Ковальов Ю. М.* Прикладна геометрія: Підручник для студентів вищих навч. закладів / Ю. М. Ковальов, В. М. Верещага. – К.: ДІА, 2012. –472 с.
3. *Вышнепольский И.С.* Преподавание черчения в средних профессионально-технических училищах: Метод. пособие, 2-е изд. / И.С. Вышнепольский. – М.: Высш. школа, 1986. –256 с.
4. *Михайленко В.Є.* Нарисна геометрія: Підручник / В.Є. Михайленко, М.Ф. Євстигнєєв, С.М. Ковальов. За ред. В.Є. Михайленка. 3-тє вид., переробл. – К.: Видавничий дім «Слово». 2013. – 304 с.
5. *Слободской Р.Б.* Начертательная геометрия: Мультимедийный учебник (на русском и украинском языке) / Р.Б. Слободской, Ю.М. Тормосов. Українська асоціація з прикладної геометрії. tormosov@ucr.net.

АКТИВІЗАЦІЯ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ НА ПРИКЛАДІ ПОБУДОВИ РОЗГОРТОК ПОВЕРХОНЬ

Міхлевська Н.В., старший викладач,

Бардовський Б.О., студент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання активізації навчального процесу на прикладі побудови розгортки поверхонь.*

***Ключові слова** – інженерна та комп'ютерна графіка, розгортка, ділова гра, просторове уявлення, графічне мислення, розумова діяльність.*

Постановка проблеми. Розширення прогресивних методів виготовлення виробів з листового матеріалу (штампування, тиску, витяжки), впровадження спеціальних верстатів, в ряді випадків скасовують необхідність в кресленнях розгортки і спрощують їх проектування.

Прикладом є отримання деталей з листових пластмас, що виключають необхідність в побудові розгортки. Це формування деталей з тонких листів вініпласту стисненням повітрям або вакуумом; при цьому формується лист, притискуваний дією вакууму або стисненого повітря до пуансону, який приймає відповідну конфігурацію.

Ще більш переконливим прикладом є сучасне жерстяно-банкове виробництво, яке насичене верстатами-автоматами, і тому потреба в кресленнях розгортки відпадає.

Зазначені тенденції технічного прогресу у виробництві деталей з листового матеріалу не дають ніяких підстав стверджувати, що питання теорії і практики побудови розгортки не є актуальними. Роботи, при яких без конструювання розгортки неможливо обійтися, складають значну частину в загальних інженерних задачах. Тому знання раціональних методів конструювання розгортки залишається одним із важливих умов формування технічних знань інженера.

Формування цілей (постановка завдання). Сучасні графічні редактори дозволяють побудувати розгортку циліндричних або конічних поверхонь однією командою. Це важливо для просторового уявлення побудови (рис.1).

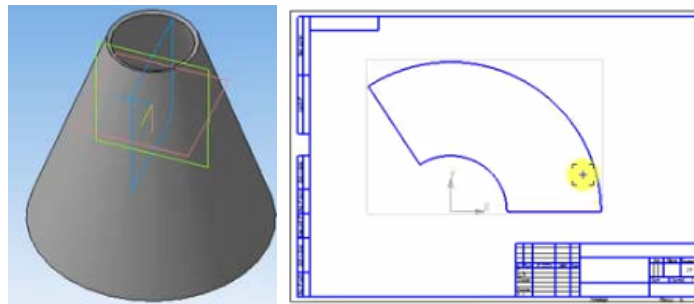


Рис.1

В системі Компас є бібліотека простих за формою патрубків, які розгортаються теж за допомогою однієї команди (рис.2).

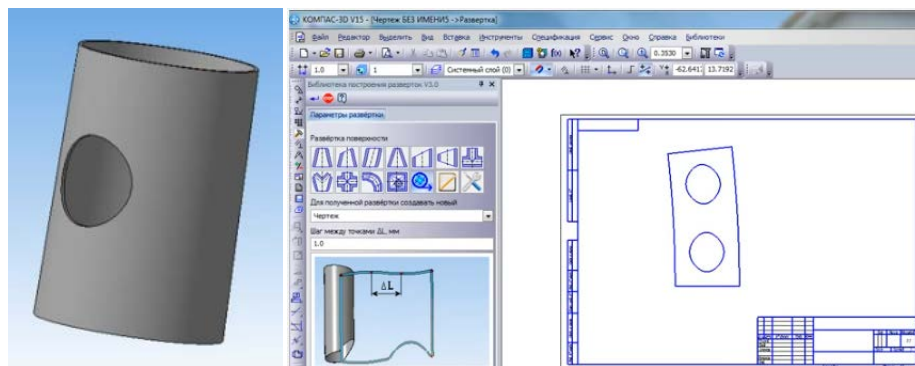


Рис.2

Більш складні по формі поверхні необхідно розгортати іншими способами «вручну», використовуючи правила нарисної геометрії. Виникає питання також в розрахунку розгортки. Наприклад, розгортка циліндра представляє собою прямокутник, довжина якого дорівнює довжині кола основи циліндра (рис.3). Для розрахунку цієї довжини неможна використовувати ні діаметр d_1 , ні діаметр d_2 ; в першому випадку довжина розгортки L буде трохи більшою, а в другому випадку – недостатньою.

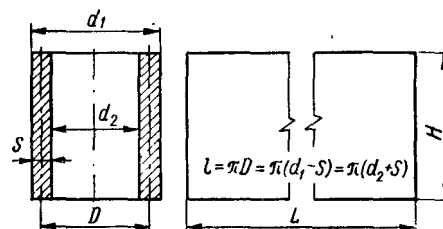


Рис.3

Мета статті - показати як можна активізувати навчальний процес за темою «Розгортка поверхонь» і зробити її зрозумілішою і цікавою.

Основна частина. На першому курсі, вивчаючи дисципліну «Інженерна та комп'ютерна графіка» розрахунок розгорток поверхонь не

роблять. Основна мета дисципліни за темою «Криві лінії і поверхні» показати які поверхні є і як вони розгортаються.

З точки зору побудови розгортки, всі поверхні, які розглядаються в нарисній геометрії, розділяються на поверхні які розгортаються на поверхні і які не розгортаються.

Поверхнями які розгортаються називаються такі поверхні, які можуть усіма своїми точками бути суміщені з площиною, тобто деформовані в площину без утворення розривів або складок. Фігура в яку перетворюється поверхня при суміщенні з площиною і є розгорткою.

До поверхонь які розгортаються відносяться всі багатогранники – призми, піраміди, призматоїди і інші багатогранники; деякі лінійчаті криві поверхні – циліндричні, конічні, з ребром звороту (торсові). Розгорткою поверхні багатогранника є пласка фігура, яка утворюється при суміщенні всіх його граней з площиною.

Побудова розгортки багатогранників зводиться до побудови на кресленку в натуральну величину окремих його граней способами суміщення, перетворення площини або способом обертання.

Розглянемо розгортку грані поверхні на прикладі правильної чотиригранної призми. Задача не складна. Але якщо зробити горизонтальне призматичне вікно, яке проходить наскрізь через призму, то вона стає водночас складною (рис.4), тому що треба знати натуральні розміри лінії перетину вікна з призмою.

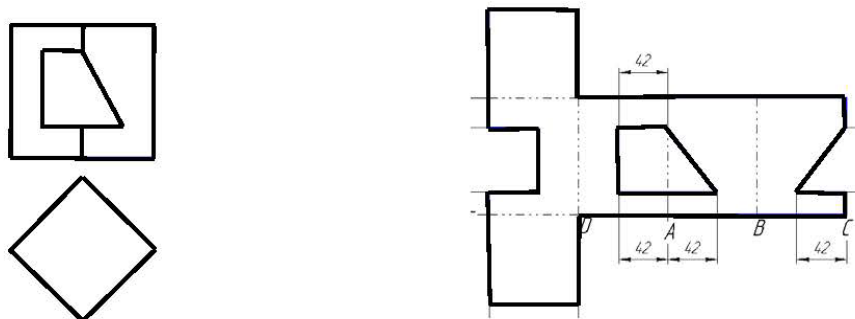


Рис 4.

Одним з найбільш часто використовуваним, у поясненні викладача, поряд із метафорою і порівнянням, є прийом аналогії. Аналогія – це розгорнуте порівняння, у якому абстрактні наукові поняття, не завжди зрозумілі й доступні, співвідносяться з наочними і зрозумілими прикладами. Аналогія – це створення образної наочності, основу якої становить конкретна життєва картина.

Конкретна картина – ключ до розуміння навчального матеріалу. За вгадування в незнайомому знайомого у студента створюється враження відкриття, співтворчості у процесі пізнання. Пояснення із залученням

аналогії можна розділити на дві частини: перша – з опором на образ, добре знайому картину (це і є аналогія), друга – суть досліджуваного явища.

Студентам, в якості домашнього завдання, було рекомендовано зробити з картону подарункову коробочку у вигляді своєї призми. Результат був приголомшуючим. Студенти весело і зацікавлено робили, як школярі, свої коробочки. І креслення вже було їм не тільки зрозумілішим, але було зрозуміло призначення розгорток взагалі. Теорія перейшла в практику, що завжди цінне в навчальному процесі.



Рис.5

Висновки. Активне навчання передбачає використання такої системи методів, яка спрямована головним чином не на викладання готових знань, запам'ятовування і відтворення, а на самостійне оволодіння студентами знань і умінь в процесі активної розумової і практичної діяльності. Роль викладача в активізації навчального процесу просто неоціненна. Він не тільки повинен контролювати активність, але і змушувати студентів бути активними, використовуючи так звану примусову активізацію мислення.

Бібліографічний список

1. *Высоцкая Н.Н., Иерусалимский А.М., Невельсон Р.А., Федоренко В.А. Технические развертки изделий из листового материала. – М.: Машиностроение, 1968.-272 с.*

СПОСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ФОРМ 3D-МОДЕЛІ В СЕРЕДОВИЩІ AUTOCAD

Надкернична Т.М., ст. викладач,

Бакалова В.М., к.т.н.,

Осіпов Р.О., студент,

Євзютін П.Ю., студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». (Україна. м.Київ)

Анотація – у роботі розглянуто способи побудови 3d-моделі в середовищі AUTOCAD.

Ключові слова – AUTOCAD, моделювання, тверді тіла, команди, об'єкти, ребро.

Постановка проблеми. Приклад застосування можливостей середовища AUTOCAD для моделювання складних форм 3d-моделі.

Основна частина. У останніх версіях функції AUTOCAD дозволяють втілювати проектні ідеї практично в будь-якій формі. Моделювання складних форм і згладжування поверхонь здійснюється простим переміщенням граней, ребер і вершин. Моделювання поверхонь, твердих тіл і мереж в AUTOCAD надає максимальну гнучкість і можливості управління при проектуванні в 3D.

Панель навігації містить часто використовувані навігаційні інструменти, такі як штурвали, видовий куб, аніматор руху, а також панорамування зумірованіє і орбіту.

При усій різноманітності можливостей запропонованих AUTOCAD треба вибрати одну, найбільш зручну до конкретного випадку.

Розглянемо деякі приклади виконання однієї задачі різними засобами рис.1.

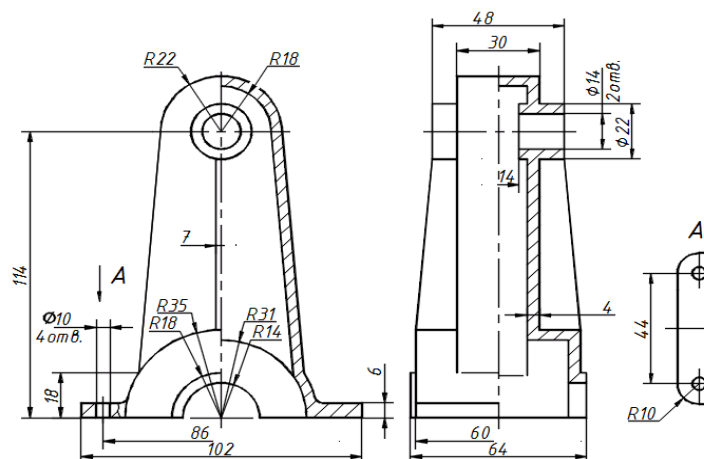


Рис.1

Будуємо осьові лінії та контур базової частини корпусу.

Створити базову частину корпусу можливо за допомогою команд PRESSPULL або EXTRUDE. Кожна команда має свої переваги. Слід пам'ятати, що для отримання з двовимірного контуру твердотілого об'єкта за допомогою команди EXTRUDE має бути замкнутою суцільною полілінією, а використовую команду PRESSPULL не треба. Використовуємо PRESSPULL рис.2.

На рис.3 для створення пустотілого об'єкта з оболонкою заданої товщини застосовуємо опцію SHEL. При застосуванні команди треба пам'ятати, що треба вибрати грані які не повинні брати участь у створенні оболонки. На рис.4 розглядається випадок коли для створення пустотілої оболонки треба спочатку створити внутрішню частину, а потім шляхом віднімання одержати пустотілу оболонку. Як бачимо в першому випадку оболонку одержати скоріше та простіше.

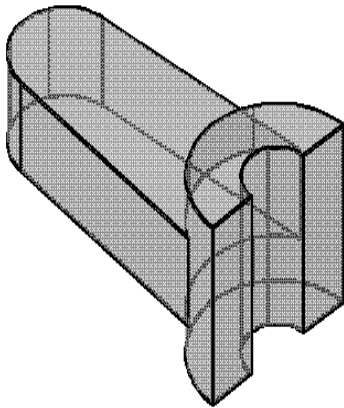


Рис.2

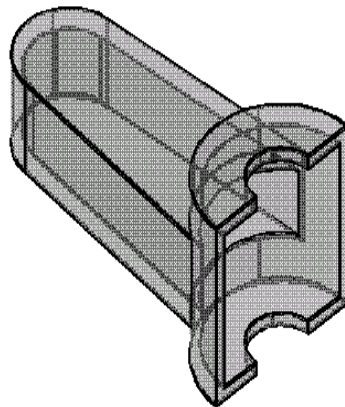


Рис.3

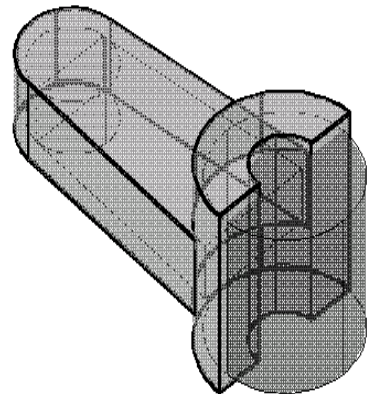


Рис.4

Для створення ребр жорсткості на рис.5 використана команда LOFT. Вона дозволяє не тільки будувати ребро, но і редагувати його доки не об'єднали з корпусом. На рис.6 використовуємо команди PRESSPULL та WEDGE (будуємо прямокутний паралелепіпед та клин які треба потім об'єднати). На рис.7 креслимо бокову сторону ребра, а потім виштовхуємо на товщину ребра. На рис.5, 6, 7 поз.1 вказані побудови які треба спочатку зробити. Побудова бокової сторони на рис.7 потребує зміни ПСК.

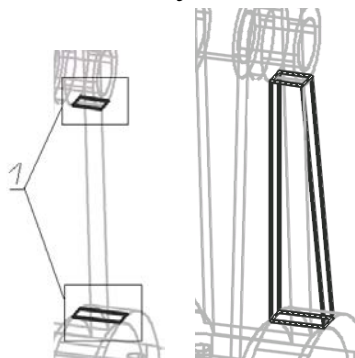


Рис.5

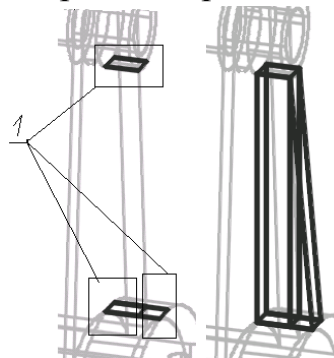


Рис.6

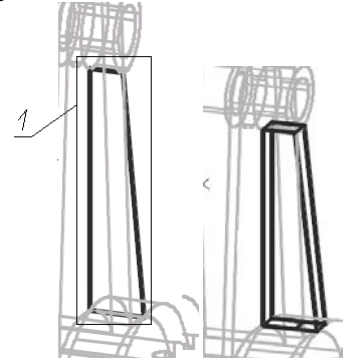


Рис.7

Як бачимо в першому випадку, побудова виконується легше, а в другому та третьому складніше. Після дзеркального відображення ребра отримуємо модель (рис.8).

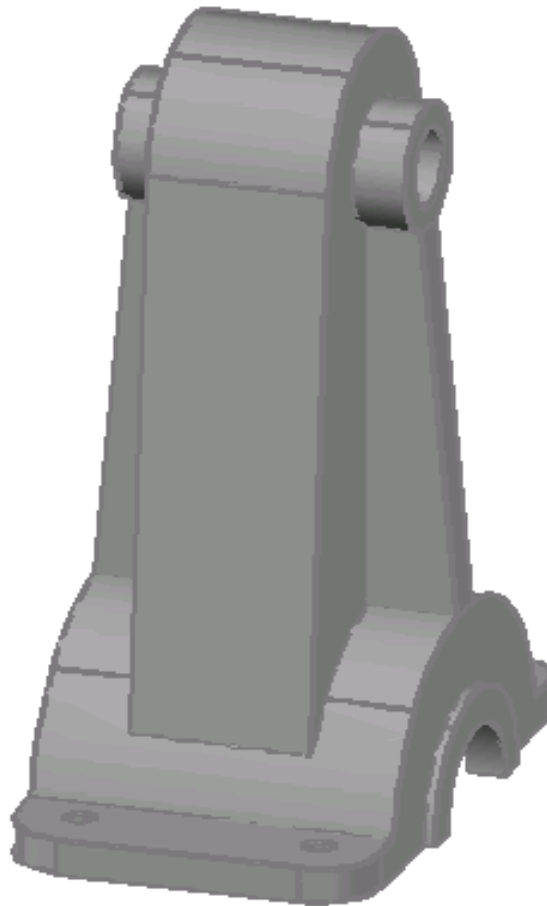


Рис.8

Висновки.

1. Для даних способів було запропоновано основні етапи та команди моделювання складних форм 3d-моделі.
2. Були вказані деякі переваги та недоліки кожної команди використаної для побудови 3d-моделі.

Бібліографічний список

1. *Погорелов В. AutoCAD 2007. Трехмерное моделирование.* – СПб.:БХВ-Петербург, 2007.-432 с.
2. *Орлов А. AutoCAD 2009.* –СПб.: Питер, 2008.-378 с.
3. *Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2016 / Н.Н.Полещук.* – СПб.: «БХВ-Петербург», 2016. – 464 с.
4. *Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD: Навчальний посібник.* –К.: Каравела, 2006.- 336 с.

ГРАФІЧНА ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ НА ОСНОВІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ФІРМИ AUTODESK

Надкернична Т.М., ст. викладач

Півень Н.В., ст. викладач

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – в статі розглядається використання інформаційних технологій в рішенні інженерних задач.*

***Ключові слова:** проектування, AutoCAD, САПР.*

Постановка проблеми. Основною проблемою освіти в даний час є підготовка фахівців, здатних вирішувати завдання виробництва сучасної складної техніки з використанням інформаційних технологій. Тому найважливішим завданням є якісне інформаційно-технологічне забезпечення графічної підготовки студентів технічних спеціальностей.

В період вивчення інженерної графіки особливого значення набуває автоматизація креслярських робіт, коли на певній стадії учбового процесу виникає необхідність надбання нових графічних навиків, властивих комп'ютерній графіці. У цей період комп'ютер використовується як новий інструмент для вирішення учбових завдань і служить цілям підвищення якості освіти.

У зв'язку з цим, перед нами з'являються первинні завдання:

- удосконалити процес навчання студентів інженерній графіці в умовах глобальної інформатизації і комп'ютеризації професійної діяльності і графічної підготовки майбутніх фахівців;
- довести ефективність використання комп'ютерних технологій для навчання студентів.

Основна частина. При проектуванні машин та механізмів маємо справу з деталями складної форми. Для виконання цієї роботи, в якості вихідного матеріалу можуть служити реальні зразки машинобудівних деталей або завдання може бути графічним зображенням у вигляді ортогональної проекції, яке студентові слід оформити як креслення відповідно до вимог стандартів, доповнивши розрізами, перетинами, виносними елементами, розмірами.

Розглянемо приклад виконання роботи.

На рис.1 дано аксонометричне зображення деталі.

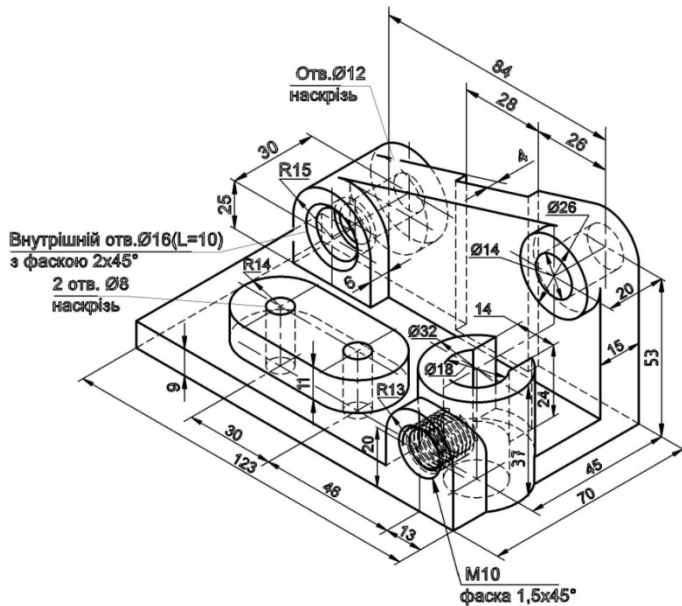


Рис.1

Завдання.

Виконати по аксонометрії необхідні види та розрізи. При побудові застосовувати шари, полярне та об'єктне відстеження.

Нанести розміри, створивши власний стиль.

При виконанні цієї роботи необхідно дотримуватися запропонованого алгоритму.

- підготовчий етап - налаштування робочого простору;
- аналіз завдання (уявне розбиття моделі на прості складові геометричні елементи, розгляд варіантів можливих видів та розрізів);

Розглянемо основні етапи побудови.

- Перший етап виконання запропонованої задачі - підготовчий – налаштування робочого простору (створити необхідні початкові налаштування: границі креслення, одиниці вимірювання, шари, а також увімкнути систему відстеження - режими ORTHO, OSNAP, OTRACK, які вмикаються/вимикаються кнопками, розміщеними в рядку статусу.

- Другий етап – аналіз форми та варіанти можливих видів, розрізів. Для розкриття форми запропонованої моделі вирішуємо виконати на головному виді простий розріз Б-Б та місцевий вид, на виді зверху - складний розріз А-А, на виді зліва - простий розріз В-В (рис.2).

При виконанні видів та розрізів треба використовувати відстеження. Вказуючи розрізи потрібно створити блоки з атрибутами.

- Третій етап - проставити розміри (створити свій розмірний та текстовий стилі) рис.3.

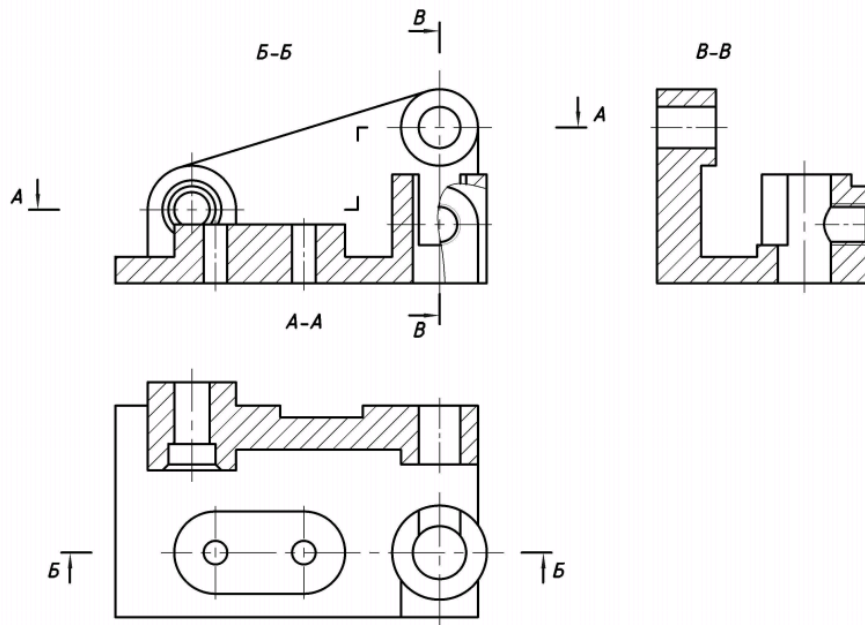


Рис.2

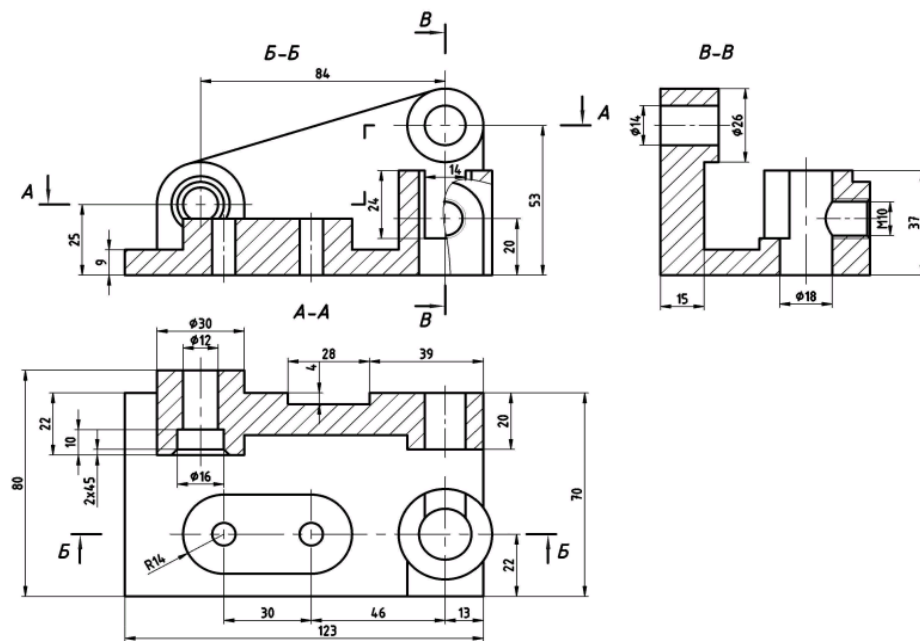


Рис.3

- Оформити кресленник відповідно вимогам стандарту.

Висновки. При виконанні цієї роботи студенти отримують навички:

- самостійно вирішувати технічні задачі;
- ефективно використовувати комп'ютерні технології, тим самим підвищуючи якість освіти.

-

Бібліографічний список

1. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкєрнична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. – К.: Видавнича група ВHV, 2009.- 400с.: іл. ISBN 966-552-168-3

ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ БЛОКІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ

Надкернична Т.М., ст. викладач,

Півень Н.В., ст. викладач,

Алдохін М., студент,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – в статті розглядається використання динамічних блоків при вирішенні інженерних задач.*

***Ключові слова:** AutoCAD, динамічні блоки, САПР, проектування.*

Аналіз останніх досліджень і публікацій

З кожною новою версією AutoCAD користувачі отримують нові можливості для підвищення продуктивності проектування. Серед робіт присвячених процесам параметричного моделювання розглядаються можливості використання динамічних блоків [2].

Постановка проблеми

Уміння розробити креслення і зобразити інженерні ідеї на папері будуть ефективніші, якщо при цьому студенти використовуватимуть новітнє програмне забезпечення. Сьогодні необхідні компетентні фахівці, що можуть швидко адаптуватись в динамічних соціально-економічних умовах.

Мета та завдання статті

Ця робота ставить за мету досліджувати в період вивчення інженерної графіки набуття нових графічних навичок, властивих комп'ютерній графіці. У цей період комп'ютер використовується як інструмент для вирішення учбових завдань і служить цілям підвищення якості освіти.

Основна частина

Одним з найважливіших елементів програми AutoCAD є динамічні блоки. Вони відкривають великі можливості по адаптації програми під особисті потреби користувача. При цьому немає необхідності вивчати одну з мов програмування (autolisp, visual basic чи c++).

Динамічні блоки – це блоки, для яких були визначені деякі правила і параметри зміни форми, розміру і конфігурації при вставці його в кресленик. Перевагою цих блоків над звичайними є наявність одного динамічного блоку в кресленнику, замість безлічі статичних блоків.

Створення і редагування динамічних блоків в тому ж редакторі, що і статичних, тільки при цьому для деяких елементів задаються правила і параметри поведінки. Вони задаються за допомогою параметрів залежності та параметрів операції.

Для дослідження розглянемо застосування динамічних блоків на прикладі канавок для виходу шліфувального круга. Форма та розміри канавки стандартизовані. Їх форма однакова, а розміри залежать від діаметру валу. Якщо використовувати статичні блоки, то треба на кожну групу діаметрів створювати свій блок, а при використанні динамічного блоку цього не потрібно.

Створення динамічного блоку можна розділити на декілька етапів:

- Створюється ескіз канавки з відповідною геометрією (рис.1);

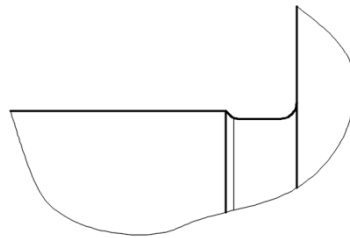


Рис.1

- Створюється статичний блок за допомогою команди - create block;
- Відкриваємо редактор блоків - block editor. Накладаємо геометричну залежність на ескіз (рис.2). Після цього накладається параметр розтягування;

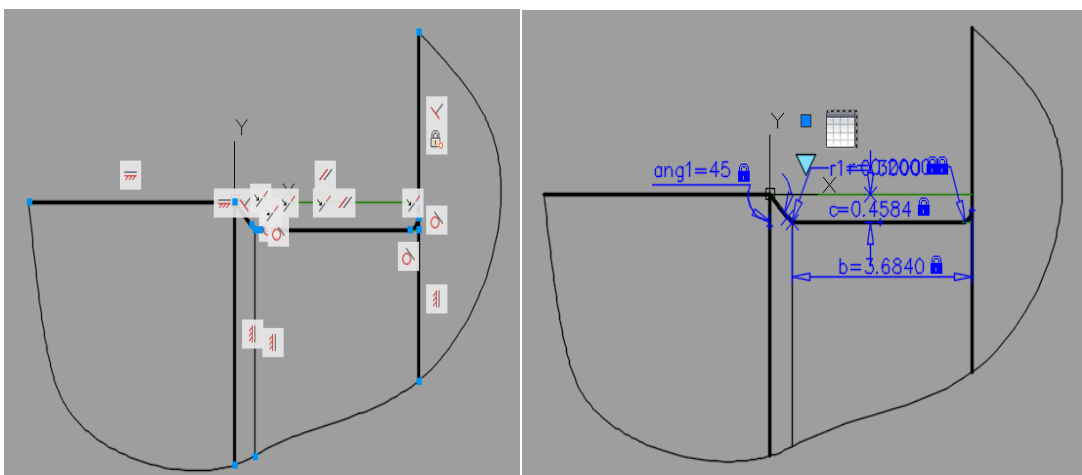


Рис.2

- Відкриваємо  таблицю блоків. У стовпцях, що з'явилися, вказуємо необхідні нам величини (рис.3).

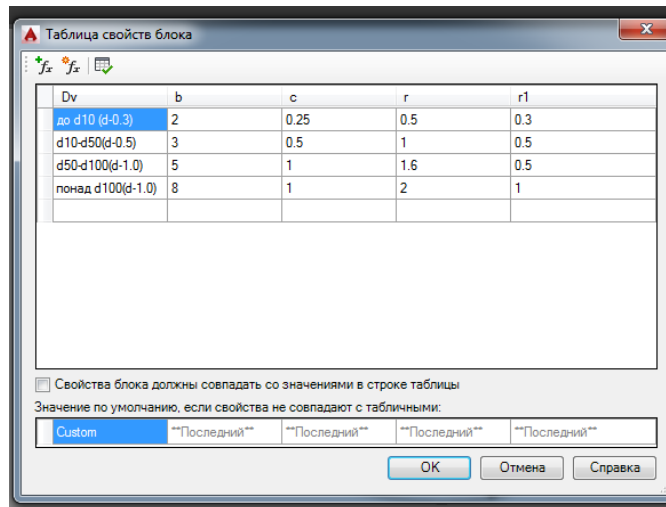


Рис.3

- Крім того, необхідно створити новий параметр, в якому записуються текстові пояснення. Це дозволить при вставці блоку вибрати лише один потрібний рядок (рис.4).

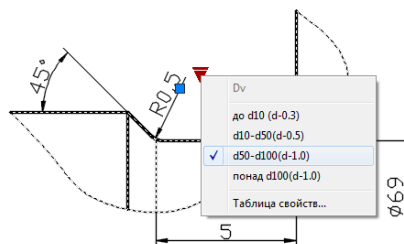


Рис.4

Висновки

Використання динамічного блоку дозволяє зменшити кількість блоків, спростити роботу конструктора у випадку зміни діаметра валу.

Бібліографічний список

1. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. – К.: Видавничатгруппа ВНУ, 2009.- 400с.: іл. ISBN 966-552-168-3

2. Ванін В.В. Структурно-параметричне геометричне моделювання як засіб підвищення ефективності групових технологій у машинобудуванні / В.В.Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Тавр. держ. агротех. університету. –Вип. 4 Прикл. геом.. та інж. граф. – Т. 39.-Мелітополь: ТДАТУ, 2008.-С.9-17.

ОБЛАШТУВАННЯ СПУСКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ У ПОЖЕЖНИХ ЧАСТИНАХ

Небелюк В.І., студентка,

Мартин Є.В., д.т.н.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
(Україна, м. Львів)

***Анотація** – розглядається питання безпечного спуску рятувальників по сигналу тривоги з караульного приміщення в гараж. У роботі приведені обґрунтовані та розроблені ергономічні засоби для зниження ризику травматизму за рахунок облаштування нових спускових конструкцій, зокрема, спускової труби.*

***Ключові слова** – спускові стовпи, спускова труба, спусковий жолоб, рятувальник, пожежна частина, гараж.*

Постановка проблеми. Існує високий ризик травматизму рятувальника під час руху по сигналу тривоги спусковим стовпом та приземлення. Зменшення ризику травматизму під час спуску полягає в заміні спускових стовпів новими спусковими конструкціями.

Аналіз останніх досліджень свідчить, що недостатньо вивчено вплив ергономічних чинників на розв'язання проблем, пов'язаних з аспектами травматизму працівників ризиконебезпечних професій, зокрема, рятувальників [1, 2].

В [3, 4, 5] приведені основні правила і режими роботи оперативно-рятувальних підрозділів та створюваних добровільних пожежних дружин в пожежних частинах. На можливі способи заміни спускових стовпів іншими спусковими конструкціями вказано в [6, 7].

Формування цілей статті. Дослідження недоліків спускових стовпів в пожежних частинах та ризику травматизму під час їх використання та розроблення нових безпечних спускових конструкцій.

Основна частина. Пожежні частини, які створюються відповідно до [3, 4], розміщуються переважно в спеціальних будівлях, які відповідають вимогам чинних будівельних норм та технічним умовам. В окремих випадках функціонування нечисленних пожежних частин та приміщень для перебування створюваних добровільних пожежних дружин, як правило, в сільській місцевості можливе використання інших будівель, що спеціально переобладнані та забезпечують необхідні безпечні умови для розміщення людей, утримування пожежно-рятувальної техніки та виконання службових обов'язків.

Для забезпечення нормальних умов виконання службових обов'язків особовим складом у пожежному депо передбачаються гараж, караульне приміщення, пункт зв'язку, службові кабінети, приміщення для ремонту і сушіння рукавів, спецодягу та обмундирування, мийна, кімната для відпочинку, душові кабінки, санітарні вузли на кожному поверсі будівлі та інші робочі приміщення.

В деяких випадках можливе розташування особового складу на другому поверсі будівлі. За умови розташування караульних та інших стратегічних приміщень на другому поверсі будівлі для прибуття особового складу по сигналу тривоги в гараж відповідно до діючих норм повинні передбачатись спускові стовпи. Такі стовпи дозволяють потрапити з другого поверху будівлі одразу донизу в гараж і не витрачати зайвий час на спуск сходами, адже по сигналу тривоги рятувальники зобов'язані якнайшвидше прибути в приміщення гаража.

Спускові стовпи рекомендовано виготовляти циліндричної форми з металу діаметром 100-200 мм. Поверхня стовпів має бути гладкою, щоб уникнути травмування особового складу при спуску. Один стовп розрахований на спуск 7 чоловік. Тому кількість пожежних стовпів слід визначати відповідно до загальної кількості осіб чергового караулу. Для пом'якшення удару при приземленні в основі стовпа рекомендуємо устелити підлогу циліндричними пружинними матами діаметром не менше одного метра.

Проте спуск пожежними стовпами не є повністю безпечним. Існує високий ризик травматизму під час спуску та приземлення. Зокрема, можливі забої, вивихи і навіть переломи кінцівок у рятувальників. Такий екстремальний вид спуску потребує високої концентрації уваги та швидкої реакції. За поганого самопочуття рятувальника збільшується ризик травматизму під час спуску. Якщо ж після невдалого приземлення пожежник не встигне вчасно підвестися, то на нього впаде ще і його колега, що може призвести до значного травматизму обох.

В пожежних частинах пропонуємо розмішувати спальне приміщення на другому поверсі над гаражем. Тоді рекомендуємо здійснювати прибуття особового складу в гараж по спускових трубах (рис. 1), закритих конструкціях з похилою поверхнею ковзання, якою пожежник спускатиметься донизу під дією сили тяжіння. Не рекомендуємо здійснювати спуск по жолобах (рис. 2), відкритих похилих конструкціях. Такі конструкції не є безпечними для пожежних частин, оскільки існує високий ризик травмування під час спуску. Дана конструкція має відкриту частину і рятувальник, поспішаючи по сигналу тривоги прибути в гараж, може втратити пильність, рівновагу і впасти.

Конструкція спускової труби може бути виготовлена з металу, що має гладку поверхню. Металева конструкція буде надійною і довговічною. Можна використати дешевші матеріали, наприклад, пластик, з якого виготовлені всі подібні труби, жолоби та гірки в аквапарках, парках розваг,

на дитячих майданчиках. Але конструкції з подібних матеріалів не будуть довговічними, потребуватимуть постійного нагляду, ремонту і через певний час повної заміни. Тому в пожежних частинах рекомендуємо використовувати саме металеві спускові труби.



Рис. 1. Металева спускова труба

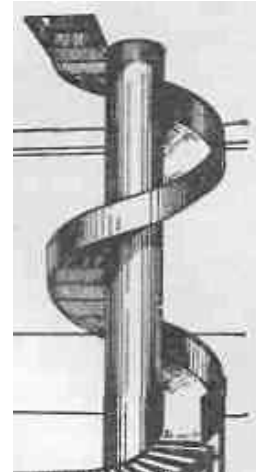


Рис. 2. Спусковий жолоб

Спуск рятувальника в трубі рекомендуємо здійснювати по дузі лемніскати Бернуллі [7] (рис. 3а).

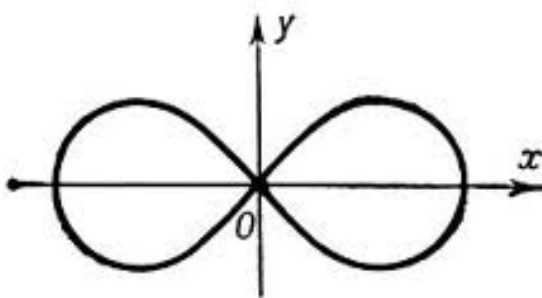


Рис. 3 а. Лемніската Бернуллі

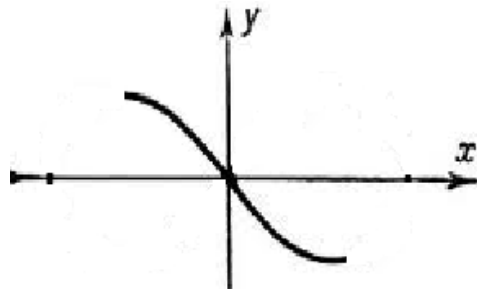


Рис.3б. Траєкторія руху рятувальника під час спуску

Траєкторія має бути облаштована так, як показано на рис. 3 б, і забезпечувати плавність заокруглення, без якої відцентрова сила, що діє на рятувальника, зростала б різко, доставляючи незручність людині. При тому, саме така форма, як лемніската Бернуллі, дозволяє спуститися з оптимальною швидкістю, і наприкінці руху знизити її майже до нуля, тобто за нормальних умов спуску рятувальник не буде сильно вдарятися ногами в підлогу, як це має місце при спуску циліндричним стовпом.

Зона приземлення – зона, у якій відбуваються гальмування та зупинка рятувальника при спуску. Цю зону рекомендуємо встелити гумовими матами (рис. 4) площею біля 2 м^2 для запобігання вдарянню ногами під час приземлення.

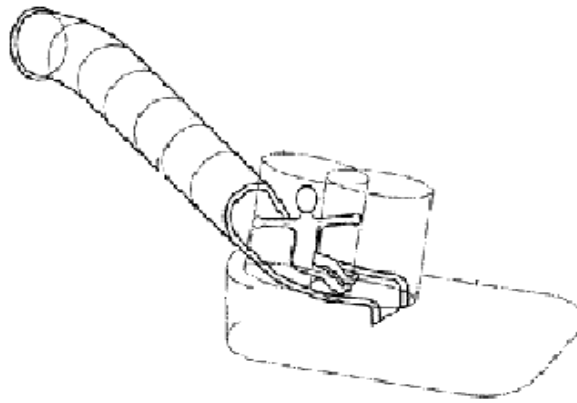


Рис. 4. Зона приземлення, оснащена гумовими матами

Висновки. Отже, за розміщення особового складу на другому поверсі пожежної частини, шлях для прибуття в гараж по сигналу тривоги по спускових стовпах є недостатньо безпечним. Спускові стовпи доцільно замінити на безпечніші конструкції – металеві спускові труби. Такі спускові конструкції дозволять знизити ризик травматизму рятувальників та покращити їх психоемоційний стан.

Бібліографічний список

1. *Тімченко О.В.* Психологічні причини загибелі та поранень службовців. [Електронний ресурс] – Доступний з <http://disser.com.ua/contents/8539.html>.
2. *Ткачук К.Н.* Управління охороною праці: Навч. посібник. / К.Н. Ткачук, Я.О. Мольчак, С.Ф. Каштанов, О.І. Полукаров, К.К. Ткачук, Ю.О. Полукаров, В.М. Стасюк. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2011. – 288 с.
3. Наказ МНС України від 07.05.07 № 312 «Про затвердження правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України». [Електронний ресурс] – Доступний з <http://ubgd.lviv.ua/moodle/mod/resource/view.php?id=3208>.
4. Постанова КМУ № 1052 від 16.12.2015р. «Про затвердження Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій». [Електронний ресурс] – Доступний з <http://www.dsns.gov.ua/ua/Polozhennya.html>.
5. Національні доповіді «Про стан техногенної та природної безпеки в Україні в 2004 – 2011 роках» [Електронний ресурс] – Доступний з <http://www.mns.gov.ua>.
6. *Дмитровський С.Ю.* Основи підготовки пожежника: Навч. Посібник / С.Ю. Дмитровський, В.І. Луш, П.В. Семенюк. – Львів: видавництво Львівської політехніки, 2012. – 296 с.
7. *Савелов А.А.* Плоские кривые. Систематика, свойства, применения. Справочное руководство. / А.А. Савелов. – М.: Физматлит, 1960. – 294 с

ЗГИНАННЯ ПЛОСКИХ ІЗОМЕТРИЧНИХ СІТОК В ЦИЛІНДРИЧНІ ПОВЕРХНІ З НАПЕРЕД ЗАДАНИМИ ОРТОГОНАЛЬНИМИ ПЕРЕРІЗАМИ В НАТУРАЛЬНІЙ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ

Несвідоміна О.В., аспірант[†]

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
(Україна, м. Київ)

Анотація – для середовища символічної алгебри Maple розроблено програмне забезпечення згинання плоских ізометричних сіток в циліндричні поверхні, криві ортогональних перерізів яких визначаються натуральними рівняннями виду $k=k(s)$.

Ключові слова – плоска ізометрична сітка, циліндрична поверхня, згинання, натуральне рівняння, коефіцієнти першої квадратичної форми.

Постановка проблеми. Основна властивість ізометричних (або ще ізотермічних) плоских та просторових сіток є те, що їх елементарні комірки мають форму квадратів. Загальновідомо, що будь-яке згинання поверхні, зокрема площини в циліндричні поверхні, зберігає як площі комірок так і кути між довільними лініями на них. А тому, щоб отримати циліндричну ізометричну поверхню, достатньо ту чи іншу плоску ізометричну сітку зігнути у циліндр із заданим ортогональним перерізом.

Аналіз останніх досліджень. В роботі [2] показано відображення плоских ізометричних зображень на криволінійні форми із збереженням кутів між їх лініями.

Постановка завдання. Розробити комп'ютерну модель в середовищі символічної алгебри Maple [1] згинання плоских ізометричних сіток в циліндричну поверхню з кривою ортогонального перерізу виду $k = k(s)$.

Основна частина. Нехай маємо будь-яке параметричне рівняння плоскої ізометричної сітки [3]:

$$R(u, v) = R[x(u, v), y(u, v), 0]. \quad (1)$$

Оскільки для ізометричної сітки коефіцієнти E і G 1-ї квадратичної форми (1) рівні між собою, а коефіцієнт F дорівнює нулю, то лінійний елемент (2) можна записати у наступному вигляді:

$$ds^2 = Q (du^2 + dv^2), \quad (2)$$

де $Q = E = G$ – коефіцієнти 1-ї квадратичної форми.

Нехай маємо циліндричну поверхню R_c з горизонтальними твірними, ортогональний переріз якої площиною Oxz визначається натуральним рівнянням виду:

$$k = k(s), \quad (3)$$

[†] Науковий керівник – д.т.н., проф. Пилипака С.Ф.

де: k – кривина;

s – довжина (лонгальний параметр) дуги кривої.

Перехід від натуральної параметризації кривої (3) до її параметричної форми відбувається за загальновідомими формулами (4)-(5):

$$\varphi(s) = \varphi(s_0) + \int_{s_0}^{s_1} k(s) ds, \quad (4)$$

та:

$$\begin{aligned} X(s) &= \int_{s_0}^{s_1} \cos(\varphi(s)) ds + x_0 \\ Z(s) &= \int_{s_0}^{s_1} \sin(\varphi(s)) ds + z_0, \end{aligned} \quad (5)$$

де: $x_0 = x(s_0)$, $z_0 = z(s_0)$ - початкова точка кривої (сталі інтегрування);

φ - кут між дотичною до кривою і віссю абсцис в довільній її точці.

Маючи рівняння напрямної кривої $[X(s), 0, Z(s)]$ в площині Oxz запишемо параметричне рівняння циліндричної поверхні з прямолінійними твірними перпендикулярно до площини Oxz у наступному вигляді:

$$R_c(s, v) = R_c[X(s), v, Z(s)], \quad (6)$$

де v – відстань (параметр) точки на циліндрі від площини Oxz вздовж s -прямолінійної твірної (паралельно осі Oy).

Щоб отримати параметричне рівняння згорнутої плоскої ізометричної сітки (1) в циліндричну поверхню (6), необхідно замінити в рівнянні (6) змінну s на $x(u, v)$, а змінну v - на $y(u, v)$, звідки матимемо загальне рівняння ізометричної циліндричної поверхні:

$$R_c(u, v) = R_c[X(x(u, v)), y(u, v), Z(x(u, v))]. \quad (7)$$

де $x(u, v)$, $y(u, v)$ – криволінійні координати плоскої ізометричної сітки $R(u, v)$ із виразу (1).

Зрозуміло, що не завжди вдається отримати інтеграли (5)-(6) у вигляді рівнянь. Але коли це можливо, тоді отримуємо параметричне рівняння (7) циліндричної поверхні у якій сітка є ізометричною.

Було розроблено програмне забезпечення для середовища символьної алгебри Maple згинання будь-якої плоскої ізометричної сітки (1) на циліндричну поверхню (7) з напрямною кривою, яка задається натуральним рівнянням $k = k(s)$. Покажемо це на чотирьох характерних прикладах.

Приклад 1. Нехай маємо плоску ізометричну сітку [3] виду:

$$R(u, v) = R[\sin(u) \cosh(v), \cos(u) \sinh(v), 0], \quad (8)$$

та рівняння ортогонального перерізу циліндра у вигляді кола:

$$k = a. \quad (9)$$

За формулами (4) і (5) обчислюються залежності $\varphi(s)$ та $X(s), Z(s)$:

$$\varphi(s) = as + f_0, \quad (10)$$

та:

$$\begin{aligned} X(s) &= \frac{\sin(as+f_0)}{a} + x_0, \\ Z(s) &= \frac{-\cos(as+f_0)}{a} + z_0. \end{aligned} \quad (11)$$

Заміна s у формулах (11) виразом $x(u, v) = \sin(u) \cosh(v)$ із рівняння плоскої сітки (8) призведе до рівняння перерізу циліндра площиною $y = v$:

$$\begin{aligned} X(u, v) &= \frac{\sin(a \sin(u) \cosh(v) + f_0)}{a} + x_0, \\ Z(u, v) &= \frac{-\cos(a \sin(u) \cosh(v) + f_0)}{a} + z_0 \end{aligned} \quad (12)$$

та до рівняння циліндричної ізометричної поверхні (рис.1):

$$R_c(u, v) = R_c \left[\begin{aligned} &\frac{\sin(a \sin(u) \cosh(v) + f_0)}{a} + x_0, \\ &\cos(u) \sinh(v), \\ &\frac{-\cos(a \sin(u) \cosh(v) + f_0)}{a} + z_0 \end{aligned} \right]. \quad (13)$$

Коефіцієнти E і G 1-ї квадратичної форми сіток (8) і (13) дорівнюють:

$$E = G = \sin(u)^2 + \cosh(u)^2, \quad (14)$$

і їх рівність підтверджує ізометричність сіток (8) і (13).

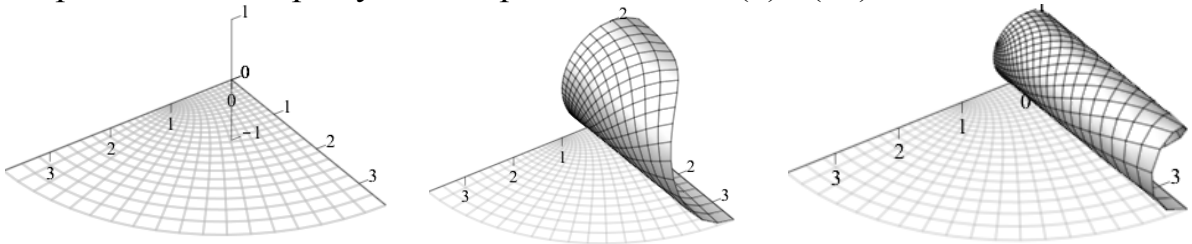


Рис.1. Вихідна плоска ізометрична сітка (8) та її згинання в циліндр (13) радіуса $a=1$ та $a=2$

Приклад 2. Візьмемо іншу плоску ізометричну сітку виду:

$$R(u, v) = R[u^2 - v^2, 2uv, 0], \quad (15)$$

тоді її згинання в циліндр $k = a$ приведе до рівняння виду (рис.2):

$$R_c(u, v) = R_c \left[\frac{\sin(a(u^2 - v^2) + f_0)}{x} + x_0, 2uv, \frac{-\sin(a(u^2 - v^2) + f_0)}{x} + z_0 \right], \quad (16)$$

Коефіцієнти E і G 1-ї квадратичної форми виразів (15) і (16) рівні між собою і дорівнюють:

$$E = G = 4(u^2 + v^2). \quad (17)$$

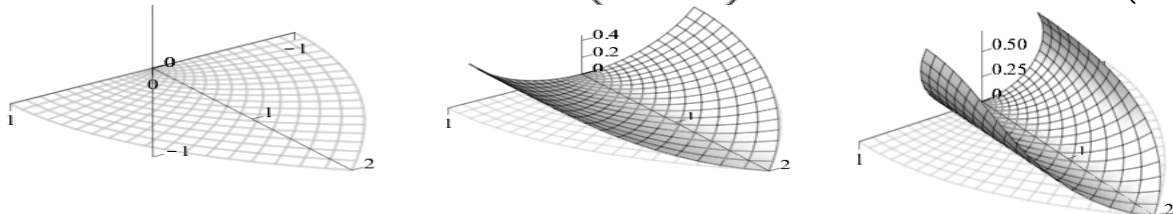


Рис.2. Вихідна плоска ізометрична сітка (15) та її згинання в циліндр (16) радіуса $a=1$ та $a=2$

Приклад 3. Візьмемо плоску експонеціальну ізометричну сітку виду:

$$R(u, v) = R[e^u \cos(v), e^u \sin(v), 0], \quad (18)$$

та рівняння ортогонального перерізу циліндра у вигляді клотоїди:

$$k = as. \quad (19)$$

Якщо за формулою (4) система Maple знаходить залежність $\varphi(s)$:

$$\varphi(s) = \frac{as^2}{2} + f_0, \quad (20)$$

то залежності $X(s)$ та $Z(s)$ система Maple ($f_0 = 0$) знаходить у вигляді:

$$\begin{aligned} X(s) &= \frac{\sqrt{\pi} \operatorname{FresnelC}\left(\frac{\sqrt{a}s}{\sqrt{\pi}}\right)}{\sqrt{a}} + x_0, \\ Z(s) &= \frac{\sqrt{\pi} \operatorname{FresnelS}\left(\frac{\sqrt{a}s}{\sqrt{\pi}}\right)}{\sqrt{a}} + z_0, \end{aligned} \quad (21)$$

де $\operatorname{FresnelC}$ і $\operatorname{FresnelS}$ – інтеграли Fresnel Cosine та Fresnel Sine [1].

Заміна s у формулах (21) виразом $x(u, v) = e^u \cos(v)$ із рівняння плоскої сітки (18) теж приведе до рівняння циліндричної поверхні:

$$R_c(u, v) = R_c \left[\frac{\sqrt{\pi} \operatorname{FresnelC}\left(\frac{\sqrt{a} e^u \cos(v)}{\sqrt{\pi}}\right)}{\sqrt{a}} + x_0, e^u \sin(v), \frac{\sqrt{\pi} \operatorname{FresnelS}\left(\frac{\sqrt{a} e^u \cos(v)}{\sqrt{\pi}}\right)}{\sqrt{a}} + z_0, \sqrt{a} \right]. \quad (22)$$

Звернемо увагу, що отримане рівняння (22) дозволяє відшукати як коефіцієнти E і G 1-ї квадратичної форми:

$$E = G = e^{2u}, \quad (23)$$

так і виконати побудову зображень ізометричних поверхонь (рис.3).

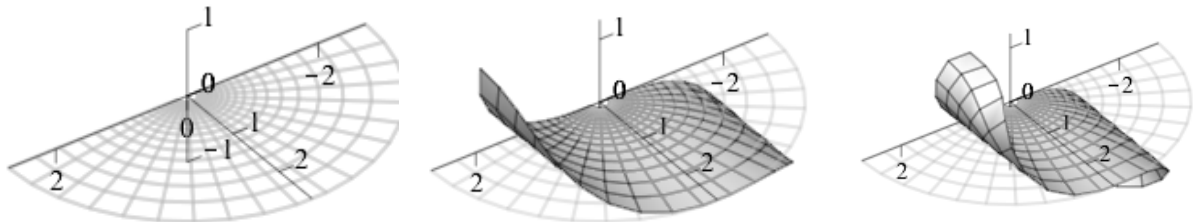


Рис.3. Вихідна плоска ізометрична сітка (18) та її згинання в циліндр (22) радіуса $a=0.5$ та $a=1$

Приклад 4. Нехай маємо плоску ізометричну сітку [3] виду:

$$R(u, v) = R[u^3 - 3uv^2, 3u^2v - v^3, 0], \quad (24)$$

та рівняння ортогонального перерізу циліндра у вигляді ланцюгової лінії:

$$k = \frac{a}{a^2 + s^2}. \quad (25)$$

За формулами (4) і (5) при умові $f_0 = 0$ знайдемо залежності $\varphi(s)$, $X(s)$ та $Z(s)$:

$$\varphi(s) = \arctan\left(\frac{s}{a}\right), \quad (26)$$

$$\begin{aligned} X(s) &= a \operatorname{arcsinh}\left(\frac{s}{a}\right) + x_0, \\ Z(s) &= \sqrt{a^2 + s^2} + z_0, \end{aligned} \quad (27)$$

звідки, параметричне рівняння циліндра (7) у який згортається сітка (24) буде мати вигляд:

$$R_c(u, v) = R_c \begin{bmatrix} a \operatorname{arcsinh} \left(\frac{u^3 - 3uv^2}{a} \right) + x_0, \\ 3u^2v - v^3, \\ \sqrt{a^2 + (u^3 - 3uv^2)^2} + z_0 \end{bmatrix}, \quad (28)$$

Коефіцієнти E і G 1-ї квадратичної форми циліндра (28) і сітки (24) є:

$$E = G = 9(u^2 - v^2)^2, \quad (29)$$

що підтверджують їх ізометричність.

На рис.4 побудовано як вихідну плоску ізометричну сітку (24), так і її згинання в циліндр (28) за різним параметром форми a напрямної ланцюгової кривої (25).

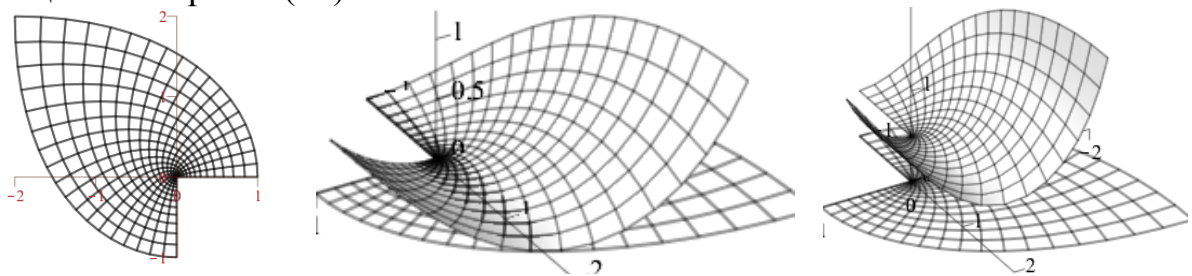


Рис.4. Вихідна плоска ізометрична сітка (24) та її згинання в циліндр (28) радіуса $a=1$ та $a=0.5$

Висновки. Розроблене програмне забезпечення в середовищі символічної алгебри Maple дозволяє автоматизувати складні аналітичні перетворення для формоутворення та аналізу циліндричних ізометричних поверхонь із заданим ортогональним перерізом методом згинання плоских ізометричних сіток. Зокрема, в третьому прикладі, автоматично отримане рівняння не виражається у кінцевому параметричному вигляді, але його диференціальний аналіз та графічна побудова допустима.

Бібліографічний список

1. Аладьев В.З. Программирование и разработка приложений в Maple / В.З. Аладьев, В.К. Бойко, Е.А. Ровба - Гродно-Таллин, 2007.- 458 с.
2. Кремец Т.С. Конформне відображення написів на ізометричні сітки конуса та кулі / Т.С. Кремец // Технічна естетика та дизайн. – К.: Віпол, 2011. – Вип.9.- С. 112 – 117.
3. Несвідоміна О.В. Maple-модельовання плоских ізометричних сіток тригонометричними функціями комплексної змінної / О.В. Несвідоміна // Матеріали V-ї всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених».- К.: НТУУ «КПІ», 2016.- С.196-199.

УДК 347.77:

РОЛЬ ФОРМИ ТА КОЛЬОРУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ХАРАКТЕРИСТИК ІНТЕР'ЄРУ

Парахіна Н.А., ст. викладач,

Никончук Р.С., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

(Україна, м.Київ)

Анотація - розглядаються шляхи використання елементів дизайну при оформленні приміщень центрів по продажу і технічному обслуговуванню автомобілів.

Ключові слова – дизайн приміщення, психофізіологія кольору, золотий перетин.

Постановка проблеми. Конкурентоспроможність підприємства визначається можливістю якісно та з найменшими витратами виконати технологічний процес, умінням найкраще обслуговувати замовників.

При розробці центру продажу і технічному обслуговуванню автомобілів крім технічних засобів треба надати клієнту корисну інформацію, показати переваги центру, використовуючи психофізіологічне вплив форми та кольору приміщень.

Саме такої проблемі присвячена ця робота.

Аналіз останніх досліджень. Сфера обслуговування автомобілів останнім часом значно поширилася. Будується багато нових центрів по продажу і технічному обслуговуванню автомобілів. Також використовується багато приміщень старої побудови, розміри яких неможливо змінити. Проблеми приваблення клієнтів в цьому разі вирішують за допомогою використання методів промислового дизайну при оформленні приміщень центрів та ефективною рекламою. Рационально при цьому використовувати методи технічної естетики та дизайну.

Формулювання цілей. Проаналізувати рекомендації по дизайнерському оформленню центру продажу і технічному обслуговуванню автомобілів для досягнення максимальної реалізації послуг.

Основна частина. В умовах сучасної підвищеної конкуренції у боротьбі за увагу потенційного клієнта велике значення набувають заходи, спрямовані на створення позитивного іміджу центру продажу і технічному обслуговуванню автомобілів.

Потужним методом реалізації такої мети є використання методів промислового дизайну. Специфічною особливістю промислового дизайну є єдність утилітарних принципів (функціональність, конструктивність, технологічність та економічність) [1].

Розглянемо ситуацію на прикладі дизайнерського рішення оформлення центру продажу і технічному обслуговуванню автомобілів. В центрі продажу і технічному обслуговуванню автомобілів можливо виділити основні наступні зони: зона продажу, зона технічного обслуговування, інформаційна зона, зона очікування для клієнтів.

Зона продажу автомобілів – це виставка моделей автомобілів, з ефектної подачею інформації про їх технічні і якісні характеристики, реклама нових і перспективних моделей.

Ефективність реклами у значної мірі залежить від різноманіття композиційних форм на основі правила «золотого перетину» (безперервного поділу).

Часто «золотий перетин» називають «ідеальною пропорцією», завдяки тому зображення на рекламних плакатах легко сприймаються людським оком [3,4].

Ми можемо це побачити а на прикладі реклами від компанії «Ford Winner» (див. рис.1).

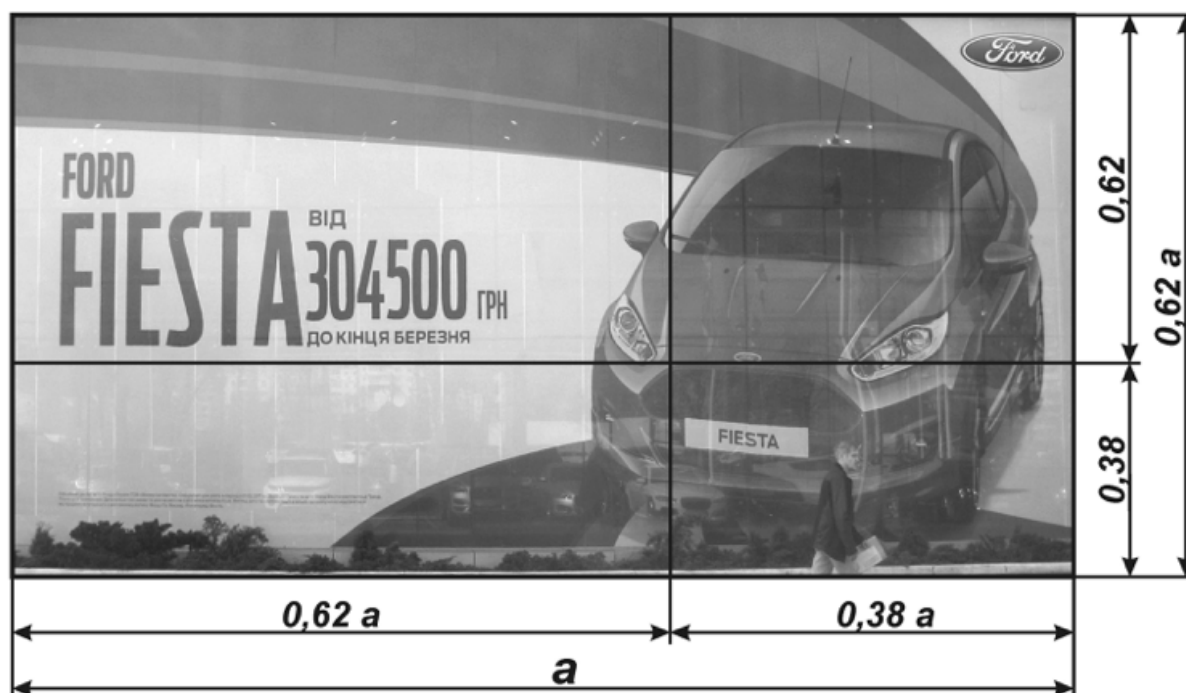


Рис. 1. Реклама автомобіля Ford FIESTA від компанії «Ford Winner»

Кольорове оформлення зони продажу необхідно здійснювати відповідно до закону золотого числа, який лежить в основі колірної гармонії, що є одним із проявів єдності матеріального світу.

Колір предметів і оформлення слід шукати не зовні красивий і схожий, а психологічно необхідний і створює потрібний настрій [3].

Зона технічного обслуговування - це зона центру, яка призначена для технічного обслуговування і ремонту автомобілів відповідно до умов заводів-виробників.

Оформлення зони технічного обслуговування повинне створити необхідні умови для персоналу з метою підвищення продуктивності праці співробітників.

Тому зону обслуговування рекомендовано фарбувати у блакитні та сині кольори [1].

Блакитний колір заспокоює та допомагає зосередитися, непорозуміння та конфлікти між співробітниками і клієнтами проходять м'яко та доброзичливо, що створює дружню атмосферу.

В той же час пульти управління обладнанням повинні виділятися контрастними кольорами (жовтий, червоний), що підвищує безпеку праці

Червоний колір викликає швидку реакцію працівника та яскраві позитивні короточасні враження [2].

Використання жовтого кольору дозволить пробудити енергію і оптимізм. Також жовтий колір використовується для передачі інформації.

Інформаційна зона повинна бути оформлена в насичених та яскравих кольорах, які помічаються в першу чергу.

Найкраще людиною сприймаються чорні букви на жовтому фоні, зелені на білому та червоні на білому.

Головне, що б яскраві кольори повинні просто зацікавити клієнта, але не хвилювати його.

Зона очікування для клієнтів. Найкращий колір, що підійде для зони очікування – це зелений. Він допоможе клієнту розслабитися, заспокоїтися і настроїтися на приємні думки [1].

Висновки.

1. Колір здатний викликати різні емоційні реакції і думки: він може заспокоювати і хвилювати, радувати і пригнічувати, викликати відчуття бадьорості і втоми, розширювати і звужувати простір, стимулювати зір, мозок і нерви, створювати необхідні психофізіологічні умови для ефективної роботи.

2. Використання методів технічної естетики значно покращує ефективність роботи центру продажу і технічного обслуговування автомобілів, підвищує доходи при відносно невеликих витратах.

Бібліографічний список

1. *Шпара П.Е.* Киев , издательское объединение «Вища школа», Головное изд-во, 1978, 264 с.

2. *Сомов Ю.С.* Композиция в технике.- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1987. – 288 с.: ил.

3. *Ковалев Ф.В.* Золотое сечение в живописи: Учеб.пособие. – К.: Вища шк. Головне из-во, 1989.-143с., 90 ил., табл.-Библогр.: 77 назв.

4. *Стародуб Д.О.* Азбука фотографии.- 2-е изд., испр.- К.: Техніка, 1987. – 216 с., ил.

СПОСІБ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Півень Н.В., ст. викладач

Ветохін В.І., д.т.н.,

Грубич М.В., пошукач[‡]

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – збереження нерозрихлених смуг для переміщення тракторної тяги та подальшого зниження енергозатрат при утворенні розрихлених смуг.*

***Ключові слова** – смугова обробка ґрунту, зниження енергозатрат, логарифмічні криві.*

Постановка проблеми. Недоліком способів обробки ґрунту (які передбачають обробку ґрунту з розрихленням всієї площі поля на певну глибину) є недостатнє урахування енергозберігаючих факторів, тобто значні витрати енергоресурсів сільгоспвиробників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Недоліком аналогічних способів обробки ґрунту, які передбачають обробку ґрунту з розрихленням всієї площі поля на певну глибину (1) при вирощуванні просапних культур є недостатнє урахування енергозберігаючих факторів, тобто значні витрати енергоресурсів сільгоспвиробників.

Мета та завдання статті. Збереження нерозрихлених смуг для переміщення тракторної тяги, та подальшого зниження енергозатрат при утворенні розрихлених смуг.

Основна частина. Спосіб смугової обробки ґрунту при вирощуванні сільгоспкультур ілюструється на рис.1, де показано поперечний профіль стінок розрихленої смуги, який має спіралевидну форму, що утворюється на стояку відповідної форми.

Такий спосіб характеризується утворенням розрихлених смуг (1), які чергуються зі смугами необробленого ґрунту (2), при цьому стінкам з розрихлених смуг надають спіралевидну форму, зорієнтовану так, що кривина поперечного профілю стінки (3) зростає від денної поверхні поля до дна борозни.

Крім того поперечному спіралевидному профілю обох стінок (3) розрихленої смуги 1 надають форму логарифмічних кривих, розміщених

[‡] Науковий керівник – д.т.н., професор Ванін В.В.

симетрично відносної центральної осі (4) розрихленої смуги. Така форма логарифмічної кривої утворює кривину, яка зростає від денної поверхні до дна борозни, забезпечуючи при цьому значне підвищення стійкості смуги необробленого ґрунту.

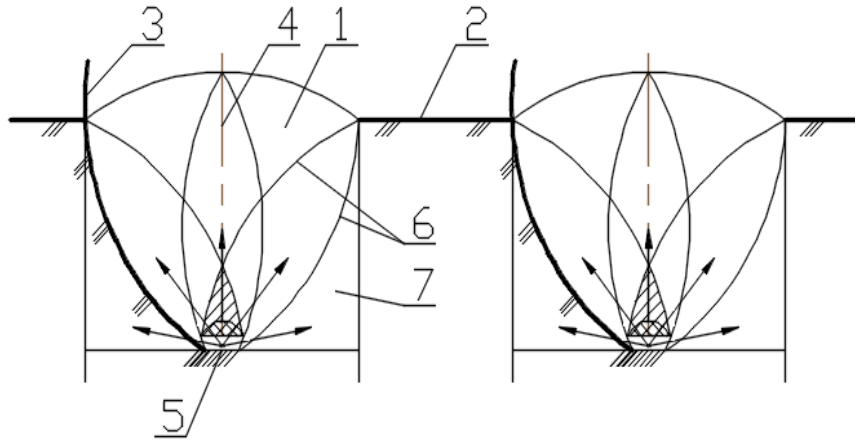


Рис.1. Схема розміщення смуг у ґрунті

Найменш енергомістким способом утворення розрихленої борозни, (як показано дослідженнями), є спосіб із застосуванням знаряддя (5) долотоподібної форми, розміщеним на дні борозни (2).

Цей спосіб оснований на природній властивості ґрунту утворювати при його рихленні поверхні зсуву. Причому, при зсувах під дією долота (5) з найменш енергомісткою деформацією розтягування утворюються поверхні, які у поперечному перерізі (6) подібні до форми логарифмічної кривої.

Таким чином, збереження енергії за рахунок використання природних міцностних та деформаційних властивостей ґрунту, перекидає підвищення затрат енергії на утворення борозни в умови блокованого різання.

Крім того, спірально-видна форма поперечного профіля стінки розрихленої смуги, у порівнянні із прямокутною формою, дозволяє додатково зекономити енергоресурси приблизно на 15-20%. Ця економія умовно характеризується площею ділянки (7) поперечного перерізу розрихленої смуги.

Також відомо, що долотоподібні робочі органи у порівнянні з лаповими утворюють розпушену смугу меншої ширини при однаковій глибині роботи. Це забезпечує гарантовані смуги необробленого ґрунту підвищеної стійкості для переміщення коліс тракторної тяги.

Екологічна прийнятність запропонованого способу смугового обробітку ґрунту при вирощуванні сільгоспкультур забезпечується тим, що у необроблених смугах структура ґрунту не піддається руйнуванню, а у

розпушених смугах процес здійснюється найменш енергомістким способом, що також мінімізує порушення структури ґрунту.

До того ж кривина форми профіля, яка збільшується у напрямку від денної поверхні поля до дна борозни, забезпечує своєю дією на ґрунтовий моноліт сходження сил дії на ґрунт якраз в тій ділянці розрихленої зони, де буде розміщуватись коренева система просапних культур.

Висновки. Спосіб смугового обробітку ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур, що включає обробіток ґрунту з утворенням розрихлених смуг, які чергуються зі смугами необробленого ґрунту, дозволяє мати наступні переваги:

1. Надає можливість забезпечити своєю дією на ґрунтовий моноліт сходження сил дії на ґрунт якраз в тій ділянці розрихленої зони, де буде розміщуватись коренева система просапних культур;
2. Зберігає не розрихлені смуги для переміщення тракторної тяги;
3. Дозволяє значно економити енергоресурси.

Бібліографічний список:

1. *Надикто В.Т.* Результати наукових досліджень щодо вирощування просапаних культур: перспективи та проблеми/ В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев, В.В. Федоренко//Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: 2008. – Вил. 92.-С.191-196.

2. *Ветохін В.І.* Проектування глибокорозпушувачів з урахуванням деяких аспектів деформування ґрунту/ В.І. Ветохін //Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – Кіровоград: 2008. – Вип.20. –С. 104-109.

МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОГІДРОЦИКЛОНА З УРАХУВАННЯМ КВАЗІГВИНТОВОЇ ПОВЕРХНІ

Подкоритов А.М., д.т.н., проф.

Державний педагогічний університет

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

Ісмаїлова Н.П., к.т.н., доц.

Маковкіна Т.С.

Одеська державна академія

будівництва та архітектури (Україна, м. Одеса)

Анотація – розглядається питання геометричного моделювання поверхні потоку і його аналітична інтерпретація, для створення точного високопродуктивного мікрогідроциклону.

Ключові слова - геометричне моделювання, квазігвинтова поверхня, мікрогідроциклон, аналітична інтерпретація.

Постановка проблеми. Питанням формування спряжених квазігвинтових поверхонь присвячена робота [1], з формуванню геометричної, математичної і комп'ютерної моделей. Поява в індустріальній промисловості складних квазігвинтових поверхонь поставило завдання розробки принципово нових методів і алгоритмів формування квазігвинтових кінчних поверхонь.

Аналіз досягнень і публікацій. У основі утворення спряжених поверхонь лежить теорема [1] з якої виходить, що поверхні Σ_A і Σ_B будуть спряженими, якщо кожна з них утворена відповідним відносним рухом Φ_A/Σ_A і Φ_B/Σ_B конгруентних посередників $\Phi_A \equiv \Phi_B$. Поверхня Σ_A і поверхня посередника Φ_A є взаємоогинаємими з лінійним контактом $\ell^1(\ell^1_2)$.

Формулювання цілей статті. Метою є розробка геометричного моделювання поверхні потоку і його аналітична інтерпретація, для конструювання мікрогідроциклонів кінематичним методом.

Основна частина. Розглянемо геометричне моделювання квазігвинтової кінчної поверхні Σ криволінійною твірною $r(\tau)$, вісью m і змінним кроком $h(\alpha, t)$ гвинтовим перетворенням відносно осі m кожної точки заданої кінчної поверхні $T(s, r)$ (Рис. 1).

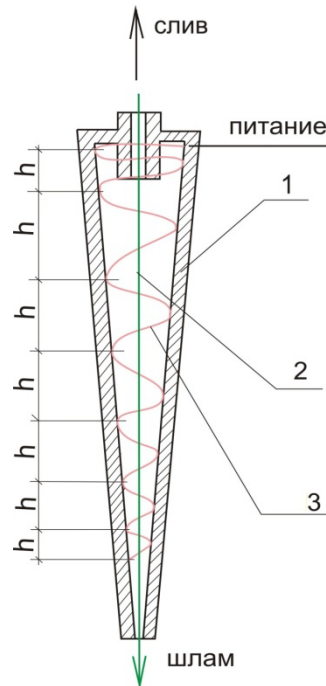


Рис. 1. Схема мікрогідроциклона

- 1) мікрогідроциклон; 2) повітряний стовп; 3) траєкторія низхідного потоку.

Конічна поверхня T задається вершиною S і криволінійною створюючою $r(\tau)$. При обертанні конічної поверхні T навколо вісі m лінії $\ell_1^1, \ell_2^2, \dots, \ell_n^n$ утворюють сімейство направляючих (базових) конусів.

Квазігвинтова конічна поверхня Σ визначається як геометричне місце точок, що знаходяться в початковий момент $t = 0$ на заданій створюючій $r(\tau)$ і що одночасно беруть участь в двох рухах: обертальному – відносно осі m і поступальному – по прямій, яка проходить через твірну $r(\tau)$ і вершину S конуса так, що в момент часу $t = 1$ всі точки виявляються твірними у вершині конуса S .

Кожна лінія $\ell^1, \ell^2, \dots, \ell^n$ криволінійним перетворенням переходить у конічну квазігвинтову лінію $\ell^{1*}, \ell^{2*}, \dots, \ell^{n*}$ із змінним кроком (рис.2). Сімейство конічних квазігвинтових ліній $\ell^{1*}, \ell^{2*}, \dots, \ell^{n*}$ із загальною віссю m формує конусну криволінійну квазігвинтову поверхню Σ .

Для формування математичної моделі конічної криволінійної квазігвинтової поверхні задаємо вихідну конічну поверхню $T(S, \tau)$ з вершиною S і криволінійною створюючою $r(\tau)$ $c \leq \tau \leq b$ (рис.2).

Радіус-вектор $\bar{\ell}(\tau)$ рівний: $\bar{\ell}(\tau) = \bar{v} - \bar{r}(\tau)$

Визначимо радіус вектор $\bar{g}(\tau, t)$:

$$\bar{g}(\tau, t) = \bar{r}(\tau) + \bar{\ell} \cdot t = \bar{r}(\tau)(1 - t) + \bar{v} \cdot t, \quad 0 \leq t \leq 1$$

Радіус-вектор $\bar{r}_0$ рівний:

$$\bar{r}_0 = \bar{v} - (\bar{v} \cdot \bar{\rho}) \cdot \bar{\rho}$$

де $(\bar{v} \cdot \bar{\rho}) \cdot \bar{\rho}$ - проекція вектора $\bar{v}$ на вісь m .
Визначимо радіус вектор $\bar{\rho}$ (рис. 2).

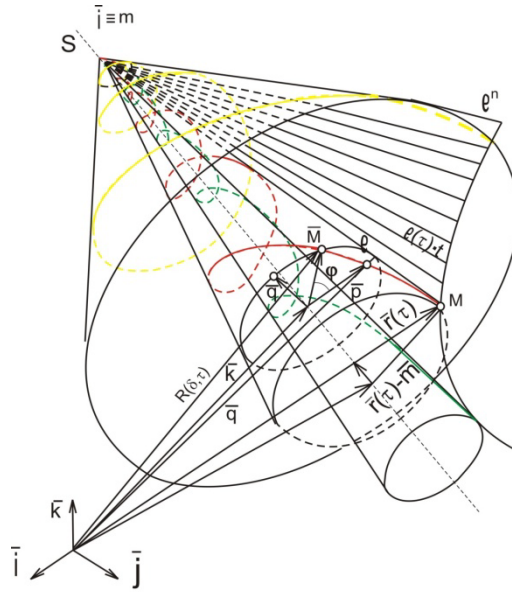


Рис. 2. Сімейство конічних квазігвинтових ліній

$$\begin{aligned}\bar{\rho} &= \bar{g}(\tau, t) - (\bar{g}(\tau, t))\bar{\rho} - \bar{r}_0 \\ &= \bar{r}(\tau)(1 - t) + \bar{v}t - [(\bar{r}(\tau)\bar{\rho})(1 - t) + \bar{v} \cdot \bar{\rho} \cdot t]\bar{\rho} - \bar{v} \\ &+ (\bar{v}\bar{\rho})\bar{\rho} = \bar{r}(\tau)(1 - t) - \bar{v}(1 - t) - [(\bar{r}(\tau)\bar{\rho})(1 - t)]\bar{\rho} \\ &= (\bar{r}(\tau) - \bar{v})(1 - t) - [(\bar{r}(\tau)\bar{\rho})(1 - t)]\bar{\rho} \\ &= [(\bar{r}(\tau) - \bar{v}) - (\bar{r}(\tau)\bar{\rho})\bar{\rho}](1 - t)\end{aligned}$$

де $(\bar{\rho}(\tau, t)\bar{\rho})\bar{\rho}$ - проекція вектора $\bar{\rho}(\tau, t)$ на вісь m .

Вектор $\bar{q}$ визначається з вектора $\bar{p}$ поворотом його в позитивному напрямі на кут $\varphi(\tau, t)$ у площині перпендикулярної осі m .

Для цього потрібно помножити одиничний вектор $\bar{\rho}$ осі m на вектор $\bar{\rho}$ тобто.

$$\bar{q} = \bar{\rho} \cdot \bar{p} = [\bar{\rho} \cdot (\bar{r}(\tau) - \bar{v})] \cdot (1 - t) = [\bar{\rho} \cdot (\bar{r}(\tau) - \bar{v})] \cdot (1 - t)$$

Використовуючи радіуси-вектори $\bar{r}(\tau, t), \bar{\rho}, \bar{p}, \bar{q}$ визначуваний вектор $\bar{R}$:

$$\begin{aligned}\bar{R} &= \bar{p} \cdot \cos\varphi + \bar{q} \cdot \sin\varphi + (\bar{r}_0 + (\bar{q}(\tau, t)\bar{\rho})\bar{\rho}) = \bar{v} - (\bar{v} \cdot \bar{\rho})\bar{\rho} + \\ &(\bar{q}(\tau, t)\bar{\rho})\bar{\rho} + [(\bar{r}(\tau) - \bar{v}) - (\bar{r}(\tau)\bar{\rho})\bar{\rho}](1 - t) \cdot \cos\varphi + (\bar{r}(\tau) - \bar{v}) \cdot \\ &\bar{\rho}(1 - t) \cdot \sin\varphi = \bar{v} + ((\bar{r}(\tau) - \bar{v})\bar{\rho})\bar{\rho}(1 - t) + [(\bar{r}(\tau) - \bar{v}) - \\ &(\bar{r}(\tau)\bar{\rho})\bar{\rho}](1 - t) \cdot \cos\varphi + (\bar{r}(\tau) - \bar{v}) \cdot \bar{\rho}(1 - t) \cdot \sin\varphi\end{aligned}\quad (1)$$

Таким чином, отримуємо рівняння конічної контактної поверхні

$$\bar{R} = \bar{v} + (1 - t)\{((\bar{r}(\tau) - \bar{v})\bar{\rho})\bar{\rho} + [(\bar{r}(\tau) - \bar{v}) - (\bar{r}(\tau)\bar{\rho})\bar{\rho}] \cdot \cos\varphi + [(\bar{r}(\tau) - \bar{v})\bar{\rho}] \cdot \sin\varphi\} \quad (2)$$

При $\alpha = 0$ отримуємо з рівняння (1) конічну поверхню. При $\alpha = \infty$, $t = \varphi/\alpha$ отримуємо з рівняння (2) циліндрову поверхню:

$$\bar{R} = \bar{v} + \left(1 - \frac{\varphi}{\alpha}\right)\{((\bar{r}(\tau) - \bar{v})\bar{\rho})\bar{\rho} + [(\bar{r}(\tau) - \bar{v}) - (\bar{r}(\tau)\bar{\rho})\bar{\rho}] \cdot \cos\varphi + [\bar{r}(\tau) - \bar{v} \cdot \bar{\rho}] \cdot \sin\varphi\} \quad (3)$$

$$\bar{R} = \bar{v}\{((\bar{r} - \bar{v})\bar{\rho})\bar{\rho} + [(\bar{r}(\tau) - \bar{v}) - (\bar{r}(\tau)\bar{\rho})\bar{\rho}] \cdot \cos\varphi + [\bar{r}(\tau) - \bar{v} \cdot \bar{\rho}] \cdot \sin\varphi\}$$

$$\text{Так як: } \bar{r}(\tau) = x(\tau) \cdot \bar{i} + y(\tau) \cdot \bar{j} + z(\tau) \cdot \bar{k};$$

$$\bar{v} = a\bar{i} + b\bar{j} + c\bar{k};$$

$$\bar{\rho} = \lambda\bar{i} + \mu\bar{j} + \nu\bar{k};$$

$$\bar{r}(\tau)\bar{\rho} = \lambda x(\tau) + \mu y(\tau) + \nu z(\tau);$$

$$(\bar{r}(\tau) - \bar{v}) = x(\tau) - a, y(\tau) - b, z(\tau) - c;$$

$$(\bar{r}(\tau) - \bar{v})\bar{\rho} = \lambda(x(\tau) - a) + \mu(y(\tau) - b) + \nu(z(\tau) - c);$$

$$\bar{r}(\tau) - \bar{v})\bar{\rho} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ x(\tau) - a & y(\tau) - b & z(\tau) - c \\ \lambda & \mu & \nu \end{vmatrix} \bar{i}(y(\tau) - b\nu - z(\tau)\mu) - \bar{j}((x(\tau) - a)\nu - (z(\tau) - c)\lambda) + \bar{k}((x(\tau) - a)\mu - (y(\tau) - b)\lambda).$$

то з попереднього рівняння знаходимо координати X, Y, Z конічної контактної поверхні із змінним кроком h :

$$X = a + (1 - t)\{\lambda^2(x(\tau) - a) + \lambda\mu(y(\tau) - b) + \lambda\nu(z(\tau) - c) + [(x(\tau) - a) - \lambda^2x(\tau) - \lambda\mu y(\tau) - \lambda\nu z(\tau)] \cdot \cos(\alpha t) + [(y(\tau) - b)\nu - (z(\tau) - c)\mu] \cdot \sin(\alpha t)\}.$$

$$Y = b + (1 - t)\{\mu^2(y(\tau) - b) + \nu\mu(z(\tau) - c) + \lambda\mu(x(\tau) - a) + [(y(\tau) - b) - \mu^2z(\tau) - \mu\nu y(\tau) - \mu\lambda z(\tau)] \cdot \cos(\alpha t) + [(z(\tau) - c)\lambda - (x(\tau) - a)\nu] \cdot \sin(\alpha t)\}$$

$$Z = c + (1 - t)\{\nu^2(z(\tau) - c) + \nu\lambda(x(\tau) - a) + \lambda\nu(y(\tau) - b) + [(z(\tau) - c) - \nu^2x(\tau) - \lambda\nu z(\tau) - \mu\nu x(\tau)] \cdot \cos(\alpha t) + [(x(\tau) - a)\mu - (y(\tau) - b)\lambda] \cdot \sin(\alpha t)\}$$

Висновок. Моделювання вихідної квазігвинтової конічної поверхні дозволяє отримувати геометричну і аналітичну модель стосовно сучасних технологій по виготовленню мікрогідроциклонів.

Бібліографічний список

1. А.Н.Подкорытов, Ісмаїлова Н.П. Теоретичні основи спряжених квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію //монографія – Херсон.: ФОП Грін Д. С. 2016. - 354 с.

ОСНОВНІ ГЕОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ ОДЕРЖАННЯ СПРЯЖЕНИХ КІНЕМАТИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Подкоритов А.М., д.т.н.

Яблонський П.М., к.т.н.

Макаренко М.Г., к.т.н., НАУ

Вознюк Т.А., ст. викладач

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація – описуються головні методи одержання спряжених поверхонь в теорії машин та механізмів.

Ключові слова - спряжені профілі, обвідний рух, зачеплення спряжених поверхонь, посередник, характер контакту, точковий та лінійний контакти.

Постановка проблеми. В автоматизованих лініях машинобудування за останні десятиріччя стали широко використовуватись складні гвинтові нелінійчасті поверхні. Впровадження у виробництво таких поверхонь вимагає розробки високоефективних аналітичних та графо – аналітичних методів моделювання спряжених кінематичних поверхонь.

Аналіз останніх досліджень. Одним із істотних недоліків сучасних методів конструювання спряжених кінематичних поверхонь є певне, традиційне мислення при проектування їх схем утворення. Цей підхід не викликає сумніву, але необхідно шукати нові перспективні поверхні, та досліджувати процеси, які вони забезпечують при своїй роботі.

Формулювання цілей (постановка завдання). Найбільш ефективними методами побудови спряжених поверхонь є методи, розроблені проф. Підкоритовим А.М., які дозволяють отримати наочне зображення кінематичних поверхонь за наперед заданими технічними вимогами, (рис.1).

Основна частина. З теорії машин і механізмів відомо, що оптимальний рух спряжених профілів підпорядковується теоремі Пуансо. З теореми Пуансо випливає, що беззупинний рух певної фігури на площині можна відтворити шляхом кочення без ковзання однієї центроїди по іншій

При ковзанні точки центроїд виконують роль миттєвих центрів обертання чи полюсів зачеплення. Однакові дугові

відстані від полюса зачеплення, який приймається за початок відліку, визначають положення цих точок на центроїдах, [1].

Відомо також, що при плоскому русі спряжені профілі підпорядковується основному закону зачеплення – закону Віллїса. За цим законом нормаль у точці дотику спряжених поверхонь проходить через полюс зачеплення, [2].

Головні способи одержання спряжених поверхонь засновані на ряді теорем відомих вчених: Т. Олів'є, Х.І. Гохмана, А.Ф. Ніколаєва та А.М. Підкоритова [3], які можна сформулювати в вигляді наступних теорем.

Теорема 1. Якщо поверхні Σ_1 і Σ_2 спряжені з третьою поверхнею Δ , то за певних умов, вони можуть бути спряжені між собою.

Теорема 2. Поверхні Σ_1 і Σ_2 будуть спряжені, якщо кожна з них є обвідною в їх відносному русі (в цьому випадку $\Delta_1 = \Sigma_1$ чи $\Delta_2 = \Sigma_2$). Характер спряжень поверхонь Σ_1 і Σ_2 від відносної орієнтації характеристик пар взаємообвідних поверхонь Σ_1, Δ_1 та Σ_2, Δ_2 .

Теорема 3. Якщо характеристики спряжених поверхонь співпадають ($k_1 = k_2$), то зачеплення спряжених поверхонь Σ_1 та Σ_2 буде лінійчасте.

Теорема 4. Якщо характеристики поверхонь перетинаються в точці $k_1 \cap k_2 = K$, то будемо мати точкове спряження поверхонь.

Теорема 5. Якщо характеристики взаємно не перетинаються, то спряження поверхонь неможливе.

Теорема 6. Якщо кожна із поверхонь Σ_1 та Σ_2 є обвідною сім'ї, утвореної відповідним відносним рухом (Σ_1/Δ_1 та Σ_2/Δ_2 .) свого посередника, за умови спряженості посередників між собою ($\Delta_1 = \Delta_2$.), то поверхні Σ_1 та Σ_2 будуть спряженими.

Існуючий характер контакту поверхонь Σ_1 та Σ_2 визначається на підставі наступних теорем:

Теорема 7. Якщо результатом спряження посередників Δ_1 та Δ_2 є лінійний контакт, то за допомогою таких посередників можна утворити спряжені поверхні Σ_1 та Σ_2 як з лінійним, так і з точковим дотиком.

Теорема 8. Якщо результатом спряження посередників Δ_1 та Δ_2 є точковий контакт, то за допомогою таких посередників можна утворити спряжені поверхні Σ_1 та Σ_2 лише з точковим контактом.

Теорема 9. Якщо посередники Δ_1 та Δ_2 не мають контакту, то за допомогою таких посередників не можна утворити спряжені поверхні.

Досліджені Х.І. Гохманата інші методи аналізу зубчатих зачеплень спрощені, в даний час, застосуванням кінематичного методу.

Цьому методу присвячені роботи В.А. Шишкова, Я.С. Давидова, Ф.Л. Литвина, Д.В. Дадлея, Х. Порітського та Саарі, які базуються на дослідженні та використанні наступної теореми:

Теорема 10. У точці контакту взаємно обвідних поверхонь вектор швидкості відносного руху u_{12} перпендикулярний нормалі n_{12} , тобто: $u_{12} \cdot n_{12} = 0$.

Кінематичний метод широко використовується при розв'язанні геометричних задач конструювання робочих поверхонь інструмента, при побудові спряжених кінематичних поверхонь без використання посередників та в багатьох інших випадках [4].

Найбільш загальним способом утворення спряжених поверхонь є спосіб, утворений твірною інструментальною парою неконгруентних посередників. Цей спосіб базується на теоремі Гохмана – Олів'є – Ніколаєва і визначає спряжені поверхні Σ_1 і Σ_2 як утворені спряженими посередниками Δ_1 та Δ_2 . Кожна з них являється сім'єю, утвореною відносним рухом свого посередника.

Існує, так званий, перший спосіб Г. Олів'є, який базуються на теоремі Гохмана – Олів'є. Ця теорема говорить, що поверхні Σ_1 і Σ_2 є спряжені з третьою поверхнею – посередником Δ , при певних умовах, можуть бути спряжені між собою. В цьому випадку, спільний для спряжених поверхонь Σ_1 і Σ_2 посередник Δ є результатом конгруентного збігу посередників Δ_1 та Δ_2 .

Тобто в першому способі Г. Олів'є ми маємо жорсткий конгруентний зв'язок твірної інструментальної пари.

Другий спосіб Г. Олів'є базуються на першому і його окремим випадком, коли поверхня – посередник Δ ($\Delta_1 = \Delta_2$.) має такий же абсолютний рух, як і одна із спряжених поверхонь Σ_1 чи Σ_2 .

Основою цього способу є теорема Гохмана – Олів'є, яка говорить, що поверхні Σ_1 і Σ_2 будуть спряженими, якщо кожна із них є огибаючою в їх відносному русі. Дотик цих поверхонь завжди лінійчастий і відповідає літерному позначенню ЛПЛП.

Як практичний приклад утворення спряжених поверхонь за цим способом є черв'ячне зачеплення, в якому нарізання черв'ячного колеса відбувається початковою інструментальною поверхнею черв'ячної фрези, яка повністю збігається з поверхнею витків черв'яка.

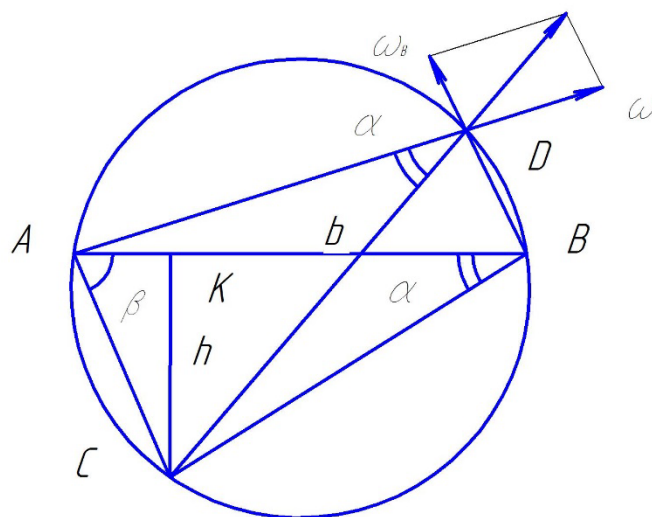


Рис. 1 Схема побудови діаграми кінематичного гвинта для визначення параметрів спряжених поверхонь

Висновки.

1. Подальша розробка і удосконалення аналітичних та графо – аналітичних методів моделювання спряжених кінематичних поверхонь з використанням сучасних комп'ютерних додатків для задач моделювання, дослідження поверхонь і наочного представлення результатів є перспективним напрямком досліджень.

2. Доцільним є розповсюдження викладеного метода дослідження і конструювання спряжених кінематичних поверхонь на інші області технічної діяльності, наприклад, для конструювання поверхонь робочих органів сільгоспмашин.

Бібліографічний список

1. Заблонский К.Н., Белоконов І.М., Щекин Б.М. Теория механизмов і машин. – К: 1989. - 375 с.

2. Артоболевский И.И. Теория машин и механизмов. – М.Ж Наука 1989. - 6339 с.

3. Подкоритов А.Н., Юрчук В.П., Мальцева Л.Н., Павлышко А.В. Аналитическое исследование кинематических пар однополостных гиперболоидов // Труды Таврической государственной агротехнической академии – Мелитополь. – 1999. – Вып. 4. Прикладная геометрия и инженерная графика. – Том 5. – с. 57 – 59.

4. Юрчук В.П. Геометрическое конструирование поверхностей рабочих органов корнеуборочных машин. Дис. Канд. техн. наук: 05.01.01. К.: - 260 с.

**ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ЗАВДАНЬ ПРОГРАМОВАНОГО
КОНТРОЛЮ З КУРСУ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»
ЗА ТЕМОЮ «ПЛОЩИНА»**

Подима Г.С., ст. викладач

Горбатенко Д.В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядаються питання підвищення якості рівня підготовки студентів з дисципліни «Інженерна графіка».*

***Ключові слова** – площа, особливість типових завдань, тестові завдання.*

Постановка проблеми. Розробка тестових завдань з курсу «Інженерна графіка» - це важливий етап підготовки студентів технічних спеціальностей.

Проведення програмованого контролю за допомогою тестових завдань – це необхідний процес перевірки якості підготовки студентів до практичних занять, також підвищення якості викладання теми лектором.

Обов'язковий зв'язок системи студент – викладач, забезпечує якість опанування дисципліни «Інженерна графіка».

Тестовий контроль скорочує час на перевірку знань студентів з будь якої теми дисципліни «Інженерна графіка». Таким чином, на практичних заняттях залишається більше часу на рішення поточних завдань та перевірку графічних робіт.

Аналіз останніх досліджень. Застосування тестових завдань розглядається в усіх підручниках з нарисної геометрії та методичних рекомендаціях з інженерної графіки (1,2,3).

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Оновлення, розробка та запропонування нових завдань з програмованого контролю за темою «Площина».

Основна частина. Процес навчання студентів у Національному технічному університеті України «КПІ ім. Ігоря Сікорського» включає в себе обов'язкове виконання графічних робіт з дисципліни «Інженерна графіка».

По закінченні вивчення курсу «Інженерна графіка», на старших курсах студентам простіше впоратися з більш складними завданнями вже безпосередньо за своєю спеціальністю. Розрахунки курсових робіт базуються на якісних знаннях загальноосвітніх дисциплін, у тому числі

курсу «Інженерна графіка». Також неможливе засвоєння курсу «Комп'ютерна графіка» без базових знань з інженерної графіки.

Проведення тестових опитувань студентів за темами дисципліни «Інженерна графіка» - це необхідний процес. Програмований контроль дає можливість перевірки теоретичного (лекційного) матеріалу курсу, їх самостійної підготовки до занять, а також удосконалення матеріалу на практичних заняттях, шляхом вирішення поставлених завдань.

Для програмованого контролю було розроблено 30 варіантів тестових завдань. Кожне завдання містить п'ять питань, які оцінюються певною кількістю балів залежно від складності. Сумарно робота розрахована на п'ять балів, якщо в програмі факультету передбачена інша оцінка з тестових завдань, пропонується ввести ваговий коефіцієнт.

Тестові завдання складаються з п'яти запитань (для зручності оцінювання за п'ятибальною шкалою). Чотири завдання включають в себе обов'язкове знання теоретичного, лекційного матеріалу, п'яте завдання включає в себе практичну частину побудовання кресленика.

Принципова відмінність цих тестових завдань від розроблених раніше полягає в необхідності обов'язкової побудови знаходження належності точок площині та належності прямої площині. Програмований контроль займає 10-15 хвилин від практичного заняття. Це невеликий час для перевірки знань студентами заданої теми. Приклад такого завдання наведено на рис.1.

Розглянемо окремо кожне з питань тестових завдань:

1. Визначається положення наведених площин та записується їх визначник. Наприклад. Σ - це площина фронтальна, $\Sigma (\Sigma_1)$.
2. Визначити вірну відповідь належності прямої l будь-якій заданій площині.
3. Дати відповідь на запитання вірної побудови додаткової площини π_4 , щоб перетворити площину загального положення на проєкціюючу.
4. Виконується кресленик наведеного рисунка та будуються проєкції відрізка АВ у заданій площині.
5. Записати назву площини, наведеної на рисунку.

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. Також, даний принцип комплектації білету дозволить викладачу, за невеликий час перевірки знань, виявити рівень засвоєння теми та вміння просторового моделювання розв'язку задач, що в свою чергу дає можливість для відбору найбільш обдарованих студентів для участі в олімпіадах з нарисної геометрії та інженерної графіки.

Приклад білету тестових завдань.

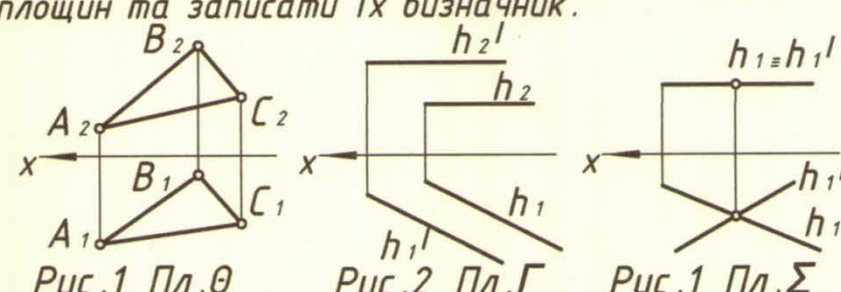
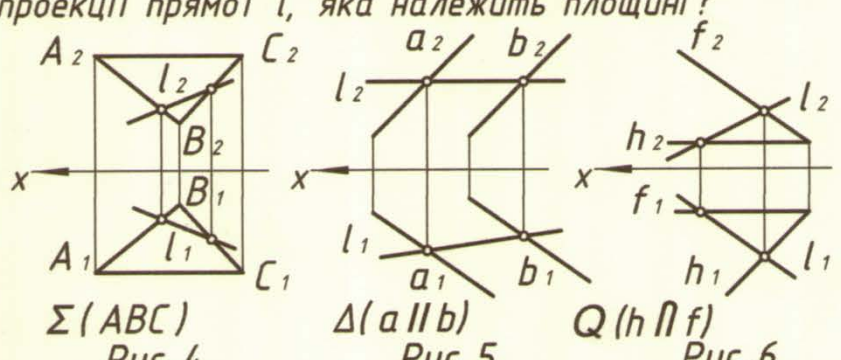
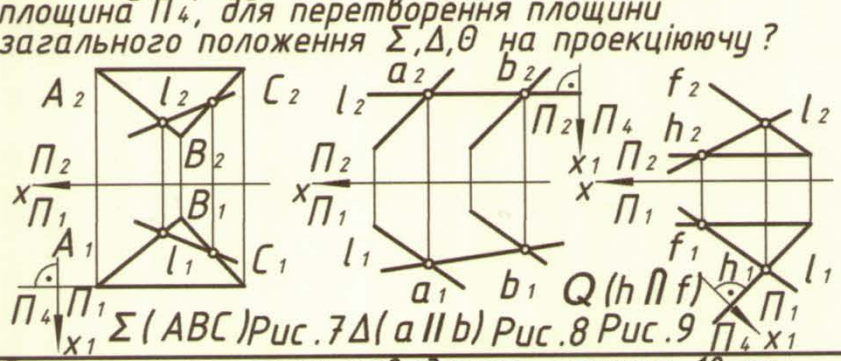
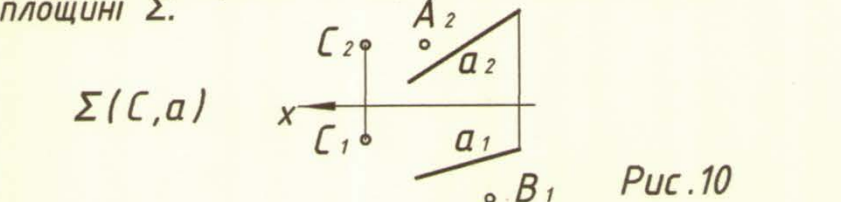
КР	Тема: "Моделювання площини"	В 29
№	Питання	Оцінюв.
1	Визначити на рисунках 1-3 положення наведених площин та записати їх визначник.  Рис.1 Пл.Θ Рис.2 Пл.Г Рис.1 Пл.Σ	1
2	На якому з рисунків 4-6 правильно побудовані проекції прямої l, яка належить площині?  Рис.4 Рис.5 Рис.6	0.5
3	На якому з рисунків 7-9 правильно задана площина Π_4, для перетворення площини загального положення Σ, Δ, Θ на проєкціюючу?  Рис.7 Рис.8 Рис.9	0.5
4	Виконати кресленик наведеного рисунка 10 та побудувати проєкції відрізка AB у заданій площині Σ.  Рис.10	2.5
5	Записати назву площини Σ , наведеної на рис. 10	0.5

Рис. 1

Висновки. Запропонований комплект завдань з програмованого контролю по темі «Площина» з курсу «Інженерна графіка» повинен забезпечити викладачу можливість контролювання якості засвоєння даного матеріалу студентами, а також скоротити час на проведення перевірки знань студентів з виконання графічних робіт та вирішення практичних задач.

Бібліографічний список

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

2. *Віткуп Н.К.* Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка». / Віткуп Н.К., Ізволеньська А.Є., Парахіна Н.А., Чернощоківа Л.Д. // К.:КПІ, 1992 – 60с.

3. Інженерна графіка. Збірник задач і методичні рекомендації до вивчення дисципліни для студентів хіміко-технологічного факультету. / Укладачі: А.Є.Ізволеньська, Д.К. Луданов, Г.С. Подима, К.:НТУУ «КПІ», 2016. – 92с.

ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ЕПЮРНИХ ЗАВДАНЬ З КУРСУ «НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ » В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Попов С., студент,

Овсієнко Л.Г., старший викладач,

Залевський С.В., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання застосування епюрних завдань для більш глибокого засвоєння студентами теоретичного матеріалу з курсу «Нарисна геометрія»*

***Ключові слова** – епюрні завдання, перетворення площин проекцій, лінії з'язку, розташування нових осей .*

Постановка проблеми. В сучасних реаліях при подальшому скороченні кількості навчальних годин, які відводяться на вивчення матеріалу дисципліни «Нарисна геометрія» з'являється необхідність змін існуючих епюрних завдань.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі епюрні завдання за темою «Методи перетворення» для студентів Механіко-машинобудівного інституту базувались на більш глибокій теоретичній підготовці студента, володінні ним основними способами перетворення проекцій. Крім того, можливість успішного розв'язку поставленої задачі була базувалась на великому об'єму практичної підготовки, під час якої викладач міг сформулювати у студента якісний творчий підхід до аналізу та вирішення поставленого завдання. Це обумовлювалось набутих вмінь студента просторово змодельовати найбільш раціональний шлях розв'язання епюрної задачі. Саме такі умови і були відображені в варіантах завдань, які пропонувались для самостійного розв'язку студентам ММІ.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Запропонувати нові епюрні завдання з теми «Заміна площин проекцій».

Основна частина. Навчальна робоча програма курсу «Нарисна геометрія та інженерна графіка» (36 год лекцій, 36 год практики) передбачає самостійну роботу студентів, одним із завдань якої є виконання епюрної роботи за темою «Методи перетворення». В даній роботі пропонується змінити завдання, варіанти яких значно більш уніфіковані та деякою мірою спрощені в порівнянні з існуючими.

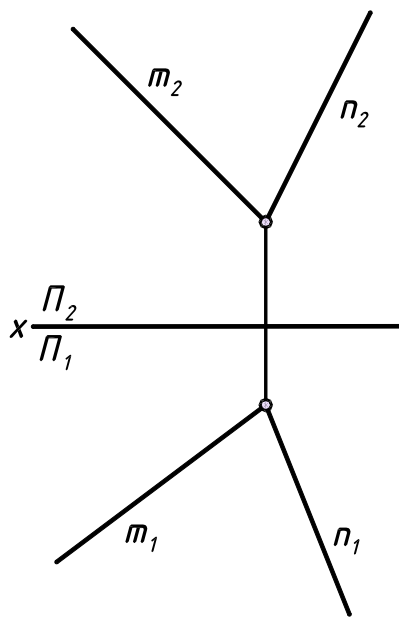
Розглянемо приклад такого завдання. Умова одногшо з варіантів наведена на рисунку 1.

Після отримання індивідуального варіанта завдання студенту дається тиждень на аналіз задачі і розробку методу її розв'язання.

Наступним кроком роботи є узгодження знайденого способу розв'язку з викладачем на консультації.

Останнім етапом роботи є оформлення готового результату на форматі А3.

Бали, нараховані студенту за виконання епюру, можуть бути підвищені, якщо в роботі буде наведено символічний алгоритм розв'язання (Рис.2) або зменшені у випадку несвоєчасного її виконання.



Дана площина $\Sigma(m \cap n)$

1. В площині Σ побудувати проекції квадрата $ABCD$. Діагональ AC розташована на бісектрисі кута $\widehat{m \cap n}$ і дорівнює 40 мм. Точка перетину діагоналей збігається з центром кола $\phi 40$ мм, вписаного між прямими m і n .
2. Знайти кути нахилу площини до Π_1 і Π_2 .

Рис 1. Епюрне завдання.

Алгоритм

1. $\Sigma(m \cap n) \rightarrow \Sigma(h \cap f)$
2. $x \frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow x_1 \frac{\Pi_4}{\Pi_1}, x_1 \perp h_1$
3. $x_1 \frac{\Pi_4}{\Pi_1} \rightarrow x_2 \frac{\Pi_4}{\Pi_5}, x_2 \parallel \Sigma_4$
4. $x \frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow x_3 \frac{\Pi_2}{\Pi_6}, x_3 \perp f_2$

Рис. 2 Алгоритм розв'язку задачі.

Приклад вирішення представленої задачі наведено на рисунку 3.

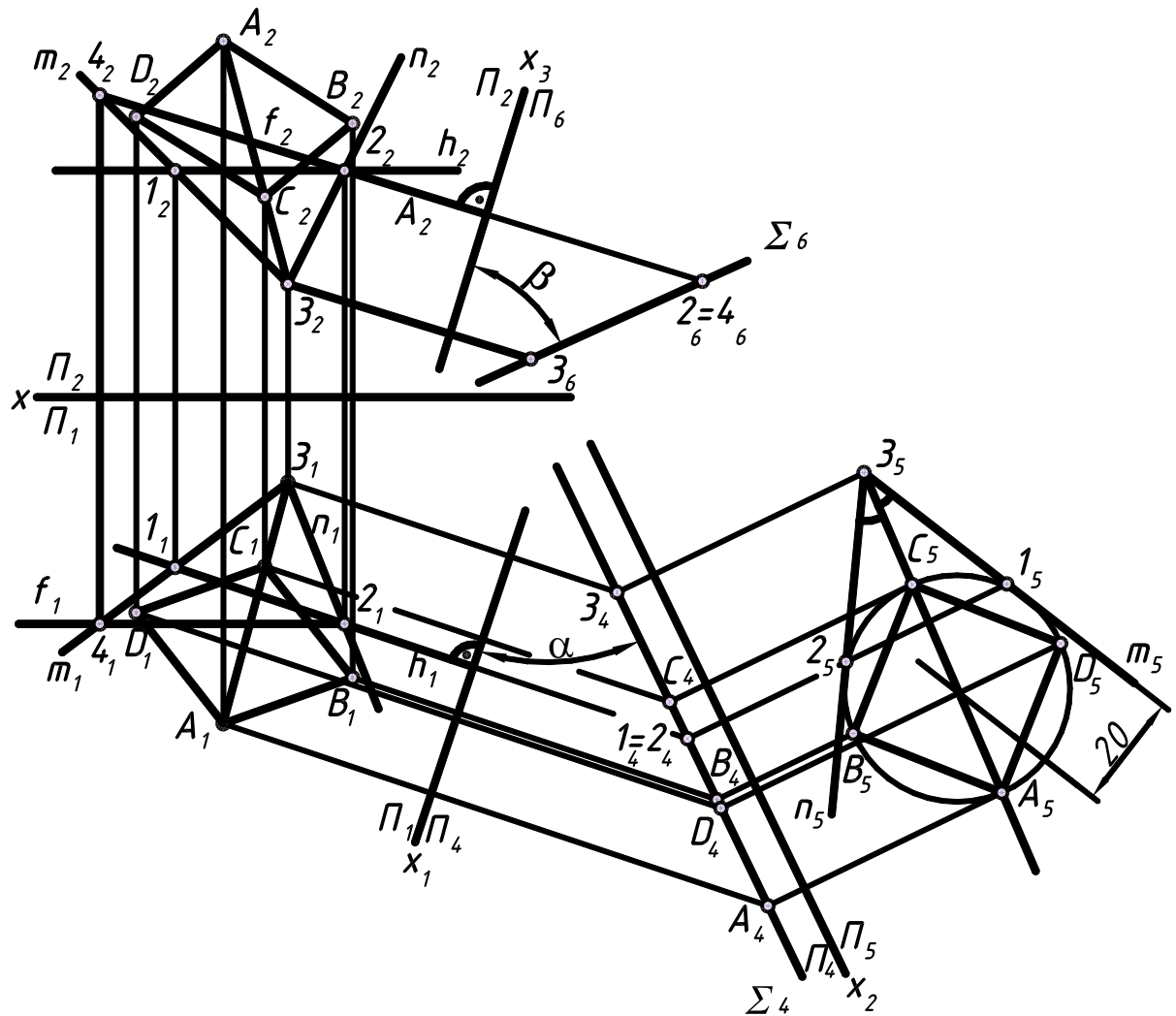


Рис. 3 Розв'язок задачі.

Висновки. Запропонований комплект епюрних завдань по темі “Методи перетворення” з курсу “Нарисна геометрія та інженерна графіка” дає можливість студенту під керівництвом викладача закріпити знання, отримані на лекційному та практичному заняттях.

Бібліографічний список

1. Ванін В. В. Інженерна графіка Підручник Частина 1 Основи нарисної геометрії / В. В.Ванін, В. В.Перевертун, Т. М. Надкернична, Г. Г. Власюк.
2. Віткуп Н.К. Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів "Нарисна геометрія" та " Інженерна графіка". / Ізволєнська А.Є., Парахіна Н.А., Чорнощоківа Л.Д. // К.: КПІ, 1992 - 60с

ВИКОРИСТАННЯ АНІМАЦІЇ У ПРОСТОРОВОМУ МОДЕЛЮВАННІ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ

Рижавський К.Є., студент,

Мартин Є.В., д.т.н.,

Придатко О.В., к.т.н.

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
(Україна, Львів)*

***Анотація** – розглядається процес створення анімації для попередньо розробленої моделі пожежного автомобіля, яка може бути використана при вивченні дисциплін пожежно-рятувального спрямування.*

***Ключові слова** – Editable Poly, ключові кадри, анімація, рендер.*

Постановка проблеми. В процесі розвитку сучасного освітнього процесу важливим практичним завданням є залучення нових засобів подання навчального матеріалу щодо теоретичної та практичної підготовки майбутніх пожежних-рятувальників, зокрема, анімації для демонстрації можливостей та процесу роботи протипожежного устаткування. Це завдання набуває актуальності за умов обмеженості ресурсів навчальних пожежно-рятувальних частин та одночасного розвитку інформатизації навчального процесу.

Аналіз останніх досліджень. Стрімке зростання кількості надзвичайних ситуацій, особливо техногенного характеру, окреслює актуальне завдання сьогодення щодо якісної підготовки рятувальників – професіоналів. Процес формування майбутніх пожежних-рятувальників передбачає вивчення теоретичних курсів та формування практичних навичок використання протипожежного устаткування [1]. Деякі роботи з наряду орієнтовані на дослідження інтерактивних методів відпрацювання тактичних навичок провадження рятувальних робіт та робіт, пов'язаних з пожежогасінням [2]. В умовах обмежених матеріальних і фінансових ресурсів важливу роль відіграє інформатизація навчального процесу, зокрема, його практичної складової. Сьогодні розроблена низка засобів інноваційних технологій [3, 4] щодо використання тренажерів для розв'язання практичних пожежно-тактичних задач, оволодіння навичками застосування первинних засобів пожежогасіння тощо. Важливим завданням є залучення анімаційних можливостей інноваційних технологій у створенні моделей пожежно-технічного обладнання та устаткування.

Формування цілей статті. Базуючись на результатах аналізу та виборі графічного редактора, в роботі окреслено завдання

продемонструвати його результативність на прикладі створення анімації руху для просторової моделі пожежного автомобіля.

Основна частина. Розглянемо процес створення анімації для об'ємної моделі пожежного автомобіля. Використовуємо для цього графічну систему 3DsMax, яка призначена не лише для створення об'ємних фігур з урахуванням їх геометрії, але й для анімації цих фігур [3, 5, 6].

З метою створення анімації, перш за все, необхідно створити об'єкт, якому в подальшому задаватиметься динамічний рух. Після створення об'єкту, з метою його переміщення, необхідно виконати операцію **Auto Key**, за умови його виділення (рис.1). Ця функція дозволяє зберігати й створювати ключові кадри автоматично замість того, щоб використовувати ручне промальовування. Побудова автоматичних проміжних кадрів є зручним інструментом в процесі створення анімації. Створення вимагають тільки ключові кадри, які являються початком та завершенням анімації у просторовому моделюванні.

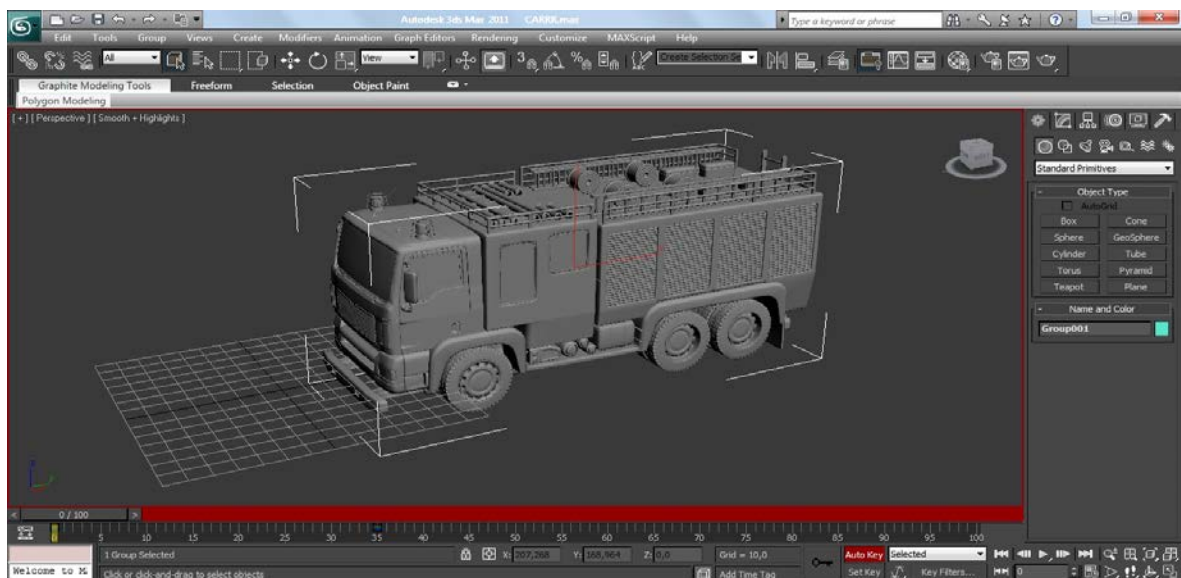


Рисунок 1 – Активний режим **Auto Key**

По завершенню виконання операції **Auto Key**, необхідно перейти на n-ий кадр та, використовуючи інструмент **Move** (Гаряча клавіша "W"), перемістити модель об'єкту (в нашому випадку пожежного автомобіля) в просторі (рис.2). Аналогічні операції можливо проводити з будь-яким елементом об'єкту, до прикладу, колесами, дверима, комплектом устаткування тощо. Єдиною вимогою для виконання другої черги операцій є врахування особливостей переміщення, залежно від того чи воно зазнає обертового, поступального, або комбінованого переміщення. Обертання об'єкту, або його окремого елементу, задається за допомогою інструменту **Rotate** і функції **Angle Snap Toggle**, щоб розвернути колесо на певну кількість градусів (рис.3). Протяжність анімації та швидкість її проходження в основному залежить від кількості кадрів, яка обирається залежно від поставленого завдання.

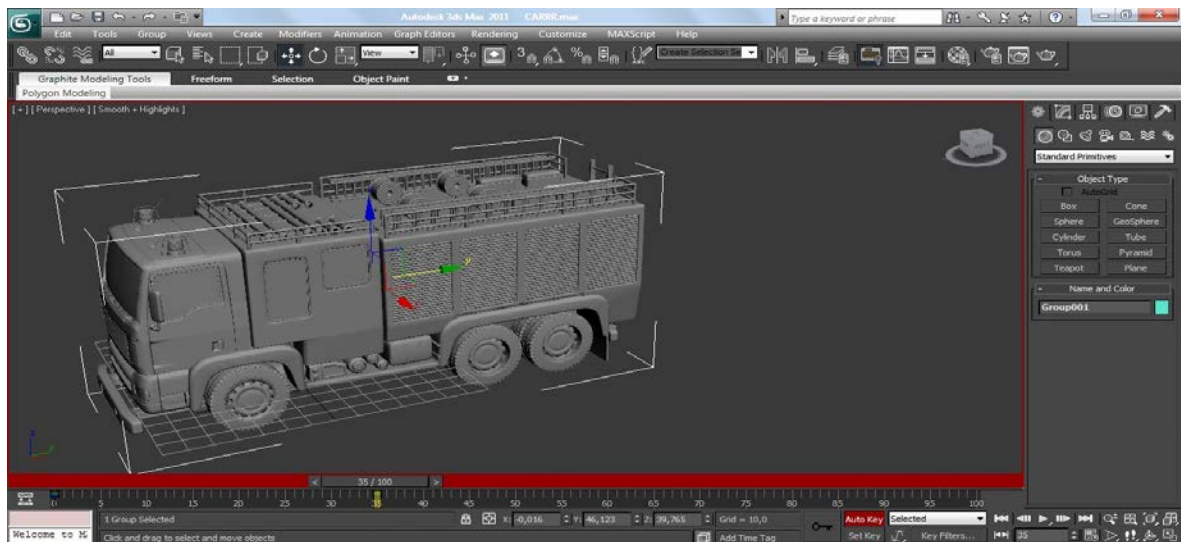


Рисунок 2 – Активований n -ий кадр

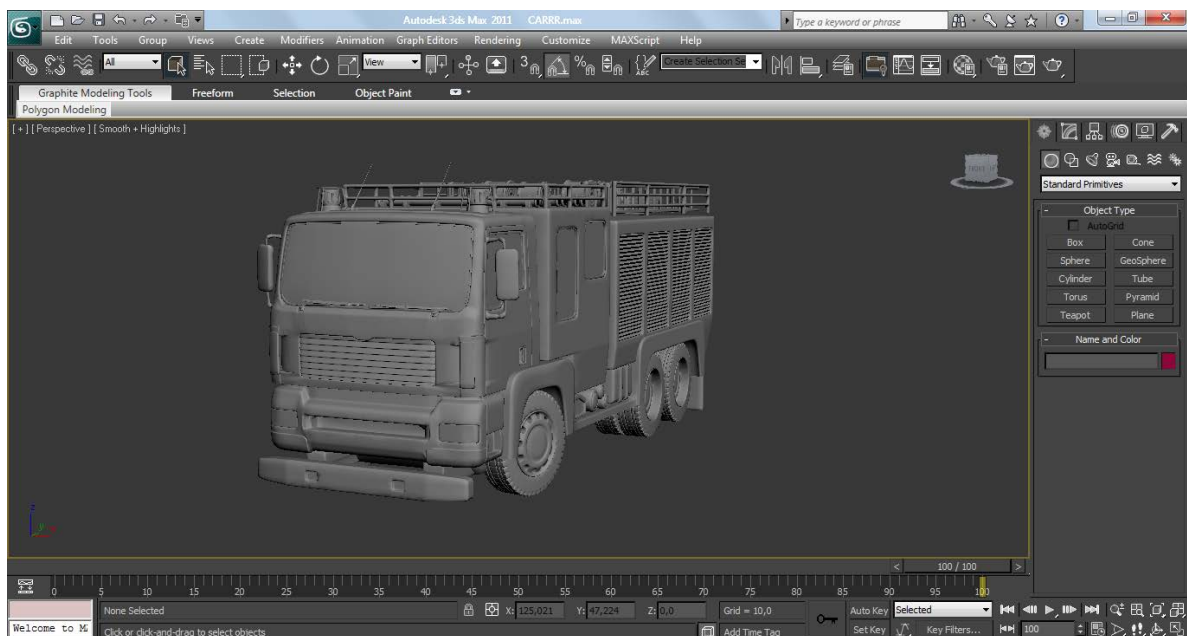


Рисунок 3 – Розвернуте колесо протипожежного автомобіля

Після завершення процесу створення анімації необхідно вимкнути функцію **Auto Key**. З метою відтворення анімації необхідно застосувати операцію **Play**. За необхідності конвертування готового результату у відео файл необхідно натиснути **F10** та з використанням вкладки **Common Parameters** знайти меню **Time Output**, де обрати увесь проміжок часу з першого по останній кадр (рис. 4, 5). В іншому випадку необхідно зазначити з якого по який кадр необхідно провести рендерування відео (рис.6). В такому разі ми можемо ввести значення для рендеру від першого по тридцять п'ятий кадри, тоді стане можливим перегляд усієї анімації. В іншому випадку, за умови введення іншого проміжку кадрів, наприклад від десятого по двадцятий кадр, отримаємо потрібну нам анімацію протяжністю 10 кадрів.

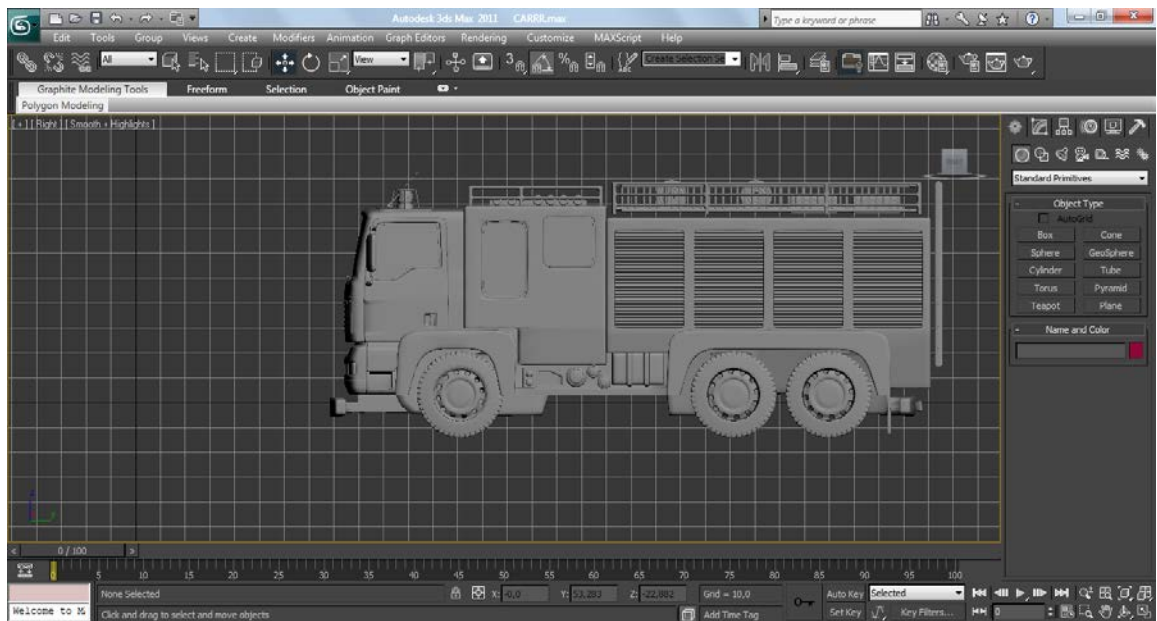


Рисунок 4 – Перший кадр анімації пожежного автомобіля

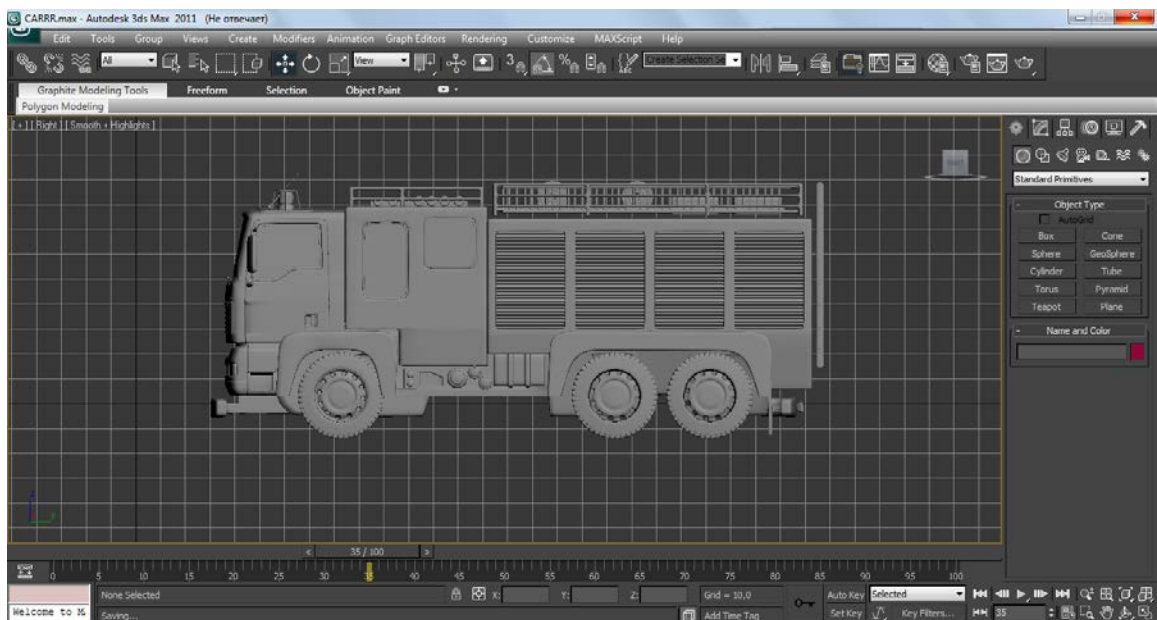


Рисунок 5 – n -ий (35-ий) кадр анімації пожежного автомобіля

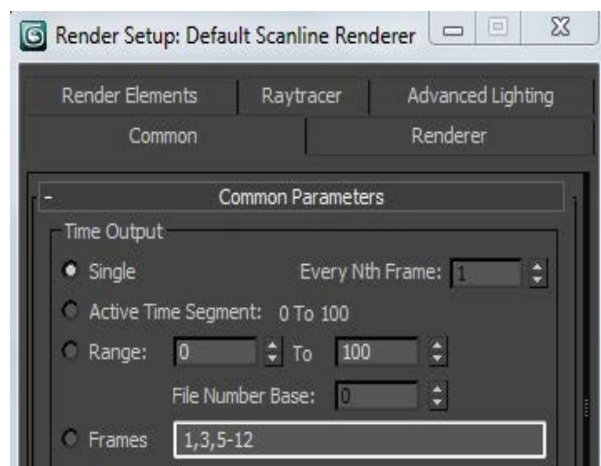


Рисунок 6 – Панель з налаштуваннями рендеру

Отже, без сумніву, технологія автоматичної побудови проміжних кадрів значно полегшує процес створення анімації у просторовому моделюванні. Для створення анімації необхідно створити початковий та кінцевий кадри, а решта кадрів будуються програмою автоматично. Ще однією перевагою графічної системи 3DsMax є можливість рендерування створеної анімації, що надає додаткові переваги у виводі тільки того проміжку відео, який цікавить користування на певний момент. Функція рендерування у графічному редакторі 3DsMax дозволяє реалізовувати безліч анімаційних відеороликів фактично з одного файлу. Таке використання можливостей 3DsMax особливо актуальне під час вивчення принципу роботи окремих складових частин протипожежного автомобіля, коли виникає необхідність почергової демонстрації роботи усього переліку можливостей пожежно-рятувального транспортного засобу.

Висновки. Зважаючи на стрімкий розвиток технологій, вважаємо доцільним та інноваційним використання подібних моделей у навчальних цілях. Використання віртуальних моделей дозволяє курсантам та студентам, майбутнім фахівцям служби цивільного захисту, легко й доступно вивчати комплектування протипожежної техніки, а використання анімації полегшує вивчення принципу роботи тих чи інших пожежно-технічних об'єктів.

Бібліографічний список

1. Ренкас А.Г. Інноваційні технології управління якістю в проектах підготовки рятувальників / А.Г. Ренкас, О.В. Придатко, Д.Б. Мозоль, Т.П. Гангур // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – Львів, ЛДУБЖД, 2015. – 11. – С.80-88.

2. Штайн Б.В. 3D – тренажер як проект підготовки рятувальника-пожежника / Б. В. Штайн, В. Б. Лоїк, В. С. Дубасюк // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – Львів, ЛДУБЖД, 2013. – №7. – С.147-153.

3. Миловская О. 3ds Max Design 2014 / О. Миловская.-М.: Мастер, 2014.-416с

4. Робота з насосними установками пожежних автомобілів. Інтерактивні тренажери: Навчальний посібник / А.Г.Ренкас, О.В. Придатко. – Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2007. – 84 с.

5. Козяр М.М. Інтерактивні методики навчання у ВНЗ / М. М. Козяр // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: зб. наук. праць. – Харків: Національний технічний університет «ХПІ», 2015. – №42(46). – С. 285-292.

6. Гумен О.М. Графічні інформаційні технології у підготовці фахівців технологічних спеціальностей / О.М. Гумен, С.Є. Ляковська, Є.В. Мартин // Теорія і методика електронного навчання: зб. наук. пр. – Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2013. – Вип. IV. – С. 65-68.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ ЗА ТЕМОЮ «РОЗГОРТКИ»

Самофал К.І., студент,

Овсієнко Л.Г., старший викладач,

Залевський С.В., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання особливостей виконання графічної роботи за темою «Розгортки» з курсу «Нарисна геометрія та інженерна графіка» для студентів Механіко-машинобудівного інституту.*

***Ключові слова** – розгортка, триангуляція, нерозгортна поверхня.*

Постановка проблеми. В наш час в техніці використовують велику кількість поверхонь складних геометричних форм. Побудова викрійок відсіків таких поверхонь завжди була і залишається важливою задачею в багатьох галузях техніки, зокрема в авіа і автомобілебудуванні, архітектурі і легкій промисловості. Все більше актуальним постає питання побудови розгорток поверхонь у зв'язку з широким використанням композиційних матеріалів. Дати студентам теоретичні знання і практичні навички побудови розгорток є важливим завданням при вивченні курсу «Нарисна геометрія та інженерна графіка».

Аналіз останніх досліджень. Рівень складності існуючих завдань з теми «Розгортка» варіюється від складних завдань радянських часів (з курсом креслення в школі) до занадто спрощених завдань для студентів немеханічних спеціальностей. Існуючі на цей час комплекти завдань не в повній мірі задовольняють потреби підготовки сучасних студентів ММІ. При вирішенні запропонованих завданнях вони мають оволодіти загальними методами побудови розгорток поверхонь складних геометричних форм як шляхом опрацювання матеріалу самостійно, так і на практичному занятті.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Запропонувати нові завдання з теми «Розгортка».

Основна частина. Виконання даної графічної роботи складається з двох етапів.

1. На практичному занятті студент отримує варіант завдання (Рис. 1). Вдома він повинен на форматі А4 викреслити умову завдання і виконати розбивку криволінійних поверхонь на відсіки з рівномірним кроком для зменшення середньої похибки.

2. На наступному практичному занятті, під керівництвом викладача:

- знаходяться натуральні величини всіх необхідних твірних поверхонь;

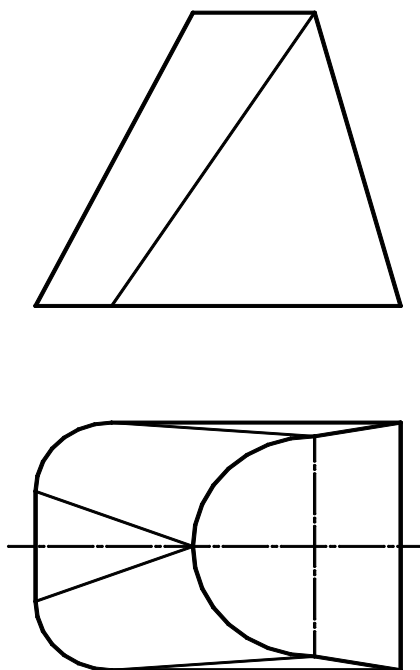


Рис. 1 Завдання за темою «Розгортка»

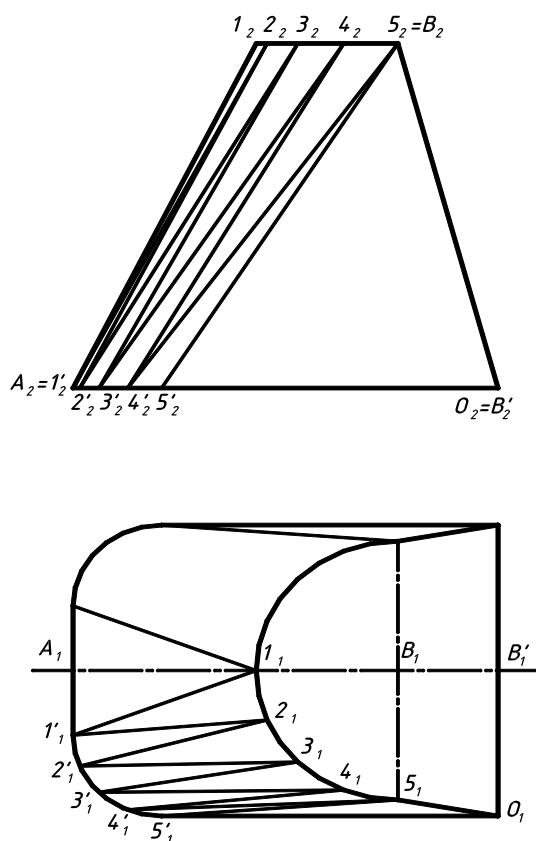


Рис 2. Робивка криволінійних поверхонь на відсіки з рівномірним кроком.

– діагоналей просторових чотирикутників. При цьому використовуються правило прямокутного трикутника, яке значно спрощує побудову за рахунок спільного катета Δz (Рис. 3,4).

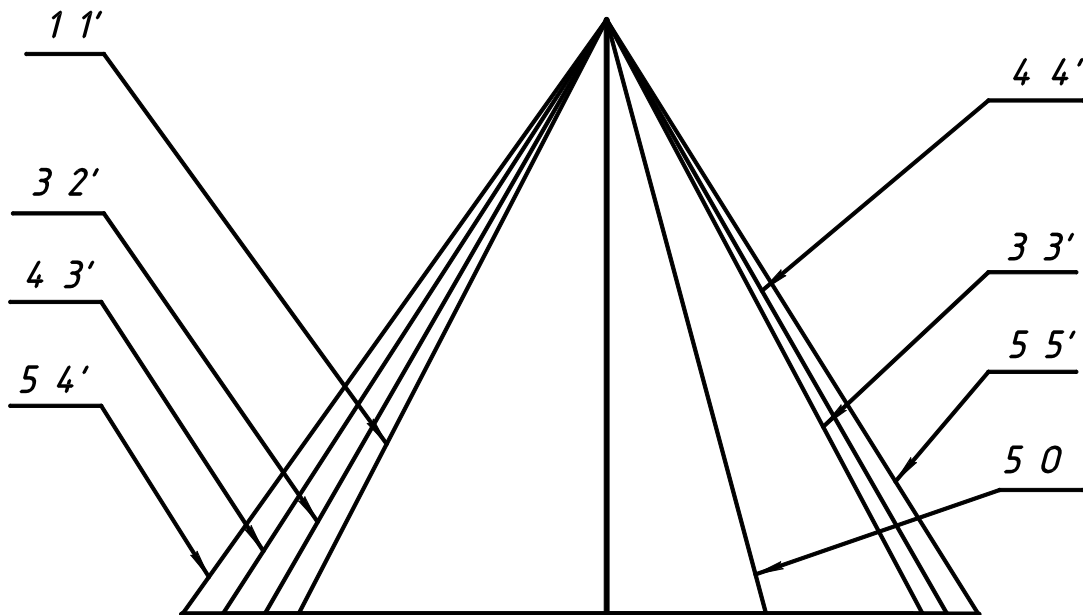


Рис. 3 Знаходження натуральних величин.

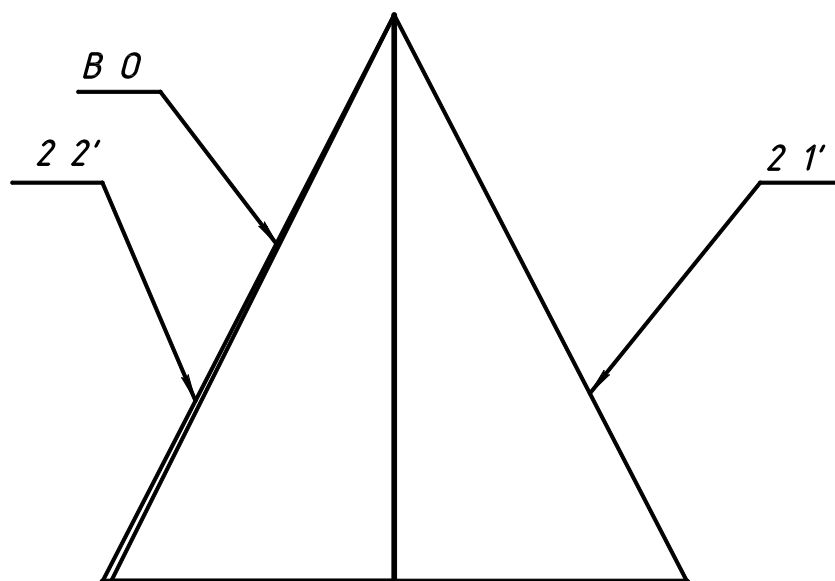


Рис. 4 Знаходження натуральних величин.

Для побудови розгортки використовують метод триангуляції. Приклад виконаної роботи наведено на рисунку 4.

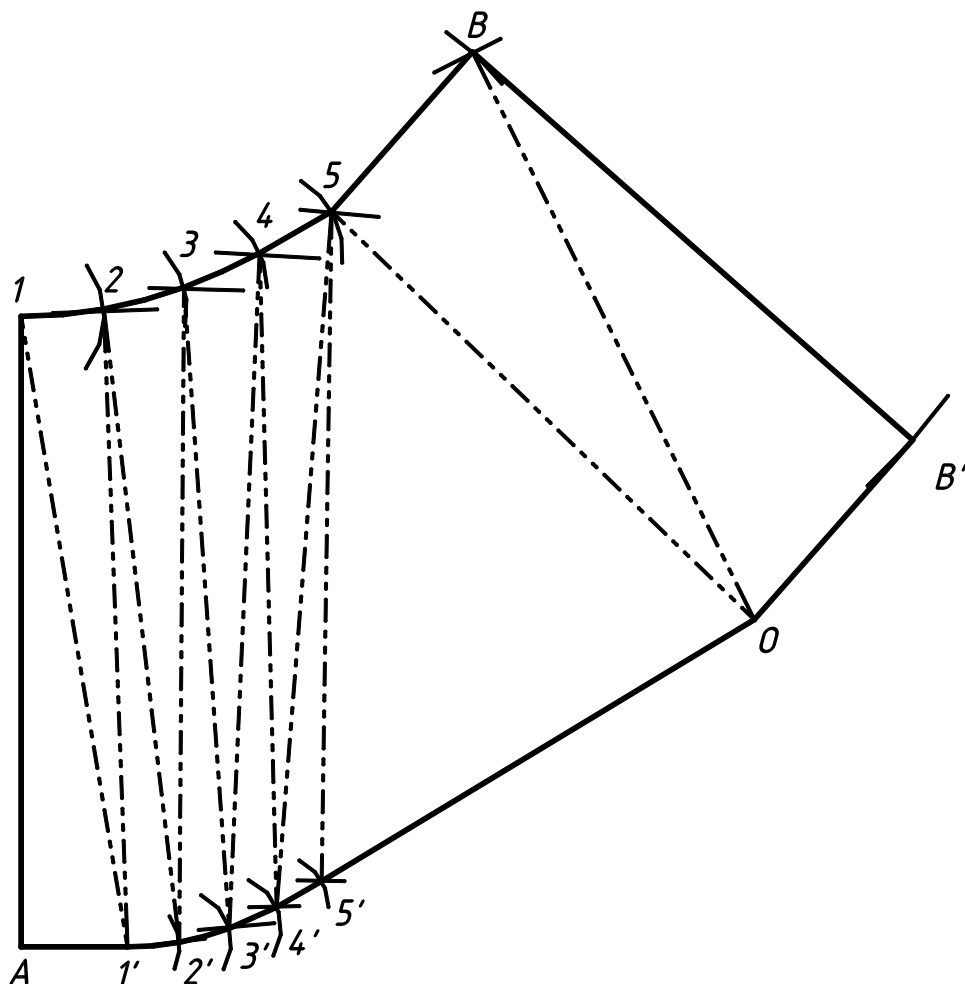


Рис.4 Розгортка поверхні

Висновки. Виконання запропонованої роботи дозволить студентам засвоїти теоретичний матеріал, оволодіти практичними навичками побудови розгорток поверхонь складних технічних форм.

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. *Віткуп Н.К.* Учбові завдання з нарисної геометрії і інженерної графіки. / Н.К. Віткуп, М.Д.Бевз, В.В.Ванін, С.М.Горбань, В.Й.Залевський // К., КПІ, 2003, 64.
3. *Віткуп Н.К.* Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів "Нарисна геометрія" та " Інженерна графіка". / Ізволеньська А.Є., Парахіна Н.А., Чернощоківа Л.Д. // К.: КПІ, 1992 - 60с.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ У ПІДГОТОВЦІ СПЕЦІАЛІСТІВ ТЕХНІЧНИХ НАПРЯМКІВ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Свідрак І.Г., к.т.н., доцент

Баранецька О.Р., к.т.н., доцент

Шевчук А.О., старший викладач

Національний університет «Львівська політехніка»

***Анотація.** Становлення та активний розвиток освітньої галузі в Україні не може бути забезпечений без ефективно діючої науково-дослідницької галузі. Сьогодення вимагає від нас новітнього концептуального підходу до оновлення вищої школи України [1]. Одним із основних чинників навчального процесу навчання є підвищення якості проведення усіх видів навчальних занять та застосування у навчальному процесі інтерактивних методів навчання. Таким чином, вибір теми обумовлено вищеназваними потребою у дослідженні цієї проблематики з метою розробки нових підходів до навчального процесу, який повинен проходити як засіб розвитку студентів, а головне завдання навчальних закладів полягає не тільки в тому, щоб дати певну кількість знань та навиків майбутньому спеціалісту, а й створити стійку мотивацію до навчання, створити умови для самоосвіти, пов'язані з розвитком творчого та критичного мислення студента. В основі цього лежить використання інтерактивних методів навчання, що забезпечує підвищення якості проведення усіх видів навчальних занять.*

***Ключові слова** – інтерактивні методи навчання, лекція-вікторина, лекція-консультація, підготовка спеціалістів.*

Постановка проблеми. Актуальність даної теми обумовлена необхідністю вироблення адекватних сучасним умовам новітніх концептуальних підходів до оновлення вищої школи України, які б забезпечили високу професійну підготовку фахівців інженерно-технічного профілю.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз сучасних методів навчання у вищій школі та пристосованість сьогоденної освіти до вимог інтерактивної технології навчання.

Сьогодення вимагає від нас новітнього концептуального підходу до оновлення вищої школи України [1]. Одним із основних чинників навчального процесу навчання є підвищення якості проведення усіх видів навчальних занять та застосування у навчальному процесі інтерактивних методів навчання. Звичайно, ці

методи необхідно впроваджувати, спираючись на світовий досвід, але, на нашу думку, без сліпого копіювання чужих зразків, щоб бездумно не зламати системи нашої освіти, яка має свою історію, традиції, своє життя.

Сучасна педагогіка пропонує впровадження одного із наступних методів навчання в сенсі його активізації. Методи навчання поділяються на неімітаційні та імітаційні [3]. До неімітаційних методів навчання можна віднести такі форми організації навчального процесу, як лекція-бесіда, лекція-диспут, проблемна лекція, лекція з розгляду конкретних ситуацій, лекція-вікторина, лекція-консультація, лекція-прес-конференція, теоретична співбесіда, метод залучення (суггеспедагогіка) та інші.

Імітаційні методи можуть бути поділені на два види: ігрові та неігрові. Ігровими методами можна вважати такі, як гра-вправа, гра-імітація, комплексні дієві ігри, ігри-змагання, ігрове проектування, соціально-психологічний тренінг. До неігрових методів можна віднести широкоформатну ситуацію, мікроситуацію, ситуацію-ілюстрацію, ситуаційну задачу, ситуацію-інцидент, інформаційний лабіринт. Процес навчання можна поділити на пасивне та активне.

Психологічні та педагогічні дослідження стверджують, що після пасивної участі в процесі навчання слухач здатен відтворити до 70% інформації через три години, а до 10% — через три дні [4].

Формулювання цілей. Метою даної роботи є дослідження та обґрунтування теоретико-методологічних засад і практичних аспектів впровадження у навчальний процес у вищій школі інтерактивних методів навчання, та сучасних інформаційних технологій. Виходячи з цього, перед даним дослідженням поставлено наступні завдання:

- аналіз сучасних методів навчання у вищій школі та пристосованість сьогоденної освіти до вимог інтерактивної технології навчання;
- дослідження концепції інтерактивного навчання;
- планування та проведення інтерактивних занять;
- проблеми впровадження сучасних інформаційних технологій у навчальний процес;
- рекомендації щодо удосконалення підготовки спеціалістів.

Основна частина. Дослідження концепції інтерактивного навчання.

Інтерактивні методи навчання, і в першу чергу креативного (творчого) напрямку, є антитезою пасивності. Вони передбачають активність студентів. Підтвердженням цієї тези є таблиці запам'ятовування [4], запам'ятовується: 10% того, що прочитаємо; 20% того, що почуємо; 30% того, що побачимо; 50% того, що побачимо і почуємо; 80% того, що скажемо; 90% того, що виразимо в дії. З таблиці бачимо, що людина найбільш вчиться і запам'ятовує в процесі діяльності.

Інтерактивний метод навчання має два важливі елементи: співпрацю (inter - „між”) та активність. Він не лише покращує

процес навчання, але також формує партнерські відносини між студентами, між студентом та викладачем, вчить співпраці та спільних дій в понятті „команда”, дозволяє досягнути стандартів демократичної культури. Він навчить відповідно реагувати та усвідомлювати свою реакцію на чужі позиції та дії, сприймати один одного, допоможе реалізувати талант кожної окремої особи для блага цілого колективу та досягнення виробничої мети. Всі інтерактивні методи в кінцевому рахунку повинні власне служити прагненню до самостійного розв'язання проблеми, засвоєння знань, тренування вмінь та формування власної позиції. Вони допоможуть усвідомити істину сучасності, що успіху не можна досягнути самостійно, а лише разом — в колективі.

В літературі [2, 3, 4] наведено значну кількість видів інтерактивних технологій навчання. До них можна віднести дискусію, метод мозкового штурму, „снігова куля”, „килимок ідей”, „капелюхи”, анкета „5 з 25”, „оксфордські дебати”, „ікси та ігреки”, „метод генерування 6-3-5”, моделювання ситуації (симуляція), інтеграційні ігри, інверсія, синектика, „метод морфологічного аналізу”, метод „гірлянд асоціацій”, метод багатомірних матриць, метод емпатії та інші.

Концепція інтерактивного навчання, як і концепція іншої технології повинна реалізувати повністю потенціал студента та підготувати майбутнього висококваліфікованого спеціаліста. Від сучасного спеціаліста вимагаються нові знання, стійкі професійні вміння та навички. Мета інтерактивних методів навчання — сформувати у студента вміння аналізувати стандартні і нестандартні задачі та проблеми, приймати відповідні рішення, проявляти творчу і дослідницьку ініціативу, отримати здатність взаємодії в процесі дискусії, бесіди, діалогу та прийняття рішення.

Планування та проведення інтерактивних занять.

Планування інтерактивних занять починається з визначення потреб студентів у навчанні. На цьому етапі потрібно проводити аналіз потреб і можливостей студентів. Роботу над аналізом потреб зводять до чотирьох груп[4]:

- які знання, яка інформація потрібні учасникам навчання;
- які вміння повинні отримати учасники навчання;
- яку позицію слід їм зайняти, щоб досягти своєї цілі;
- які групові та організаційні процеси повинні запрацювати, щоб була досягнута мета.

Навчання, відповідно до сучасного підходу до підготовки спеціалістів у вищій школі, — це не лише зміст, завдяки якому студенти отримують знання, вміння, навички, але і процес, який їм цей шлях зможе полегшити. Результат інтерактивних методів навчання має бути конкретним, вимірюваним, узгодженим з учасниками, реалістичним, визначеним у часі. Викладач повинен мати в своєму розпорядженні комплект методів з метою його використання у відповідний момент із

підбіркою необхідних матеріалів. Навчальні заняття, які проводяться інтерактивними методами, часто вимагають співпраці декількох ведучих. Важливий момент в діяльності викладача займає оцінювання якості навчання! Оцінювання має сенс тоді, коли його результати надалі дійсно будуть використані.

Інтерактивні методи навчання потребують значної кількості навчального часу та врахування психофізіологічних особливостей учасників навчального процесу. Навчання, яке проводиться інтерактивними методами, повинно забезпечуватися і відповідною матеріально – технічною базою. Під час проведення активних навчальних заходів є потреба у використанні широкої палітри ТЗН: різноманітні білі дошки, модераційні таблиці (коркові, магнітні), фліп-чарти із змінними блокнотами, кодоскопи, відеозасоби (відеокамери, відеопрогравачі, телевізори), модераційні валізи, аудіозасоби, різноманітні стимулятори (тренажери, стенди), комп'ютерна мережа, мультимедійні проектори. Обов'язковим атрибутом для обслуговування навчального процесу має бути комп'ютер з принтером та копіювальна техніка.[5]

Наскільки ж пристосована сьогодення освіта в Україні до вимог інтерактивної технології навчання? Нажаль, ми можемо констатувати, що мають місце фактори непристосованості сьогоденньої освіти до вимог часу. У багатьох студентів не вибудований в собі ентузіазм до навчання, присутня пасивність значної частини студентів щодо бажання отримати глибокі знання. Головна причина — відсутня належна мотивація до знань. Сучасні методи навчання вимагають надзвичайної активності студентів, значної попередньої підготовки їх. До занять із застосуванням інтерактивних методів потрібно значно більше готуватись, ніж до традиційних форм навчання як з боку студентів так і з боку викладачів. Де брати час в умовах існуючих навчальних планах? Деякі інтерактивні методи займають досить багато часу, що непридатно для застосування в короткотривалих формах нашого навчального процесу. Потрібні спеціально облаштовані приміщення, в яких створюються умови для одночасної роботи декілька команд, а також для презентації опрацьованих ідей на форумі цілої групи. Навчальний процес вимагає великих приміщень через необхідність руху учасників навчання. Є велика потреба в значній кількості реквізитів та відповідній реорганізації навчального приміщення. Методи вимагають достатньої кількості сучасних ТЗН, методичного, навчального та інформаційного матеріалу.

Таким чином, технологія навчання за допомогою інтерактивних методів часто вимагає одночасної роботи в групі студентів декілька викладачів. Збільшення кількості викладачів в наших ВНЗ — велика проблема. Окремі інтерактивні методи передбачають роботу викладача в невеликих групах студентів (4-8 студентів), що приведе до збільшення

кількості академгруп у вузах і, як наслідок, навантаження. Методи можуть видатися неефективними без достатньої підготовчої, організаційної, методичної роботи та відповідної матеріальної бази. На це у нас, при існуючих навантаженнях викладача, не вистачає часу та відповідних фінансових можливостей. Іде процес скорочення з технічних дисциплін таких форм індивідуальної та самостійної роботи, як розробка курсових проектів, графічних робіт, які є дуже дієвим елементом інтерактивного метода навчання. Дуже обмежений мотиваційний рівень мають студенти з більш високим навчальним рейтингом. Недостатній рівень матеріального забезпечення та заохочення викладацького та обслуговуючого персоналу ВНЗ. Відсутні дієві форми захисту студентства від побутових проблем (низький розмір стипендії, відсутність кредитування навчання, низький рівень оплати праці студента роботодавцями). Низьке асигнування ВНЗ з боку держави, відсутність дотацій з боку місцевих органів самоврядування і зацікавлених галузей, обмежені фінансові можливості учасників навчального процесу.

Висновки. Отже, чи доцільно впроваджувати в навчальний процес інтерактивні методи навчання? Однозначно, так. Вони мають переваги над багатьма традиційними формами організації навчального процесу.

Чи це означає, що треба відкинути все те цінне, що набула наша національна освіта? Однозначно, ні. Нам треба дати відчутний імпульс на процес оновлення нашої вищої школи із збереженням наших досягнень, традицій. Для цього ми повинні дуже обережно, поступово і методично обґрунтовано впроваджувати в навчальний процес інноваційні методи навчання з урахуванням особливостей середовища, в якому відбудеться цей процес. Для досягнення високої якості навчання потрібно чесно визнавати і більш рішуче усувати ті серйозні недоліки, які гальмують процес логічного впровадження інноваційного підходу до сучасної освіти, яка б відповідала передовим світовим стандартам.

Бібліографічний список

1. Вища освіта України і Болонський процес// Навч. посіб./ За ред. Кременя В.Г.- Київ – Тернопіль, 2004. – 110с.
2. Гончаров С.М., Косткова Т.А., Яковлева О.М.//Технології навчання. Науково-методичний збірник. Вип. 10. –Рівне: НУВГП, 2006. –190с.
3. Інноваційні технології навчання в системі підготовки та підвищення кваліфікації державних службовців// Під. заг. ред. В.Г.Логвінова та С.К.Хаджираєвої. –Одеса: ОРІДУ УАДУ, 2002. – 253с.
4. Інтерактивні методи навчання: Навч. посібник//За ред. П.Шевченка: П.Фенриха. –Щецін: В-во WSAP, 2005. – 170с.
5. Лутаєв В.В. Інтерактивні методи навчання та їх використання в умовах ВНЗ України//Нова педагогічна думка. Науково-методичн.ж., Рівне: 2008. – 703с.

ОГЛЯД ВИДІВ СУЧАСНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

Селіна І.Б., старший викладач

Андрієнко Ю. Є., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання класифікації комп'ютерної графіки і коротка характеристика її видів.*

***Ключові слова** – інженерна та комп'ютерна графіка, комп'ютерний графік, графічне мислення, розумова діяльність.*

Постановка проблеми. Комп'ютерна графіка – це область діяльності, в якій для побудови і редагування зображень в якості інструмента використовують комп'ютери. Дизайнер комп'ютерної графіки укладає отриманий від замовника текст, фотографії та інший вихідний матеріал за допомогою комп'ютерних програм. Робота може містити в собі і придумування рекламних текстів, фотографування виробів і обробку фотографій, а також оформлення веб-сторінок. Кінцевим результатом роботи має бути художнє оформлення, виконане на високому рівні. В роботі дизайнер комп'ютерної графіки має мати художні здібності, вміння конструювати і знання основ композиції. Основним засобом праці дизайнера комп'ютерної графіки є комп'ютер. Тому природно, що знання комп'ютера і його робочого середовища є необхідністю, якої не можна уникнути. Такою ж природною потребою є знання багатьох програм, наприклад CorelDraw, PhotoShop та ін., і вміння ними користуватися.

Формування цілей (постановка завдання). Будь-яке зображення на моніторі, в силу двовимірності, стає растровим. Так як монітор - це матриця, він складається із стовпців і рядків, тобто спосіб візуалізації це растр (набір пікселів), а від кількості цих пікселів залежить спосіб завдання зображення. Мета статті зробити огляд способів завдання зображень засобами комп'ютерних технологій.

Основна частина. За способами завдання зображень комп'ютерну графіку можна розділити на категорії:

1. двовимірна графіка;
2. тривимірна графіка.

Двовимірна комп'ютерна графіка класифікується за типом представлення графічної інформації, з якого слідує відповідні

алгоритмами обробки зображень. Комп'ютерну графіку поділяють на векторну і растрову і фрактальну.

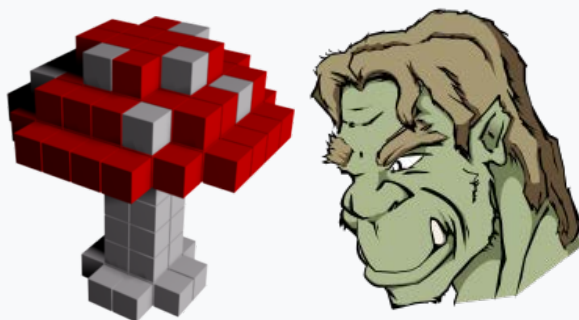


Рис.1

Векторна графіка представляє зображення як набір геометричних примітивів (рис.1). Зазвичай, в якості них вибираються точки, прямі, кола, прямокутники, а також, в загальному випадку, криві певного порядку. Об'єктам присвоюються деякі атрибути, наприклад, товщина ліній, колір заповнення. Малюнок зберігається як набір координат, векторів і чисел, що характеризують набір примітивів. При відтворенні об'єктів, що перекриваються, має значення їх порядок.

Зображення у векторному форматі дає простір для редагування. Їх можна без втрат масштабувати, обертати, деформувати. Крім того, імітація тривимірності в векторній графіці простіша, ніж в растровій. Справа в тому, що кожне таке перетворення фактично виконується так: старе зображення (або фрагмент) стирається, і замість нього будується нове. Математичний опис векторного малюнка залишається колишнім, змінюються лише значення деяких змінних, наприклад, коефіцієнтів.

При перетворенні растрової картини, в якості вихідних даних використовують тільки опис набору пікселів, тому виникає проблема заміни меншого числа пікселів на більше (при збільшенні), або більшого на менше (при зменшенні). Найпростішим способом є заміна одного пікселя декількома того ж кольору. Разом з тим, не всяке зображення можна представити як набір з примітивів. Такий спосіб представлення є гарним для схем, використовується для масштабованих шрифтів, ділової графіки, дуже широко використовується для створення мультфільмів і просто роликів різного змісту (рис.2).

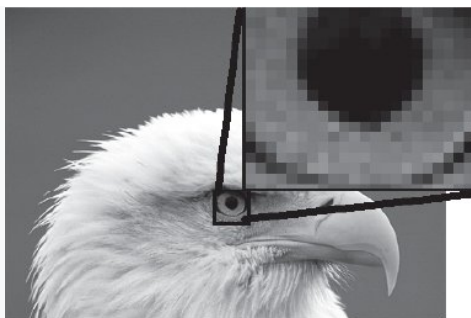


Рис.2

Растрова графіка завжди оперує двовимірним масивом (матрицею) пікселів. Кожному пікселю зіставляється значення яскравості, кольору, прозорості - або комбінація цих значень. У растровому вигляді можна представити будь-яке зображення, проте цей спосіб зберігання має свої недоліки: більший обсяг пам'яті, необхідний для роботи з зображеннями, втрати при редагуванні.

Фрактальна графіка. Даний напрямок створений для візуалізації об'єктів які складаються з однакових елементів. Створити подібний малюнок можна автоматично за допомогою обчислення певних формул або за допомогою певного алгоритму. При внесенні змін до початкової формули зображення змінитися само. Таким чином, для збереження зображення застосовується лише збереження вихідних формул і алгоритмів. Яскравими прикладами таких зображень є сніжинка Коха (рис.3), дракон Хартера-Хейтчея (рис.4), трикутник Серпінського (рис.5) і інші.

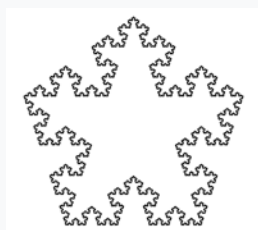


Рис 3



Рис. 4



Рис.5

Тривимірна графіка (3D - від англ. Three dimensions - «три виміри») оперує з об'єктами в тривимірному просторі. Зазвичай результати являють собою плоску картинку, проекцію.

Комп'ютерна графіка широко використовується в кіно, комп'ютерних іграх. Тривимірна графіка буває полігональною і вексельною. Вексельна графіка аналогічна растровій. Об'єкт складається з набору тривимірних фігур, найчастіше кубів. У стилі вексельної графіки малюють, використовуючи різні форми, які лежать на великій кількості шарів (рис.6). А в полігональній комп'ютерній графіці всі об'єкти, зазвичай, представляються як набір поверхонь. При цьому, мінімальну поверхню називають полігоном. В якості полігона, зазвичай, вибирають трикутник (рис.7).

Всіма візуальними перетвореннями векторної (полігональної) 3D-графіки керують матриці. У комп'ютерній графіці використовується три види матриць:

- матриця повороту;
- матриця зсуву;
- матриця масштабування.



Рис.6



Рис.7

Висновки. Комп'ютерна графіка являє собою одну з сучасних технологій створення різних зображень за допомогою апаратних і програмних засобів комп'ютера, відображення їх на екрані монітора і потім збереження в файлі або друку на принтері.

Бібліографічний список

1. Дональд Херн, М. Паулін Бейкер. Компьютерная графика и стандарт OpenGL = Computer Graphics with OpenGL. — 3-е изд. — М.: «Вильямс», 2005. — С. 1168. — ISBN 5-8459-0772-1.

ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ДЕФОРМУЮЧОГО ПУАНСОНУ НА ПАРАМЕТРИ НАПРУЖЕНО - ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ ВІСЕСИМЕТРИЧНОМУ ВИТЯГУВАННІ

Сопруненко В.Р., студент

Орлюк М.В. к.т.н., доц.

Національний технічний університет України

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

Анотація – розглядається питання впливу геометрії пуансону на параметри напружено – деформованого стану процесу витягування вісесиметричної заготовки.

Ключові слова – витягування без потоншення, пуансон, напружено – деформований стан, відносний радіус, робоча кромка.

За допомогою витягування без потоншення з листового матеріалу виготовляється широкий спектр порожнистих деталей. Це деталі вісесиметричні, коробчастої форми, складної не симетричної форми. В свою чергу вони бувають циліндричні, конічні, сферичні, криволінійні, ступінчаті, випукло – опуклі тощо. Також деталі можуть бути з фланцем чи без нього, з плоским чи фасонним дном [1, 2].

Схема процесу витягування представлена на рис.1.

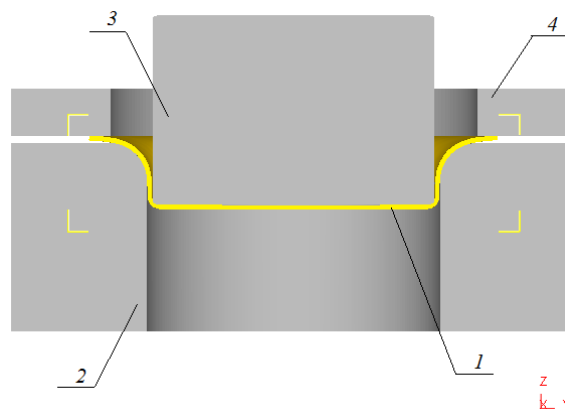


Рис. 1 Схема процесу витягування:

1 – заготовка; 2 – матриця; 3 – пуансон; 4 – притискач.

Постановка проблеми. Технологічні розрахунки при виготовленні таких деталей (визначення необхідної кількості переходів та розмірів проміжних напівфабрикатів, технологічних зусиль) ведуться з умови, що напруження в небезпечному перерізі, яке знаходиться в місці радіусного переходу від стінки до дна деталі (на радіусній кромці пуансона), не повинно перевищувати межу міцності матеріалу, який деформується [1, 4,

5]. При цьому вважається, що схема напружено – деформованого стану в небезпечному перерізі близька до одновісного розтягу, а максимальне розтягуюче напруження розраховується за формулою:

$$\sigma_{zmax} = \sigma_s \left(\ln \frac{R_n}{R_d} + \frac{\mu \cdot Q}{\pi \cdot R_n \cdot \sigma_s \cdot s} + \frac{s}{2 \cdot r_m + s} \right) \cdot e^{\mu \cdot \frac{\pi}{2}}, \quad (1)$$

де σ_s – межа текучості матеріалу;

$\ln \frac{R_n}{R_d}$ – компонента, яка враховує ступінь деформації металу;

$\frac{\mu \cdot Q}{\pi \cdot R_n \cdot \sigma_s \cdot s}$ – компонента, яка враховує вплив сил тертя між фланцем заготовки та матрицею і притискачем;

$\frac{s}{2 \cdot r_m + s}$ – компонента, яка враховує вплив переходу металу з фланця на радіусну кромку матриці;

$e^{\mu \cdot \frac{\pi}{2}}$ – компонента, яка враховує вплив сил тертя на радіусній кромці матриці.

Аналіз останніх досліджень. В більшості робіт, присвячених дослідженню процесів витягування, методика визначення напруження в небезпечному перерізі аналогічна вище наведеній, відрізняється лише методика визначення компонент напруження, а вплив радіусу r_n заокруглення кромки пуансона на процес витягування не враховується [3, 4, 5,].

Експериментально встановлено [1, 2], що при збільшенні відносного радіусу заокруглення пуансону умови деформування покращуються.

Рекомендовані значення відносного радіусу робочої кромки пуансону $\frac{r_n}{s}$ (S – товщина матеріалу) в залежності від ступеня деформування та відносної товщини заготовки заходять в межах – 4-6 [1], мінімально допустимі значення становлять – 2-3 [2]. При цьому інформація про поведінку металу при витягуванні з меншими відносними радіусами, особливо при малих ступенях деформації, відсутня. Тому це питання потребує подальшої конкретизації.

Формування цілей (постановка завдання). На сьогоднішній час для аналізу особливостей пластичного деформування металів, в тому числі і витягування, використовують спеціалізовані комп'ютерні системи моделювання, такі як (QForm, Deform та ін.) [6, 7]. Завдяки високій достовірності результатів моделювання дані програмні продукти дозволяють значно зменшити матеріальні витрати на експериментальні дослідження та дозволяють отримати необхідні рішення за короткий час. Тому в даній роботі для аналізу впливу геометрії деформуючого пуансону на процес витягування використовувалось комп'ютерне моделювання в середовищі DEFORM 2D.

Основна частина. Було проведено моделювання процесу витягування заготовки із сталі 10 діаметром $D_3 = 100$ мм і товщиною $S = 1$ мм. Відносна товщина заготовки становить $\frac{S}{D_3} \cdot 100\% = 1\%$, коефіцієнт витягування

$$m_1 = \frac{d_d}{D_3} = \frac{60}{100} = 0,6, \quad (2)$$

де $d_d = 60$ мм – діаметр отриманої деталі;

Розрахований коефіцієнт витягування m_1 є більшим за допустимий коефіцієнт витягування $[m_1]$, який дорівнює $0,53 - 0,56$ [1], тому деформування можливе за один перехід. При відносній товщині 1% для запобігання утворенню гофр необхідне застосування притискача. Необхідне зусилля притискання для даного процесу за розрахунками становить 6000Н [1]. Матеріал заготовки при моделюванні розглядався як пружно-пластичний.

Рекомендований радіус робочої кромки матриці становить $r_m = 8S = 8$ мм, пуансона – $r_n = 4S = 84$ мм. В подальшому було проведено моделювання для відносних радіусів пуансона в діапазоні від $0,5$ до 4 .

Результати моделювання представлені на рис. 2 – 5.

На рисунках представлені результати моделювання лише для значень відносного радіусу пуансона $\frac{r_n}{S} = 0,5, 1$ та 2 відповідно (для малих відносних радіусів).

На рис. 2 представлена картина розподілу в небезпечному перерізі розтягуючих напружень по осі $Z - \sigma_z$.

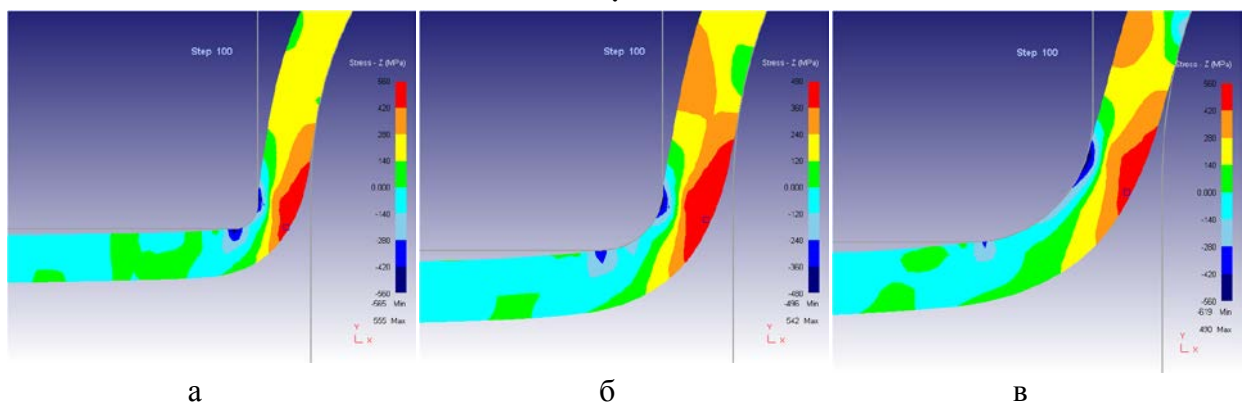


Рис. 2 Розподіл напружень σ_z при $\frac{r_n}{S}$: а) $0,5$; б) 1 ; в) 2 .

Отримані результати суттєво відрізняються від загально прийнятих положень про схему напружено – деформовано стану в небезпечному перерізі при витягуванні. Як видно з рис. 2, в небезпечному перерізі в наслідок викривлення заготовки на радіусній кромці пуансона крім зони розтягу з'являється зона стиску. А така схема напруженого стану характерна для згину з додатковим розтягом. [3, 4, 5]. Крім того при зменшенні відносного радіуса пуансона в чотири рази значення максимальних розтягуючих напружень зросли лише на 15% . Тому

розтягуючі напруження не можуть бути єдиною мірою для оцінки можливості руйнування при витягуванні з малими радіусами.

На рис. 3 результати визначення в небезпечному перерізі інтенсивності деформації ε_i , на рис. 4 – інтенсивності напружень σ_i , на рис. 5 – критерію руйнування D .

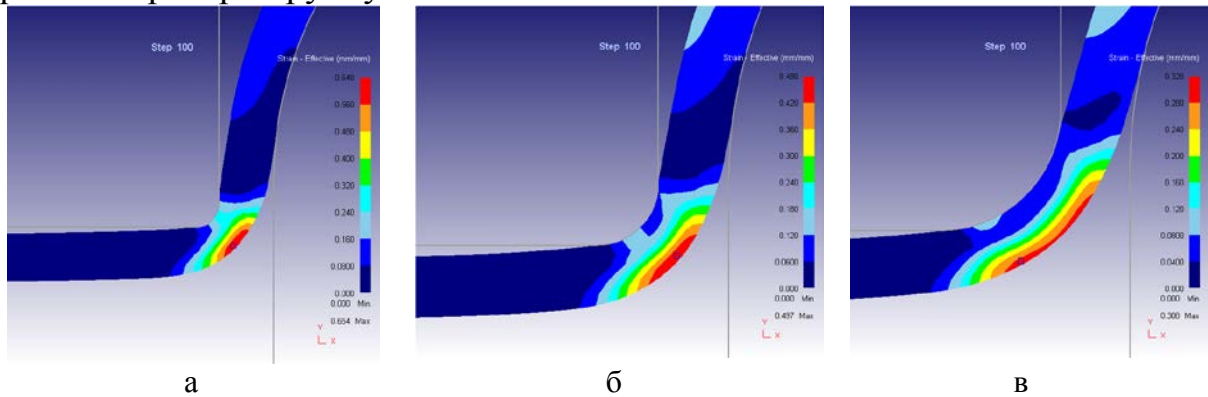


Рис. 3 Розподіл інтенсивності деформації ε_i при $\frac{r_n}{s}$: а) 0,5; б) 1; в) 2

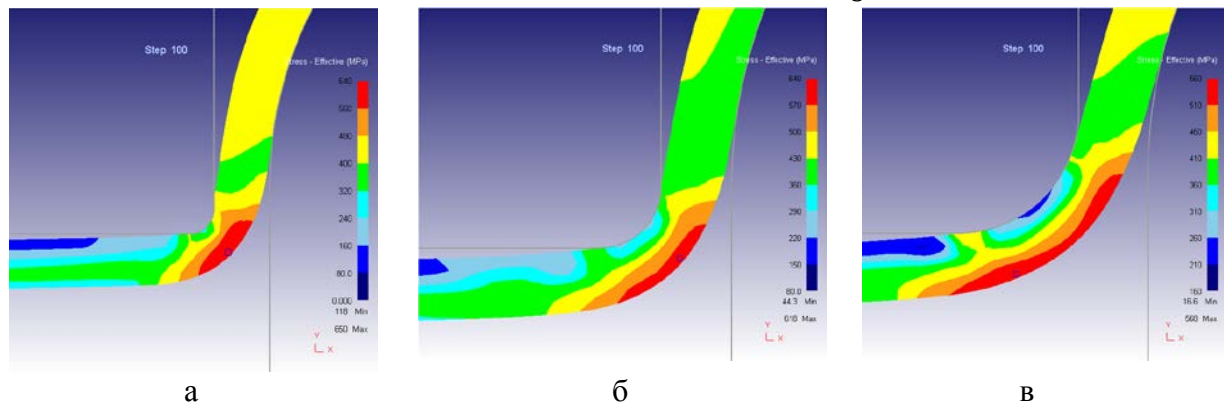


Рис.4 Розподіл інтенсивності напружень σ_i при $\frac{r_n}{s}$: а) 0,5; б) 1; в) 2

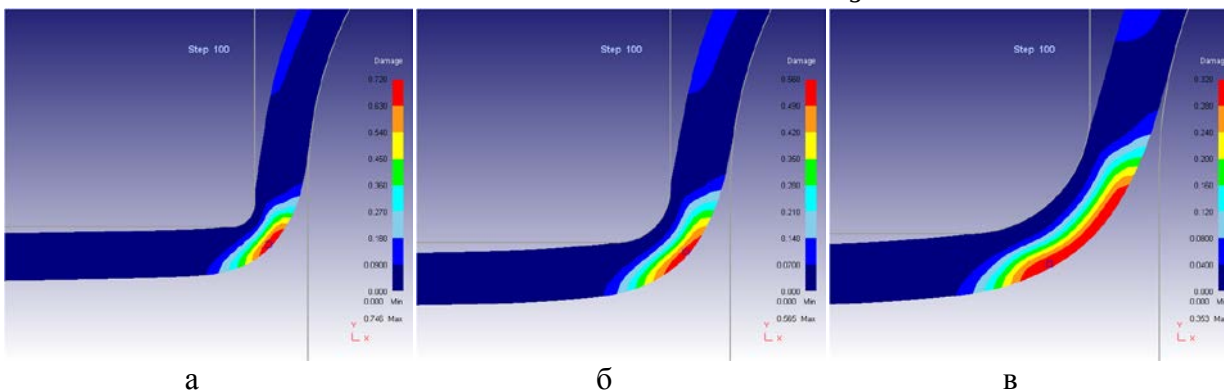


Рис.5 Розподіл значення критерію руйнування D при $\frac{r_n}{s}$: а) 0,5; б) 1; в) 2

На рис. 3 – 5 також спостерігається значна нерівномірність розподілу по товщині кожної з компонент напружено-деформованого стану в небезпечному перерізі. І при зменшенні відносного радіуса пуансона ця нерівномірність зростає. Також при зменшенні відносного радіуса зростають і максимальні значення цих компонент. Так інтенсивність

напружень σ_i зросла приблизно на 15%, а інтенсивність деформацій ε_i – більше ніж у два рази. При цьому значення критерію руйнування D , який характеризує ймовірність руйнування матеріалу, теж зросло приблизно в два рази.

Висновки. Результати досліджень показують, що зменшення відносного радіуса заокруглення пуансона призводить до зміни схеми напружено-деформованого стану. Тому для визначення граничних ступенів деформації потрібно оперувати граничними значеннями інтенсивності деформації. Якщо в якості граничного прийняти значення критерію руйнування 0,5...0,55 [6], то можна прогнозувати, що в нашому випадку при коефіцієнті витягування $m_1 = 0,6$ та відносному радіусі пуансона 1 (та менше) відбудеться руйнування заготовки. Граничне значення інтенсивності деформації при цьому становить $\varepsilon_i \approx 0,5$. Однак дане припущення потребує експериментальної перевірки.

Бібліографічний список

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. - 520 с., ил.
2. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под общ. ред. Л.И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.: ил. – (Б-ка конструктора).
3. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1985-1987. - Т. 4: Листовая штамповка / Под ред. А.Д. Матвеева. - 544 с.: ил.
4. Орлюк М.В. Інтенсифікація витягування порожнистих тонкостінних виробів з використанням профільованих заготовок : дис... канд. техн. наук: 05.03.05 / Орлюк Михайло Володимирович; Національний технічний ун-т України "Київський політехнічний ін-т". - К., 2005. - 196 арк.
5. Стеблюк В.И., Орлюк М.В. Напряженно-деформированное состояние и возможности интенсификации первой операции вытяжки из профильной заготовки // Вестник НТУУ «КПИ» «Машиностроение». - К.: НТУУ «КПИ». - 1998. - Вып. 33. - с. 365 - 380.
6. Афонин А. Н. Моделирование разрушения металлов при пласти-ческой деформации в Deform и Ls-Dyna [Електронний ресурс] /А. Н. Афонин. – 9 с. – Режим доступу до роботи: <http://www.artech-eng.ru/images/stories/Stat/DEFORM/Orel1.pdf>
7. Харламов А.В. DEFORM – программный комплекс для моделирования процессов обработки металлов давлением [Електронний ресурс] / А. Харламов, А. Уваров // САПР и графика. Инструменты конструктора-технолога. – 2003. – 5 с. – Режим доступу до роботи: http://www.tesis.com.ru/infocenter/downloads/deform/deform_sapr0603.pdf.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КВАЗІЕЛІПСОЇДА З ФОКУСОМ У ВИГЛЯДІ КРИВОЇ ЛІНІЇ

Шевченко С. М.,

Національний університет цивільного захисту України

(Україна, м. Харків)

Анотація – Наведено спосіб опису поверхонь, які узагальнюють оптичні властивості еліпсоїда у тому розумінні, що його фокусами можуть бути не лише точки, але й криволінійні (дуга еліпса) поверхні.

Ключові слова – відбивальна поверхня, відбивач, неточковий фокус, квазіеліпсоїд, диференціальне рівняння, розв'язання рівняння.

Постановка проблеми. На ефективність функціонування різноманітних відбивачів істотно впливають геометричні форми їхніх відбивальних поверхонь. Серед зазначених поверхонь особливу увагу привертають еліпсоїди обертання. Цьому сприяє їх загальновідома «оптична» властивість – промені, що вийшли з одного фокуса, після відбиття завжди зберуться в другому фокусі.

Однак, на практиці важко реалізувати точкові джерела чи приймачі променів, оскільки в номенклатурі виробів передбачено переважно трубчасті джерела і приймачі випромінювання (як найпростіші і технологічні). Тому розрахунки геометричної форми еліпсоїдних відбивачів варто проводити в припущенні, що їхні фокуси не обов'язково будуть точковими. Звідси актуальною є задача, пов'язана з геометричним моделюванням поверхонь з відбивальними властивостями, аналогічними властивостям еліпсоїдів, у яких, однак, можливі і неточкові фокуси. Такого виду поверхні названо [1-3] *квазіеліпсоїдами*.

Аналіз останніх досліджень проведемо на прикладі результатів роботи [1], де розглянуто переріз квазіеліпса площиною, яка проходить через його велику вісь. Нехай у системі координат площини Oxy джерело променів має координати $S(x_s; y_s)$, а відрізок $[C(c, p); D(d, q)]$ є «приймачем» променів (рис. 1). На відрізку $[A(a, 0); B(b, 0)] \supset [C(c, 0); D(d, 0)]$ слід описати таку криву $y = f(x)$, яка б проходила через точку $K(x_k; y_k)$, і щоб відбиті промені перетнули послідовно всі точки відрізка $[C(c, p); D(d, q)]$.

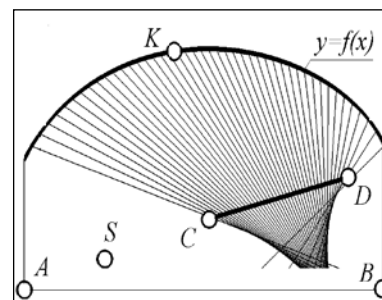


Рис. 1. Взаємне положення джерела променів і відрізка

Опис $y = f(x)$ шуканої кривої, яка б проходила через точку $K(x_k; y_k)$ так, щоб відбиті від неї промені перетнули послідовно всі точки відрізка $[C(c, p); D(d, q)]$, можна знайти з диференціального рівняння

$$\frac{df}{dx} = \frac{U + \sqrt{W}}{V}, \quad (1)$$

де

$$\begin{aligned} U &= x^2 - f^2 - x x_s + y_s f + x_s X - y_s Y + f Y - x X; \\ V &= x_s f + X f - y_s X + x Y - 2 x f - x_s Y + x y_s; \\ W &= ((y_s - f)^2 + (y_s - x)^2)((x - X)^2 + (f - Y)^2); \\ X &= d - \frac{(d - c)(b - x)}{b - a}; \quad Y = q - \frac{(q - p)(b - x)}{b - a}. \end{aligned}$$

Формоутворення поверхні квазіеліпсоїда здійснимо в результаті обертання навколо осі Ox кривої $y = f(x)$, знайденої з диференціального рівняння (1). В результаті рівняння поверхні квазіеліпсоїда матиме вигляд

$$\sqrt{y^2 + z^2} - f(x) = 0. \quad (2)$$

Тоді неточкові фокуси утворюють сліди від обертання точки S і відрізка CD . Це будуть «просторове коло» та конічна поверхня, які проходять, відповідно, через точку S та відрізок CD . Крім того, «просторовим колом» буде і гранична лінія, яка проходитиме через точку K , і на яку спиратиметься квазіеліпсоїд.

Подальше узагальнення цієї задачі доцільно здійснити для випадку, коли приймач променів матиме криволінійну форму.

Постановка задачі. З використанням розв'язку диференціального рівняння (1), необхідно визначити поверхню обертання, здатну в радіальному перерізі зосередити відбиті промені на кривій лінії (для прикладу – дузі еліпса) при довільному розташуванні як джерела променів, так і відрізка.

Основна частина. Розглянемо випадок, коли приймач променів матиме криволінійну форму.

З диференціального рівняння (1) можна знайти опис $y = f(x)$ кривої R , яка б проходила через точку $K(x_k; y_k)$ так, щоб відбиті від неї промені перетнули всі точки кривої

$$L: \left\{ X = \varphi \left(d - \frac{(d - c)(b - x)}{b - a} \right); Y = \psi \left(d - \frac{(d - c)(b - x)}{b - a} \right) \right\},$$

Далі, як приклад, в якості кривої L розглянемо дугу еліпса

$$X = x_0 + c \cos t; \quad Y = y_0 + d \sin t, \quad (4)$$

де параметр t змінюється на інтервалі $[t_1 \dots t_2]$.

Було складено програму побудови сім'ї променів, які перетинають обраний «фокусний» еліпс за умови їх відбиття від описаного та побудованого перерізу квазіеліпсоїда. Рівняння (1) розв'язувалися

Приклад 1. На рис. 2 наведено результати розрахунків з параметрами: $x_s = -20$; $y_s = 10$; $x_k := 0$; $y_k = 58$; $a = -48$; $b = 68$; $t_1 = 3.14$; $t_2 = 0$; $c = 20$; $d = 10$; $x_0 = 30$; $y_0 = 10$. Наближене рівняння відбивальної кривої в осьовому перерізі одержано у вигляді

$$f(x) = 58,27 + (0,15 + (-0,0119 + 0,0000293 x) x) x.$$

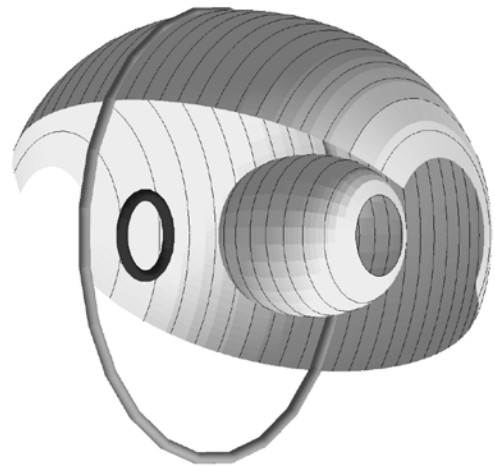
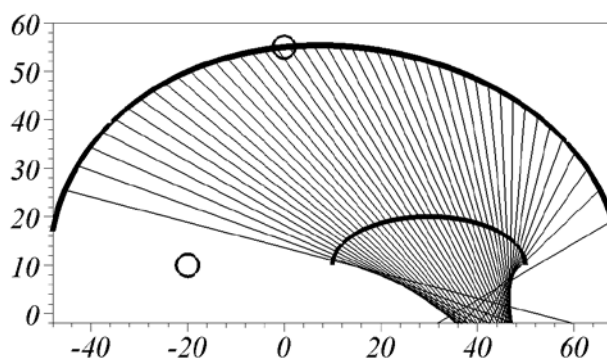


Рис. 2. Переріз з сім'єю відбитих променів і квазіеліпсоїд для прикладу 1

Приклад 2. На рис. 3 наведено результати розрахунків з параметрами: $x_s = -20$; $y_s = 20$; $x_k = 0$; $y_k = 58$; $a = -43$; $b = 60$; $t_1 = -3.14$; $t_2 = 0$; $c = 20$; $d = 10$; $x_0 = 30$; $y_0 = 20$. Наближене рівняння кривої в осьовому перерізі одержано у вигляді

$$f(x) = 58,61 + (0,00434 + (-0,0139 + 0,0000834 x) x) x.$$

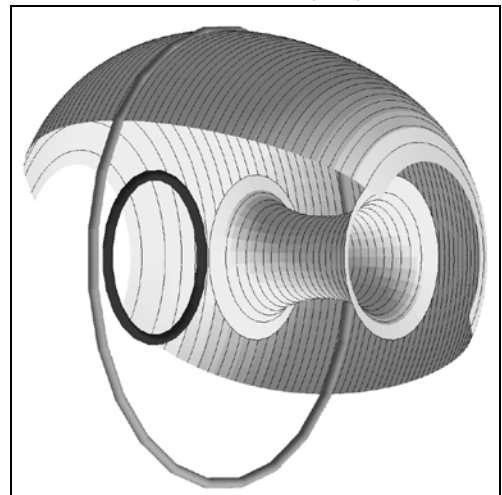
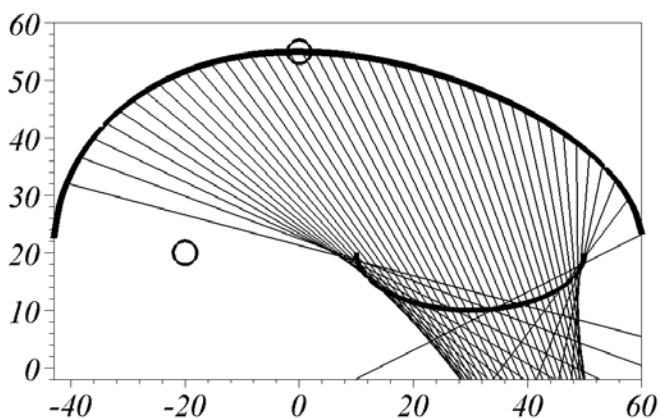


Рис. 3. Переріз з сім'єю відбитих променів

У наведених прикладах диференціальне рівняння (1) розв'язувалося з крайовою умовою $U_K = f(x_K)$.

Таким чином, можна змодельовати поверхню квазіеліпса, який дозволить спрямувати промені, які вийшли з «фокусного» кільця, на криволінійну поверхню, утворену (як приклад) обертанням дуги еліпса. При цьому квазіеліпсоїд має пройти через інше кфльце, яке виконує роль крайової кривої. І навпаки - промені, які вийшли з криволінійної поверхні і рухаються в осевому перерізу квазіеліпсоїда, після відбиття від поверхні квазіеліпсоїда досягнуть «фокусного» кільця.

Наведені результати можна використати при розрахунках конструкцій еліпсоїдоподібних відбивачів різних конструкцій в різноманітних впровадженнях [6 - 8]. Типовими серед них є схеми накачки лазера з трубчастою лампою й активною речовиною (рубіном) трубчастої форми, та схеми теплового безконтактного паяльника для монтажу друкованих плат.

Висновки. Розв'язання диференціального рівняння (1) дозволяє визначити у просторі еліпсоїдоподібну відбивальну поверхню, фокусами якої можна вважати кільце і криволінійну (торову) поверхню.

Бібліографічний список

1. *Сітабдієва О.Л.* Квазіеліпси з фокусом у вигляді відрізка // Геометричне та комп'ютерне моделювання / О.Л. Сітабдієва // Харків: ХДУХТ, 2005. Вип. 10. – С. 62-67
2. *Тормосов Ю.М.* Метод опису кривої, що узагальнює фокальні властивості еліпса / Ю.М. Тормосов // Труды / Таврическая государствен. агротехнич, академ.- вып.4, том 17.- Мелитополь: ТГАТА, 2002- С. 96-100.
3. *Сітабдієва О.Л.* Метод опису квазіеліпсів з розосередженими фокусами / О.Л. Сітабдієва // Труды / Таврическая гос. агротехн. академия. - вып. 4, том 29. - Мелитополь: ТГАТА, 2005 - С. 24 - 29.
4. *Сітабдієва О.Л.* Геометричне моделювання квазіеліпсоїдів з неточковими фокусами / О.Л. Сітабдієва // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків: ХДУХТ, 2005. Вип. 9. – С. 122-127.
5. *Підгорний О.Л.* Про відповідність точок на площині вигляду „джерело – рефлектор - результат” / О.Л.Підгорний, О.Л.Сітабдієва // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь: ТДАТА, 2003. Вип. 4. - Т. 18. - С. 11-15
6. *Зелто О.* Физика лазеров: Пер. с англ. / Под ред. Т.А.Шмаснова. - М.: Мир, 1979. - 373 с.
7. *Арендарчук А.В.* Электротермическое оборудование направленного излучения / А.В.Арендарчук, А.П. Слободской // Библиотека электротермиста. Вып.78. М.: Энергоатомиздат, 1991. - 80 с.
8. *Вассерман А.Л.* Ксеноновые трубчатые лампы и их применение / А.Л. Вассерман. М.: Энергоатомиздат, 1989.-230 с.

НА ШЛЯХУ ДО ТВОРЧОГО УСПІХУ: ЯК СТУДЕНТУ СТАТИ ВІНАХІДНИКОМ

Юрчук В.П., д.т.н.,
Бакалова В.М., к.т.н.,
Козловський А.Г., студент

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

Анотація – розглядається актуальне питання становлення студента винахідником в стінах науково-технічного ВУЗу.

Ключові слова - творчість студентів, науково-дослідна робота, результати досліджень, отримання стипендії, навчальний процес, наукові статті, творчі пошуки, патенти, корисні моделі.

Постановка проблеми. Навчатися в стінах «Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського» мають право всі випускники шкіл та студенти інших вищих навчальних закладів. Всім відомо, що КПІ - це не тільки технічний, але й науково-дослідний та видавничий інститут. Науково-дослідна сфера університету дуже високо розвинена: студенти та викладачі мають змогу публікуватися не тільки у матеріалах всеукраїнських, але й у міжнародних конференціях і досить часто – на англійській мові.

Аналіз останніх досліджень. У зв'язку з останніми змінами в навчальному процесі щодо отримання стипендії, студенти повинні приймати участь у науково-технічній діяльності університету. Це означає, що критерії щодо претендентів на отримання стипендії враховуватимуть не тільки високі бали, але й результати творчості та індексу наукових досягнень (ІНД).

Формулювання цілей (постановка завдання). Метою даної статті є заохочення та спрямування наших політехнічних студентів на творчий шлях. Ми також прагнемо привити бажання і допомогти студентам-першокурсникам відважитися зробити цей важливий перший крок на шляху до успіху – розпочати займатися науково-технічною діяльністю. Тому студенти повинні бути усвідомленими і підготовленими до нових вимог у навчальному процесі.

Основна частина. Сучасний студент повинен володіти переліком найголовніших якостей і вмінь, щоб грамотно писати тези, статті та оформляти патенти. **На першому місці** він повинен мати бажання. Важливе значення полягає в тому, що студент має зрозуміти для чого це потрібно і що це йому «принесе» - тобто що він з цього буде мати? Самомотивація – це один із найважливіших компонентів успіху, який постійно «запалює вогонь бажань» у студенті для виконання творчих робіт наукового характеру.

По-друге, студент повинен бути відповідальним перед самим собою, адже написання навіть простої статті чи тези – робота не проста і потребує вміння знаходити велику кількість інформації, швидко її опрацьовувати, досліджувати цікаві та ще невідомі теми, описувати проблему і міркувати над її вирішенням.

По-третє, студент повинен мати творчий підхід, тобто мати знання та вміння перспективно розкривати свою думку в широкому обсязі.

Також для студента-початківця зайвими не будуть навички в сфері журналістики і написанні статей згідно із загальноприйнятими принципами структури та оформлення наукових статей. Студенти, що задіяні в багатьох сферах науково-творчої діяльності, гуртках та стартапах працюють з величезним задоволенням і завжди знають чого вони варті.

Це саме ті студенти, які не побоялися зробити перший крок назустріч науковій діяльності і переступили через такі слова як «не хочу» і «не можу». Вони цінують і раціонально використовують свій час, мотивують, підтримують, заохочують та допомагають іншим студентам усвідомити значення потреби написання наукових робіт. Адже саме вони, в першу чергу, спрямовані на розвиток особистості та вміння висловлювати свою думку.

Так, наш співавтор, студент Козловський А.Г., ще на першому курсі у 2012 році прийняв участь у перших двох конференціях, які проходили на приладобудівному (ПБФ) та фізико-математичному (ФМФ) факультетах. Уже через півроку він отримав свій перший патент – «Універсальний пристрій для обробітку присадибної ділянки» (UA 105721 U). Подальший свій потенціал він планує та спрямовує на виконання науково-дослідних робіт у галузях своєї спеціальності та інших цікавих сферах діяльності, таких як лазерні технології, наноматеріали, 3-D принтери і, звичайно ж, саморозвиток в технічному напрямку з розроблення власних приладів та механізмів, невідомих світові до цих пір.

Тому, здобуваючи професійну освіту, студенти-політехніки за зразком нашого співавтора повинні підняти на новий рівень науково-технічну та інноваційну діяльність. Адже саме вона має вирішальне значення як для подальшого розвитку суспільства, так і для майбутнього самого студента. Залучати студентів до науково-дослідних та інноваційних робіт потрібно вже на перших етапах навчання, тобто на першому курсі. Такий підхід дозволяє розбудити наукову та інноваційну діяльність, сприяє становленню молодого інженера, подальшому розвитку його знань, використанню майбутнього творчого та наукового потенціалу.

Із практики вітчизняних та зарубіжних ВНЗ відомо, що забезпечення якісної освіти можливе лише за умови органічного поєднання навчальної та наукової діяльності викладачів і студентів. Цю складну справу може вирішити лише певна систематичність в отриманні нових знань, пошуку нових етапів та методів мислення, навичок, умінь та алгоритмів отримання цих категорій.

На превеликий жаль, з аналізу науково-дослідної роботи студентів в українських ВУЗах, доволі часто спостерігається картина, що не існує чіткої системи забезпечення всебічної творчої підготовки майбутніх фахівців, особливо враховуючи значне скорочення науково-господарської договірної тематики з промисловими підприємствами, на якій творчо зростало старше покоління наших викладачів та науковців.

Але, не дивлячись на дані труднощі, і в даний час на «Кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки» студенти долучаються уже з перших курсів до науково-дослідної роботи. Зрозуміло, що переважно це студенти науково-технічного напрямку підготовки, для яких викладаються такі дисципліни як "Нарисна геометрія", "Інженерна та комп'ютерна графіка" та "Комп'ютерна графіка". Ці предмети є важливими для профорієнтації майбутніх інженерів-технологів, інженерів-конструкторів тощо. Адже вони є основними у творчому спілкуванні студентів та викладачів кафедри, що дозволяє розвивати теорію та методи зображення для розвитку просторової уяви майбутнього інженера.

Надалі даним студентам буде простіше оволодіти знаннями з таких дисциплін, як "Аналітична геометрія", "Технічна механіка", "Деталі машин", "Опір матеріалів", "Технологія машинобудування" та ін. Це має вагоме значення також при різних видах проектування, читанні та виконанні креслень за допомогою універсальної графічної системи AutoCAD й інших комп'ютерних програм.

В даний статті ми прагнемо поділитися досвідом, як студенти-першокурсники стають винахідниками? Так, читаючи на першому курсі лекції із вищеназваних дисциплін, ми коротко розповідаємо, що є творчі студенти, які вже на першому курсі активно приймають участь у науково-дослідній діяльності кафедри, показуємо патенти на винаходи, співавторами яких є наші передові та творчо налаштовані студенти.

Оскільки в нашому університеті навчаються обізнані та креативні студенти, які розуміють, що таке винаходи, тому вони відразу зголошуються більш докладно ознайомитися з цими працями, патентами чи корисними моделями та взяти для себе якусь корисну інформацію, тобто дізнатися щось нове з даного прикладу. Кращі студенти здатні не тільки показувати високі знання та вміння на практичних заняттях, але й встигають активно працювати поза аудиторією та знаходити час для виконання науково-дослідних робіт. Таких студентів ми заохочуємо, підтримуємо та забезпечуємо абсолютно всіма необхідними умовами та інформацією для написання статей. Наша кафедра цінує та шукає таких студентів з різних факультетів, зокрема ІХФ, ММІ, ПБФ, ТЕФ, ФЕЛ, ФМФ тощо.

Виходячи з досвіду у сфері наукової діяльності (понад 100 авторських свідоцтв та патентів на винаходи) та, враховуючи досвід публікацій відомих винахідників Ю.П.Саламатова, Г.С.Альтшуллера та інших, наведемо алгоритм отримання патентів, який відпрацьований на

кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ФМФ за останні навчальні роки.

Алгоритм отримання патентів:

1. Визначаємо ідею чи об'єкт для дослідження і виявлення нового рішення;
2. Визначаємо та ставимо мету, яка покращує функціональні, науково-технічні показники даного рішення;
3. Розраховуємо яким шляхом цього можна досягти, чи зміною геометричної форми робочої поверхні, чи зміною існуючих параметрів переміщення;
4. Визначаємось із розділом, у якому розміщується наш об'єкт: через бібліотеку, пошукові системи Internet чи безпосередньо в Республіканському патентному фонді (Google Patent);
5. Знаходимо декілька подібних аналогів за науково-технічними показниками патентів та переконуємось, що ми винайшли щось нове, а не "велосипед";
6. Визначаємо аналоги та прототипи і проробляємо конструкцію нового рішення, виконуючи кресленики нової конструкції винаходу;
7. Разом зі студентами пишемо формулу винаходу, яка є основою для подальшого опису та оформлення заявки на винахід (корисну модель);
8. Описуємо винахід й усі інші необхідні документи, (набір документів існує у відділі патентної власності КПП), за відомими зразками та звертаємось до патентних повірених університету.

Після подання заявки на отримання патенту проходить небагато часу, і ви не можете собі уявити обличчя студента-першокурсника, який отримує перший патент, чи читає першу свою наукову публікацію! Викладачам на старших курсах необхідно лише підтримувати та використовувати цей творчий науковий потенціал, який дав перші паростки подальшої творчості.

Із такими студентами ми не розлучаємось, оскільки патенти вони отримують і упродовж подальшого навчання. На час написання диплому бакалавра та магістра вони вже мають також декілька патентів зі своєї спеціальності, тобто творчий процес захопив їх і вони знають, що таке науково-технічна творчість. За таким студентами стоїть наше майбутнє!

Тому ми хочемо побажати подальших успіхів у науково-технічній та інноваційній діяльності абсолютно всім нашим студентам, оскільки віримо, що Україну чекає світле майбутнє, яке принесуть нам наші студенти уже в найближчій перспективі свого творчого зростання.

Висновки:

1. Наші першокурсники є майбутнє нашого університету та нашої країни, і їх науково-технічна творчість та наполегливість у навчанні є гарантією перспективного європейського розвитку України.
2. Прикладна геометрія відіграє важливу роль у творчих пошуках студентів при розв'язанні перспективних науково-технічних ідей.

КОРОТКИЙ ОГЛЯД ГОЛОВНИХ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ

Подкоритов А.М., д.т.н,

Юрчук В.П., д.т.н.,

Яблонський П.М., к.т.н.,

Шпаченко К.О., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація – в статті розглядається питання короткого огляду методів утворення спряжених поверхонь в практиці машинобудування .

Ключові слова – синтез гвинтового механізму, нерухомі ланки, гвинтове зачеплення, спряжені поверхні, інструментальна ланка.

Постановка проблем. При проектуванні викопувальних робочих органів (ВРО) коренезбиральних машин велике значення мають геометричні параметри робочих поверхонь. Перш за все це стосується значень кутів орієнтації робочих поверхонь відносно площини поля та осі рядків коренеплодів.

Формування цілей статті. Метою даної статті є короткий огляд основних методів утворення спряжених поверхонь при конструюванні ВРО коренезбиральних машин [1].

Аналіз останніх досліджень. Задачу утворення спряжених поверхонь в найпростішій формі можна сформулювати як задачу синтезу гвинтового механізму з двома нерухомими ланками, які відтворюють задані рухи за відношенням до третьої нерухомої ланки механізму. При цьому передбачається, що у однієї з ланок поверхня відома, наприклад Σ_1 , необхідно визначити другу поверхню Σ_2 . Останню поверхню Σ_2 повинна мати друга ланка гвинтового зачеплення, якій шляхом безперервного дотику передається рух за заданим законом .

Основна частина. В практиці машинобудування поверхні Σ_1 і Σ_2 утворюються шляхом використання однієї або двох твірних інструментальних поверхонь. Для цих поверхонь необхідно визначати вимоги відносно руху при обробці Σ_1 і Σ_2 для того, щоб поверхні Σ_1 і Σ_2 стали спряженими поверхнями [2].

За класифікацією Літвіна Ф. Л. існує сім методів утворення спряжених поверхонь:

1. Поверхня Σ_2 ланки утворюється твірною інструментальною поверхнею А, яка співпадає з поверхнею Σ_1 першої ланки.

2. Обидві поверхні утворюються однією парною інструментальною поверхнею A , яка відрізняється як від Σ_1 так і від Σ_2 .

3. Для формотворення спряжених поверхонь використовуються дві жорстко закріплені між собою твірні поверхні Δ_1 та Δ_2 , які дотикаються одна до одної по лінії, при цьому Σ_1 нарізається поверхнею Δ_1 , а Σ_2 - поверхнею Δ_2 .

4. Обидві твірні інструментальні поверхні Δ_1 та Δ_2 в процесі формотворення Σ_1 і Σ_2 рухаються одна відносно одної.

5. Нарізання Σ_2 проводиться поверхнею Δ , яка співпадає з Σ_1 , але відносний рух по відношенню до Σ_2 визначається не одним, а двома параметрами. Крім того при спряженні поверхонь Σ_1 і Σ_2 один із вказаних параметрів є постійним.

6. Для формування спряжених поверхонь Σ_1 і Σ_2 використовуються дві твірні лінії - характеристики.

7. Спряжені поверхні утворюються шляхом використання однієї твірної лінії - характеристики.

Для алгоритмізації методів утворення спряжених поверхонь, використаємо наступні позначення: Σ_1, Σ_2 - спряжені поверхні; Δ_1, Δ_2 - їхні посередники, які при умові $\Delta_1 = \Delta_2$, перетворюються в один конгруентний посередник $\Delta; \Sigma_1/\Delta_1; \Delta_2/\Delta_1; \Sigma_1/\Delta_2; \Delta_2/\Sigma_1; \Sigma_1/\Sigma_2$ - відносне переміщення наведених поверхонь; K, O - точковий контакт поверхонь Σ_1 і Σ_2 ; k - лінія контакту або характеристика спряжених поверхонь Σ_1 і Σ_2 ; Q_1 і $q_1; Q_2$ і q_2 - точковий і лінійний контакти спряжених поверхонь Σ_1 та Σ_2 зі своїми посередниками Δ_1 та Δ_2 ; Q і q - точкові лінійні контакти посередників Δ_1 і Δ_2 .

Всі вище наведені способи утворення спряжених поверхонь, повністю пов'язані з вибором їх посередників, а також характером їх дотику.

В усіх випадках характер дотику у будь-якій із пар наведених поверхонь, залежить від їх відносного руху, тобто наступних комбінацій: $\Sigma_1 - \Delta_1; \Delta_1 - \Delta_2; \Delta_2 - \Sigma_2; \Sigma_1 - \Sigma_2$. Але в усіх цих випадках, може бути лише три варіанти дотику:

1. Точковий контакт - при відносному русі поверхонь з двома незалежними параметрами.

2. Лінійчастий контакт - при відносному однопараметричному русі.

3. Контакт поверхонь - в тому випадку, якщо обидві поверхні конгруентні, тобто збігаються в одну незалежно від значення величин параметрів відносного руху.

Всі способи спряжених поверхонь можна показати схемою (рис.1). Якщо розглянути всі можливі способи утворення, з урахуванням збігу всередині самих себе, то в кількості їх може бути 33. Проф. Підкоритовим А. М. [2] запропонована буквенна система позначення способів за допомогою чотирьох літер :

- перша літера позначає характер дотику спряжених поверхонь Σ_1 та Σ_2 між собою;

- друга і третя літери позначають характер дотику між поверхнями Σ_1 і Σ_2 та їх посередниками Δ_1 та Δ_2 ;
- четверта літера відповідає виду дотику посередників Δ_1 і Δ_2 між собою.

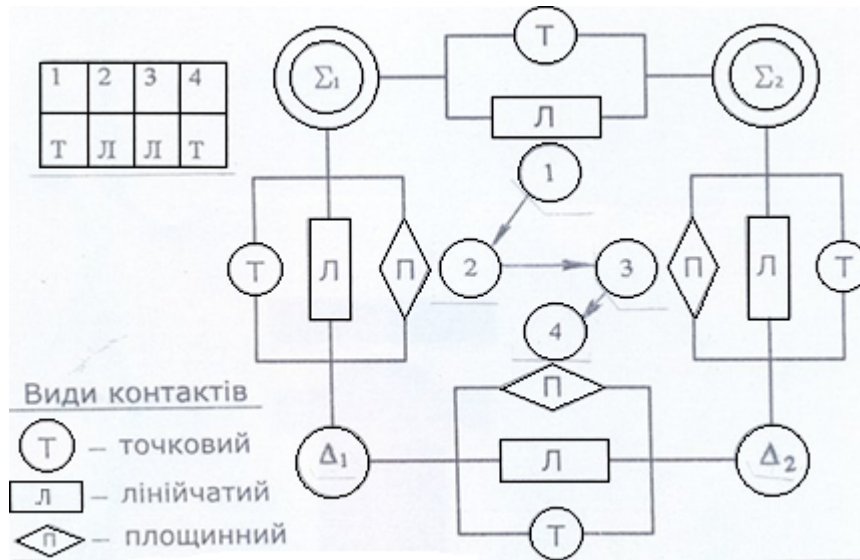


Рис. 1 Схема способів формотворення спряжених поверхонь з урахуванням видів контактів

Розглянемо позначення таких типів, які аналогічні спряженню поверхонь ВРО коренезбиральних машин. Так позначення способу формотворення спряжених поверхонь літерами ТЛЛЛ означає, що спряжені поверхні Σ_1 і Σ_2 дотикаються до своїх відповідних посередників по лініях q_1 чи q_2 , які в свою чергу мають теж лінійний взаємний контакт по лінії q .

Тоді спряжені поверхні Σ_1 та Σ_2 мають між собою точковий контакт. Якби вони мали теж лінійний контакт, то схема синтезу спряжених поверхонь Σ_1 та Σ_2 позначалась би ЛЛЛЛ. Так останній тип спряження мають робочі гвинтові лінійчасті поверхні в системі “вилка-диск”.

Висновки:

1. В усіх випадках характер дотику спряжених поверхонь залежить від їх відносного руху;
2. Спряжені поверхні дотикаються до своїх посередників по лініях q_1 чи q_2 які, в свою чергу, мають теж лінійний взаємний контакт.

Бібліографічний список

1. Підкоритов А.Н., Юрчук В.П. Конструювання спряжених поверхонь вилчастих та дискових копачів шляхом застосування діаграми гвинта. Прикладна геометрія та інженерна графіка//.-1994.-вип.55- с. 28-29.
2. Люшин В.С. Теория винтовых поверхностей в проектированных режущих инструментах//.-М. Машиностроение 1967.-372 с.

3D-МОДЕЛЮВАННЯ ВУЗЛІВ РАКЕТИ «СОЮЗ У-2» У РАКЕТОМОДЕЛЮВАННІ

Якименко В.Ю., студент,
Воробйов О.М., ст. викладач,
Голова О.О. к.т.н.,
Лазарчук-Воробйова Ю.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. Сікорського», (Україна, Київ)*

***Анотація** – у статті розглядається питання створення
твердотільної 3D-моделі корегуючого сопла і ракети «Союз У-2» у
ракетомоделюванні на 3D-принтері.*

***Ключові слова** - ракетомоделювання, деталювання, твердотільна
3D-модель, 3D-принтер.*

Постановка проблеми. Стрімкий прогрес ХХ-го століття змістив пріоритети розвитку людства. Фізичній витривалості, як способу вижити у сучасному агресивному світі, прийшла на зміну інтелектуальна перевага – це спосіб виживання у сьогоднішньому високотехнологічному середовищі.

Саме у ХХ-му сторіччі інтелектуальні види спорту (шахи, Го, бридж, ракетомоделювання) відокремились у самостійний напрямок. Тут є цінними ті ж якості, що у спорті традиційному. Але є те, що людина ніколи не отримає від класичних фізичних навантажень.

Окремим напрямком інтелектуального спорту сьогодні стає високотехнологічний напрямок. Такий спорт дозволяє не тільки створювати комбінації в уяві, а й реалізувати їх у реальні речі. Це конструювання та моделювання.

Формування цілей статті. Запропонувати новий спосіб для конструювання та виготовлення вузлів ракет для ракетомодельного спорту.

Основна частина. 23-29 серпня 2016 року у Львові проходив Чемпіонат світу з ракетомодельного спорту. Триста спортсменів із 18 високотехнологічних країн світу змагалися у майстерності конструювання та запуску космічних моделей. Команда України отримала звання абсолютного чемпіона світу. Команда України завоювала 12 медалей та обійшла такі високотехнологічні країни, як Америка та Китай.

Юніорська збірна України відмінно виступила у класі S9A (на тривалість польоту з ротором), завоювавши золоту медаль.

Ракетомоделювання – це високотехнологічна інтелектуальна справа, яка сприяє розвитку особистості одразу у декількох напрямках, а саме:

- Абстрактний напрямок: розвиває аналітичні здібності, просторову уяву, логіку, креативність, дисципліну, націленість на результат, інженерні навички.

- Прикладний напрямок: сприяє трансформації знань та навичок у реальні речі, у кінцевий високотехнологічний продукт, створений завдяки зусиллям інтелекта та грамотних дій. Це інженерія та прямий шлях до ультра-трендових сьогодні hardware стартапів.

Дана розробка відноситься до ракетомодельного спорту, а саме до корегуючих сопел ракетоносія. За точністю та якістю 3-D-моделювання перевершує усі способи конструювання моделей, такі, як виготовлення вручну, що покращує їх точність та якість. Задачею створення моделі-копії корегуючого сопла є виготовлення цього вузла найбільш точно та реалістично, як найбільш наближеного до оригіналу, тому що у ракетомодельному спорті найвищі бали отримують ті моделі, які виготовлені більш точно та якісно. На рис. 1 зображено робочий орган ракетоносія Союз У2 - корегуюче сопло у 3-D зображенні,

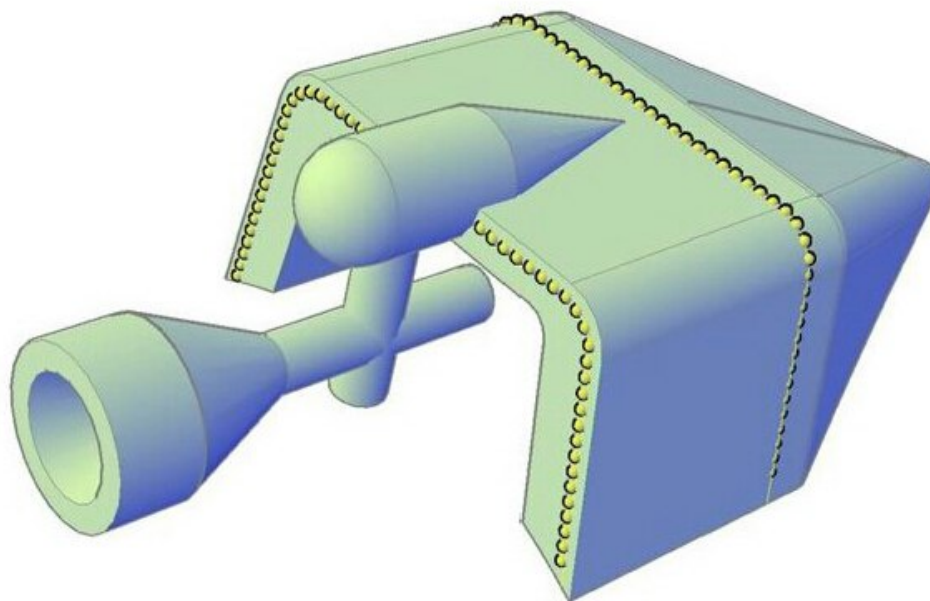


Рис. 1 Робочий орган ракетоносія Союз У2 - корегуюче сопло.

а на рис. 2 - ракетоносії Союз У-2.

Вузол корегуючого сопла є одним з найбільш трудомістких об'єктів при виготовленні вручну моделі ракети, тому вирішення задачі з 3-D моделюванням цього вузла дає змогу спортсмену прискорити

виготовлення моделі з більшою точністю, розраховуючи отримати вищі бали на міжнародних змаганнях.

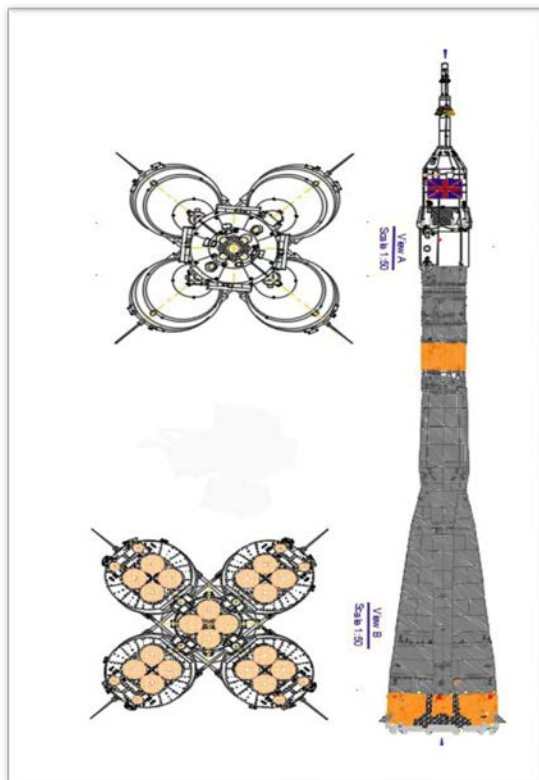


Рис. 2 Ракетоносій Союз У-2.

Висновки. Таким чином, за допомогою 3-D моделювання твердотільної моделі корегуючого сопла скорочується час на виготовлення моделі, а найголовніше - отримуємо більш точну та якісну копію вузла, що підвищує шанси спортсменів на перемогу.

Бібліографічний список

1. Минаков В.И., Спортивные модели-копии ракет. Учебное пособие. Издание второе исправленное и дополненное. В двух томах с альбомом. Т. 1. – М, 2011 г – 382 с.

ПРО ПЕРЕДАЧУ ЗОРОВОГО СПРИЙНЯТТЯ НА ПЛОЩИНІ

Янюк Д.В. ,студент,

Парахіна Н.А, старший викладач,

Баскова Г.В.,старший викладач.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м.Київ)

***Анотація** – розглядаються деякі питання по передачі зорової інформації на площині і художнього креслення*

***Ключові слова** – рисунок, кресленик, зображення, геометрія. Інженерна графіка, просторова уява.*

Постановка проблеми. В останні роки спостерігається стійка тенденція зменшення навчальних годин інженерної графіки, нарисної геометрії, або заміна їх на курс комп'ютерної графік для підготовки інженерів. У школах скорочена програма геометрії, креслення викладається факультативно. Ці зміни просто вражають. Без розвитку просторового мислення, без знань нарисної геометрії, технічного креслення, яке можна порівняти з мистецтвом, зменшується можливість появи нових інженерних винаходів і може навіть досягти нульової відмітки.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. На тепер існує велика кількість публікацій на цю тему академіка Рауменбаха Б.В [1]. В одній з них пише: «... людина мала справу з двома різними геометриями предметів; по-перше, це істинна геометрія предмета, та яка породжена об'єктивною геометричною формою предмета, по-друге, це видима геометрія, та, яка породжена об'єктивною геометричною формою предмета, але перетворена при зоровому сприйнятті цього предмета. ... Важливо, при цьому підкреслити, що геометрія об'єктивного простору в більшості випадків не має наочно-чуттєвої форми, що безпосередньо сприймається». Ці публікації підтверджують важливість порушеної проблеми.

Також вони підтверджують необхідність знань про передачу зорового сприйняття на площині для розвитку просторового мислення, читання зображень на площині, тобто необхідність відчувати кресленик в процесі його розробки.

Формулювання цілей. Показати на прикладах художнього і технічного креслення читання зображень на площині як результат здобутих знань інженерної графіки та як одне з необхідних умов успішної

творчої інженерної діяльності на базі всіх останніх досягнень комп'ютерної графіки.

Основна частина. Намальована художником картина, розроблені інженером креслення виробу – це мистецтво. Як майстерності художника так і професіоналізму інженера потрібно навчатись. По суті, творчість художника, інженера базується на просторовому мисленні і своїми власними правилами, деякі з них розглянуті у окремому відділі геометрії або складають її розділи.

Вивчення курсів інженерної графіки, нарисної геометрії, технічного креслення формує відчуття кресленика, як результат аналітичної праці розуму (співставлення різноманітної інформації про зображений просторовий об'єкт), перші професіональні навички.

Передавати зорове сприйняття геометрії просторового об'єкта на площині можна і не вивчаючи інженерної графіки, але таке зображення представляє з себе рисунок. Кресленик у свою чергу передає геометрію просторового об'єкта на площині, як результат аналізу отриманих знань про нього.

Геометричні властивості рисунка і кресленика різні. Художник практично завжди передає видиму геометрію, а об'єктивною геометрією займається інженер. Але так було не завжди.

Якщо звернутись до історії мистецтва, то древньоєгипетські художники явно надавали перевагу об'єктивній геометрії перед видимою, що ми спостерігаємо на древньоєгипетських рельєфах і фресках (художнє креслення).

Як відомо, основним способом передачі на площині зображення просторових об'єктів (видимої геометрії) це метод ортогональних проєкцій. Так як реальні предмети об'ємні, достатньо повне уявлення про них можна отримати, якщо розглядати їх одночасно в трьох взаємно перпендикулярних проєкціях – видом зверху, зліва чи справа, і з переду.

Використання метода ортогональних проєкцій спостерігається в древньоєгипетському мистецтві та призводить до низки особливостей, які в значній мірі впливають на геометрію древньоєгипетського зображення. Перш за все, вказаний метод рекомендує цілком визначене положення предмета, який зображаємо відносно площини зображення, таке, при якому найбільш повно передаються його характерні геометричні особливості.

Так при зображенні людини або тварини найбільш інформативним виявляється вид зліва чи справа.

Цей метод також забезпечує незалежність розмірів зображення предмета на площині зображень від відстані між предметом і нею.

Зображення земної поверхні на древньоєгипетських рисунках свідчить про те, яку систему проєкції використовував художник.

При використанні систем проєкцій, прийнятої на креслениках, людина буде завжди стояти «на горизонті», через те поверхня землі в

древньому живописі зображена у вигляді чіткої, зазвичай прямої горизонтальної (онорної) лінії (бокова проекція поверхні землі).

Метод ортогональних проекцій, на відмінну, наприклад, від системи лінійної перспективи, дозволяє зображувати горизонтальні поверхні не інакше як в плані.

Мистецтво, засноване на методі ортогональних проекцій для сучасної людини, яка звична до рисунків, тобто зображенням наглядним, буде здаватись «дивним» і ця незвичність посилиться використанням древньоєгипетськими художниками умовних прийомів з метою збільшення інформативності зображення, що продиктовано логікою самого метода.

Умовний прийом – це в основному умовні повороти площин зображення, які компенсують втрату геометричної інформації, яка пов'язана із зображенням предмета лише в одній проекції.

У цьому випадку древньоєгипетські художники зображували людську фігуру, частина якої знаходилась в умовному повороті. Її незвичайний вигляд пов'язаний з тим, що при основному напрямі проєкціювання, при виді зліва чи справа (так зображували ноги, руки і голову) плечі передають при виді спереду, тобто в умовному повороті.

Як бачимо із сказаного, всі частини тіла зображуються так, щоб показати їхні найбільш характерні об'єктивні риси, тобто об'єктивно тривимірна геометрія «розгорнута» на двовимірній площині зображення. Аналогічно зображують озеро і дерева навколо нього (рис. 1).



Рис. 1 Осіріс біля озера
Ілюстрація з «Книги мертвих»

Приклад зображення вала на кресленику показує аналогію передачі зорового сприйняття деталі на площині. (рис. 2)

З плоским зображенням суміщено всі характерні геометричні форми елементів вала, інформація про які не передана зображенням його вида спереду. Вони показані перерізом (А-А) і винесеним додатковим виглядом, місцевим розрізом, виносним елементом. Ці додаткові зображення умовні,

виконуються за певними правилами, які необхідно знати, щоб зображення деталі на кресленику не здавалось «дивним».

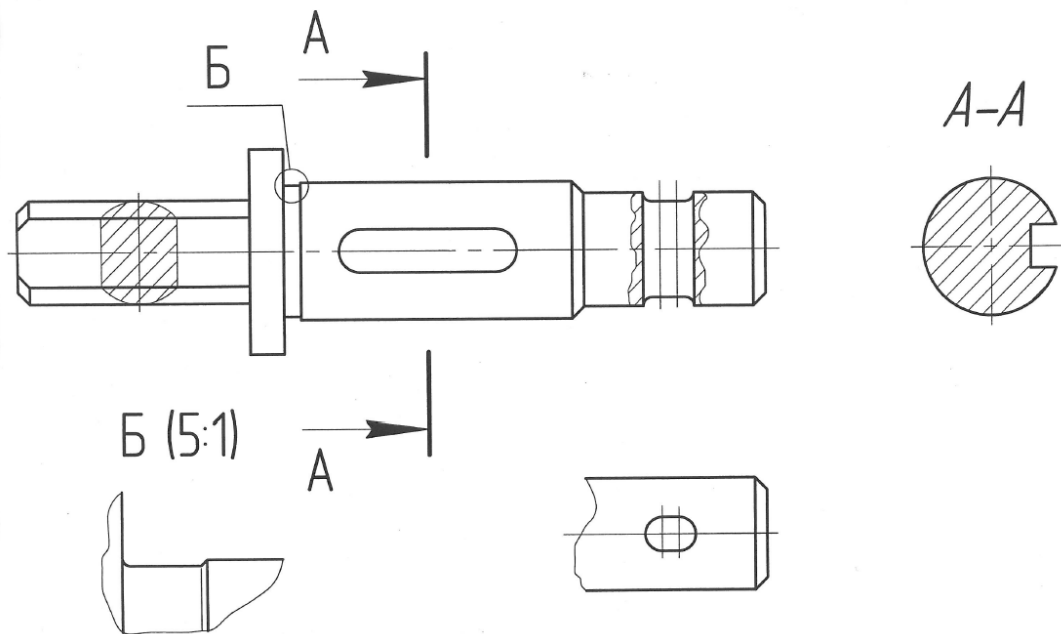


Рис. 2 Вал

Висновки. Якісний рівень інженерних розробок забезпечує комп'ютерна техніка, для роботи з якою необхідні не тільки володіти нею, але і мати чітке геометричне уявлення поставленої задачі, її рішення і знати необхідні правила для її виконання.

Бібліографічний список

1. Раушенбах Б.В. Геометрія картин і зорове сприйняття. – М.: Сентеріакс. 1994
2. Раушенбах Б.В. Просторова побудова в живописі. – М.: Наука, 1980. – 288 с.
3. Левитен К. В. Геометрична рапсодія. – СПб.: 000 «торгово-издательский дом «А морфа», 2016. – 313 с.
4. Коломийчук Н.М. Базова графічна підготовка у розвитку наочно-образного мислення Матеріали 5-ої Всеукраїнської конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти» інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених. Випуск 5. – К.; ДІА, 2016р. – 229 с., с. 132-133.

АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РЕСТАВРАЦІЇ ТА ВІДТВОРЕННІ ЕЛЕМЕНТІВ АРХІТЕКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ

Гумен О.М., д.т.н., професор

Лебедева О. О., ст. викладач

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – в статті розглядаються питання використання адитивних технологій в процесах реставрації та відтворенні елементів архітектурного декору для розробки точних цифрових моделей та виготовлення майстер-форм для лиття копій втрачених чи пошкоджених архітектурних раритетів*

***Ключові слова** – реставрація, відтворення, адитивні технології, майстер-модель, 3D-друк, лазерне сканування, архітектура, моделі об'єктів, 3D-сканування.*

Постановка проблеми. Перспективи розширення сфери застосування адитивних технологій у всіх галузях діяльності суспільства дуже великі на даний час. Сфера їхнього застосування і технологічний розвиток набувають великих темпів і потребують все більшу кількість напрямів наукових досліджень. Реставрація та відтворення пам'яток архітектури є дуже складним та затратним процесом, в якому особливу складність представляє відновлення декору. Найчастіше, елементи декору реставруються скульпторами, які виготовляють майстер-моделі за ескізами у своїх майстернях. Це тривалий процес з великою вірогідністю помилок та неточностей. Ці проблеми могло б розв'язати комп'ютерне 3D моделювання з друком майстер-моделі на 3D принтері.

Аналіз останніх досліджень. Адитивні технології переживають період прискорених темпів розвитку в технологічному сенсі та розширенні сфер застосування. За складністю пристроїв та продукції вони обіймають галузь від аматорської дитячої творчості до швидкого виготовленні цілих агрегатів, наприклад, вузлів механізмів морських суден, що знаходяться у автономному плаванні з промисловим порошковим 3D-принтером на борті, призначеним для виготовлення точної металевої копії вузла, що вийшов з ладу. Діапазон матеріалів, які можуть застосовуватися в адитивних технологіях на сучасному етапі практично безмежний. Це пластики, метали, деревина, будівельні суміші.

На сьогоднішній день існують 7 принципів 3D-друку:

- FDM (fused deposition modeling) — технологія, що передбачає видавлювання матеріалу шар за шаром через сопло-дозатор принтера.

- Технологія Polyjet, суть якої полягає в тому, що фотополімер маленькими дозами вистрілюється з тонких сопел, як при струменевому друку, і відразу полімеризується на поверхні девайса під впливом УФ випромінювання.

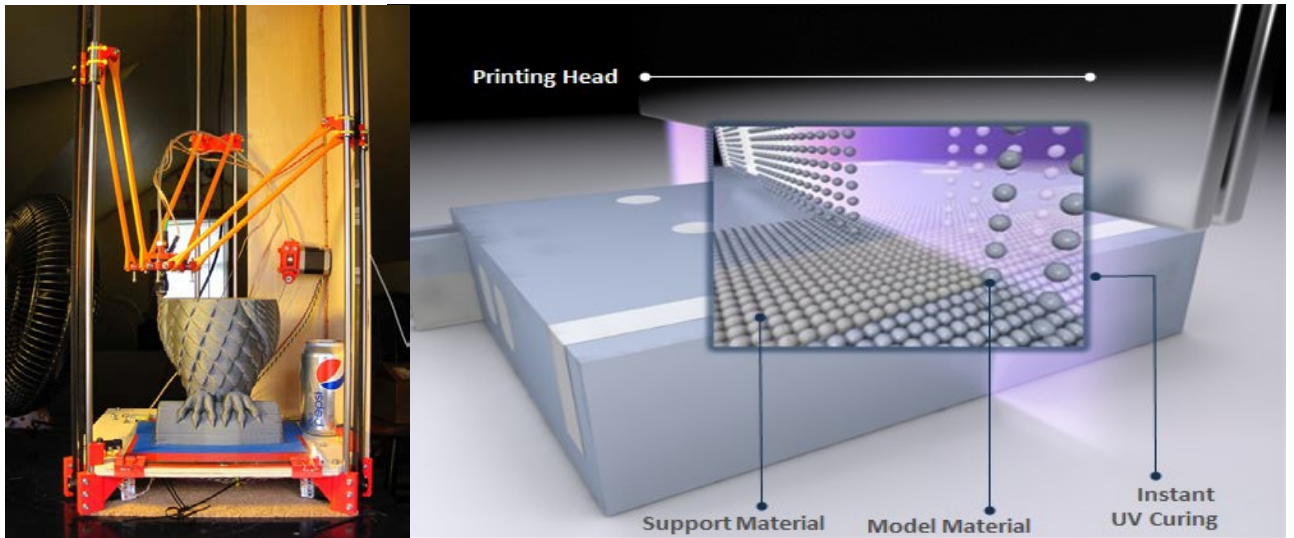


Рис. 1. Принтери для друку за технологіями FDM (ліворуч) та Polyjet



Рис. 2. Друк за технологією LENS

- LENS (LASER ENGINEERED NET SHAPING) Цей принцип передбачає, що матеріал у формі порошку видувається з сопла і потрапляє на сфокусований промінь лазера. Частина порошку пролітає повз, а та частина, яка потрапляє у фокус лазера, миттєво спікається і шар за шаром формує тривимірну деталь. Саме за такою технологією друкують сталеві і титанові об'єкти. Оскільки до появи цієї технології друкувати можна було тільки об'єкти з пластику, до 3D-друку серйозно ніхто не ставився, а ця технологія, відкрила двері для 3D-друку в «велику» промисловість.

Порошки різних матеріалів можна змішувати і отримувати таким чином сплави «на льоту». В якості приклада застосування можна навести друк титанових лопатей для турбін з внутрішніми каналами охолодження.

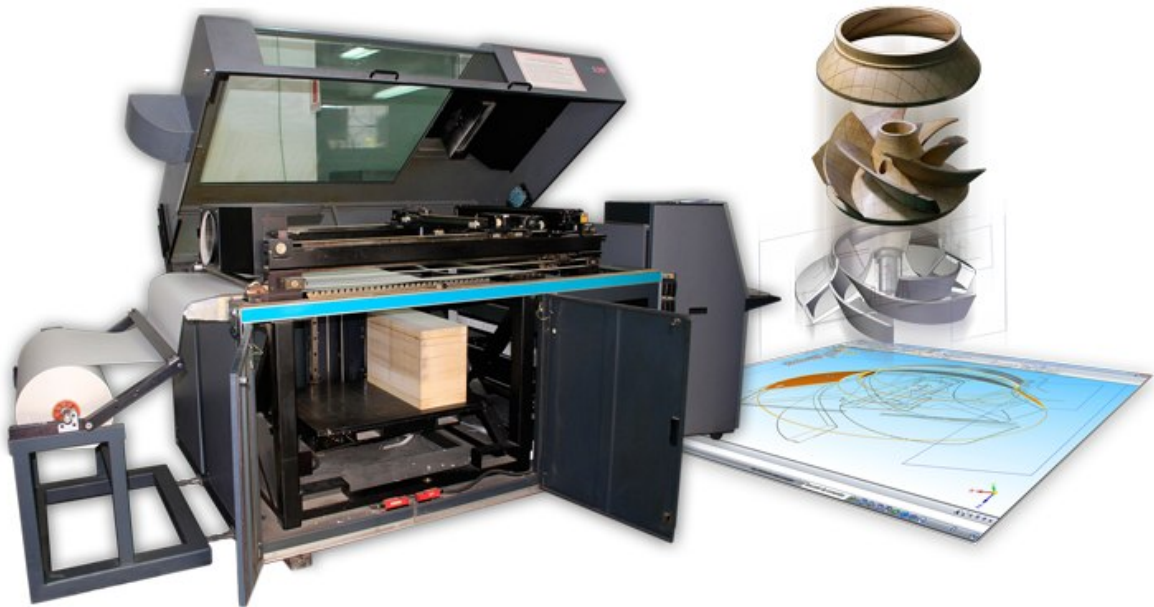


Рис. 3. Принтер для друку за технологією LOM

- LOM (laminated object manufacturing). Тонкі ламіновані листи матеріалу вирізаються за допомогою ножа або лазера і потім спікаються або склеюються в тривимірний об'єкт. Тобто укладається тонкий лист матеріалу, який вирізається по контуру об'єкта, таким чином виходить один шар, на нього укладається наступний лист і так далі. Після цього всі листи пресуються або спікаються. Таким способом друкують 3D моделі з паперу, пластику або алюмінію. Для друку моделей з алюмінію використовується тонка алюмінієва фольга, яка вирізається по контуру шар за шаром і потім спікається за допомогою ультразвукової вібрації.

- SL (Stereolithography) Стереолітографія. Промінь лазера проходить по поверхні рідкого полімера, що знаходиться в невеликій ванні, і в цьому місці полімер під впливом УФ полімеризується. Після того як один шар готовий, платформа з деталлю опускається, рідкий полімер заповнює пустоту, далі запікається наступний шар, і так далі. Іноді відбувається навпаки: платформа з деталлю піднімається вгору, лазер відповідно розташований знизу. Після друку таким методом, потрібна постобробка об'єкта - видалення зайвого матеріалу і підтримки, шліфування поверхні. Залежно від необхідних властивостей кінцевого об'єкта модель запікають у т. зв. ультрафіолетових духовках.

Переваги: точність до 10 мікрон, швидкість друку.

- LS (laser sintering) Лазерне спікання. Ця технологія має багато спільного з SL (стереолітографія), тільки замість рідкого фотополімеру використовується порошок, який спікається лазером. Перевага цього

принципу друку в тому, що зменшується імовірність того, що деталь зламається в процесі друку, тому що сам порошок виступає надійною підтримкою. Матеріали в порошкової формі можуть бути: бронза, сталь, нейлон, титан.



Рис. 4. LS (laser sintering) Лазерне спікання

7). 3DP (three dimensional printing). На матеріал в порошковій формі наноситься клей, який пов'язує гранули, потім поверх клеєного шару наноситься свіжий шар порошку, і так далі. На виході, як правило, виходить матеріал sandstone (схожий за фізичними властивостями на звичайний гіпс). Переваги: а) можливість друкувати кольорові об'єкти, додаючи різні фарби у клей;

б) відносна дешевизна та енергоефективність технології; в) можливість використовувати в домашніх умовах або в офісі; в) широкий асортимент матеріалів для друку: порошок скла, кістковий порошок, перероблена гума, бронза, дерев'яна тирса.



Рис. 5. 3DP (three dimensional printing).

Формулювання цілей. Ціллю даної роботи є виявлення можливостей застосування адитивних технологій в реставрації та відтворенні архітектурних об'єктів, а також поставлена задача показати ефект від їхнього застосування в сенсі якості реставраційних робіт, обсягів реставрації, економії часу, фінансів та вплив їхнього застосування на проблему збереження архітектурної спадщини в цілому. Це дозволить окреслити подальші напрямки розвитку і удосконалення адитивних технологій та посприяти їхньому впровадженню у практику реставрації архітектурних об'єктів..

Основна частина. Суть використання адитивних технологій в галузі реставрації полягає в тому, за цифровою моделлю об'єкта реставрації в поточному реальному стані, отриманою скануванням лазерним сканером, на основі історичних досліджень створюється виправлена, «відреставрована» 3D модель об'єкта у відповідній програмі 3D моделювання (Autodesk 3d Max, Autodesk AutoCAD). Відредагована модель імпортується в цифровий формат, зрозумілий для програм керування 3D-принтерами (формат STL) з необхідною для якісного друку точністю.

Отримана після друку модель використовується як майстер-модель для виготовлення форм під заливку архітектурним гіпсом. Отримана в результаті «ліпнина» монтується на об'єкті реставрації. За тим же принципом відтворюються деталі з металів.

Ця технологія була апробована на прикладі герба КПІ ім. Сікорського. Але ліпнина не сканувалася, а фотографувалася. Крім того, були виконані вимірювання необхідних розмірів. На основі цього було розроблено в AutoCAD модель герба (Рис. 6).

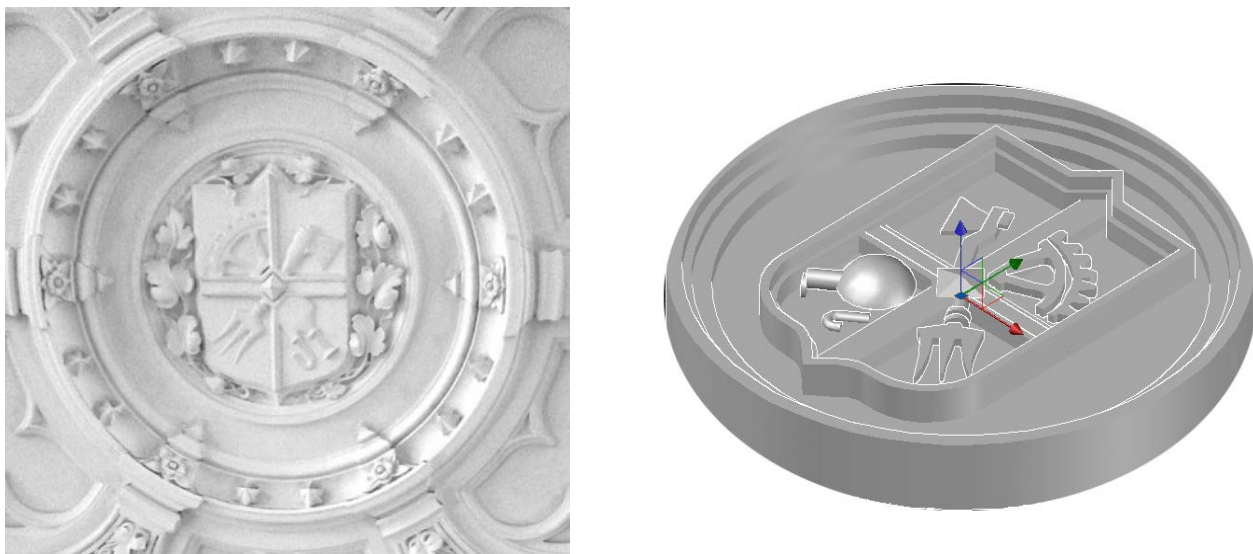


Рис. 6. Фотографія герба КПІ ім. Сікорського та цифрова модель створена в AutoCAD

Після експорту в формат для 3D-друку STL, на принтері Delta (FDM — видавлювання матеріалу шар за шаром через сопло-дозатор принтера) в лабораторії 3D-друку наукового парку КПІ ім. Сікорського було роздруковано майстер-модель герба (Рис. 7) для виготовлення форми та тиражування з потрібного матеріалу. Для друку використали матеріал полілактид (PLA, ПЛА), постобробка моделі з якого досить складна. Доцільною альтернативою може бути ударостійкий полістирол (HIPS), який розчинний в лимонені (розчин лимонної кислоти) і має низьку термоусадку - при 3D-друку великих деталей деламінація (розщеплення шарів) з цим матеріалом мінімальна.



Рис. 7. Майстер-модель з матеріалу PLA для виготовлення гербів з гіпсу чи інших матеріалів

Висновки. Загалом вказані вище переваги використання адитивних технологій в архітектурній реставрації вагомі. Подальший їх розвиток і вдосконалення піднімуть на новий рівень справу реставрації і значно розширять обсяги можливих для виконання робіт. Враховуючи високу автоматичність процесу, порівняну дешевизну та простоту у виконанні, це дозволить зберегти та відновити у первісному вигляді у десятки разів більшу кількість пам'яток архітектури, ніж це було можливе фізично та фінансово до появи адитивних технологій.

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>.
4. Кедринский А. А. Основы реставрации памятников архитектуры. Обобщение опыта школы ленинградских реставраторов. — М.: Изобразительное искусство, 1999. — 184 с. — ISBN 5-85200-119-8.
5. Энциклопедия 3D печати (Електронний ресурс) Доступ: http://3dtoday.ru/wiki/3dprint_metal/

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПАРАМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ СИСТЕМИ AUTOCAD 2016.

Лазарчук М.В. старший викладач,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
, (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання методичного обґрунтування використання елементів параметричного проектування в навчальному процесі вивчення системи AutoCAD 2016.*

***Ключові слова** – Параметричне проектування, геометричні залежності, розмірні залежності, AutoCAD 2016.*

Постановка проблеми. Розробники системи AutoCAD створюють нові можливості для проектування об'єктів, які розширюють арсенал користувача. У версії AutoCAD 2010 вперше з'явилася можливість параметричного проектування. Потрібно ознайомлювати студента з усіма новітніми змінами, які дають можливість удосконалювати його інженерний досвід.

Аналіз останніх досліджень. Система AutoCAD надає користувачу широкі можливості проектування, використовуючи різні методи створення об'єктів, які відповідають вимогам сучасного виробництва, але в навчальному процесі не завжди є можливість продемонструвати повний цикл створення документації та моделі. Тому методика викладання має враховувати ці особливості

Формулювання цілей (постановка завдання). Ціль статті є рекомендації по методичному обґрунтуванню використання елементів параметричного проектування в навчальному процесі.

Основна частина. Параметричне проектування в AutoCAD це підготовчий етап для створення динамічних блоків, тобто блоків, під час вставки яких можна вибирати різноманітні параметри об'єктів, які вставляються блоками. Але потрібно заздалегідь створити таблиці з усіма значеннями параметрів та зберегти ці таблиці разом з блоком. В цих таблицях вказують взаємні залежності розмірів частин об'єктів. Попередньо на об'єкти накладають геометричні залежності. На практиці саме вставка динамічних блоків і є потрібною для створення конструкторської документації оптимальним шляхом. Але параметричне проектування є потужним методом створення геометричних об'єктів, перевірки точності побудов та нагляду за змінами, які можуть відбуватися з геометричним контуром із зміною деяких співвідношень розмірів. В навчальному процесі корисно продемонструвати студенту можливість

створення об'єктів як шляхом традиційним, тобто з допомогою команд створення та редагування графічних примітивів, так і зробити побудову того самого об'єкта, методами параметричного проектування. Одразу стають зрозумілі переваги накладання геометричних залежностей, тоді геометрія об'єкта є більш точною та наперед заданою. Накладання геометричних залежностей, крім того, є потужним методом контролю за формою об'єктів, одразу видно помилки, всі накладені залежності показані біля елементів форми (рис. 1).

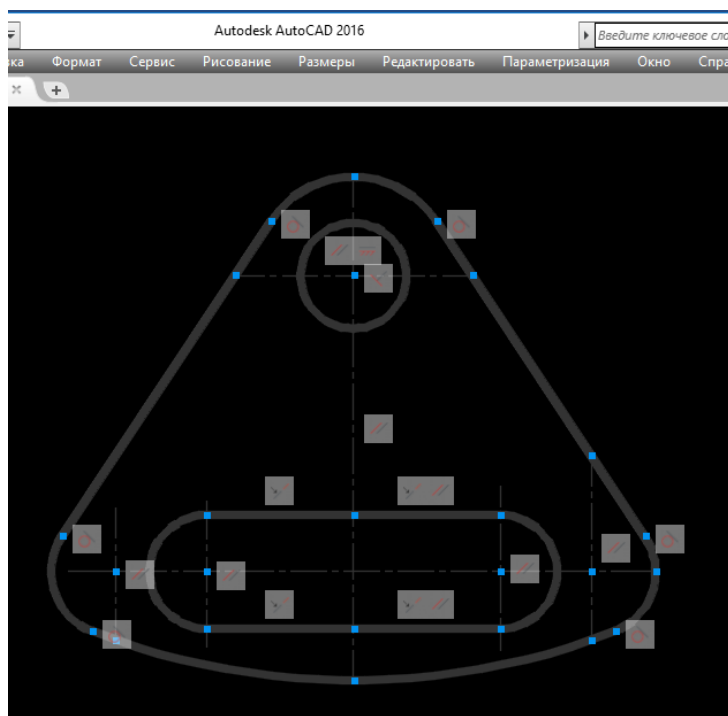


Рис.1. Геометричний контур з накладеними геометричними залежностями.

Додавання розмірних обмежень та накладання взаємних розмірних залежностей на елементи геометричної форми дозволяє повною мірою відчутти переваги параметричного проектування перед простою побудовою.

Висновки. Системи автоматизованого проектування дають користувачу великий спектр потужностей для комп'ютерного моделювання. Використання в повній мірі цих можливостей розширює потенціал студента, як майбутнього інженера.

Бібліографічний список

1. Жарков Н.В., Финков М.В., Прокди Р.Г. AutoCAD 2015. Книга + DVD с библиотеками, шрифтами по ГОСТ, модулем СПДС от Autodesk, форматками, дополнениями и видеоуроками. – СПб., Наука и техника, 2015. – 624с., ил. (+ DVD)
2. Справочная система AutoCAD 2016.

НАЛАШТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ РОБОЧОГО ВІКНА СИСТЕМИ AUTOCAD 2016 ЗА ПОТРЕБОЮ КОРИСТУВАЧА

Лазарчук М.В. старший викладач,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання адаптації інтерфейсу робочого вікна системи AutoCAD 2016 за потребою користувача в умовах великої кількості користувачів.*

***Ключові слова** – адаптація, налаштування, інтерфейс, AutoCAD 2016, робоче вікно*

Постановка проблеми. Використання системи AutoCAD 2016 в навчальних аудиторіях, де проводиться комп'ютерний практикум для студентів різних факультетів за різними навчальними програмами має певні особливості. Вони обумовлені тим, що система AutoCAD 2016 зберігає налаштування, створені в попередньому сеансі роботи. Новий сеанс потрібно починати з налаштувань інтерфейсу робочого вікна системи AutoCAD 2016.

Аналіз останніх досліджень. Система AutoCAD 2016 надає користувачу широкі можливості адаптації інтерфейсу робочого вікна системи AutoCAD 2016 для власних потреб побудови певних геометричних об'єктів. Ці можливості необхідно використовувати в повному обсязі з метою уникнення витрат робочого часу на переналаштування.

Формулювання цілей (постановка завдання). Ціль статті є рекомендації по налаштуванню інтерфейсу робочого вікна системи AutoCAD 2016 таким чином, щоб обрати оптимальний варіант налаштувань для потреб навчального процесу.

Основна частина. Робоче вікно системи AutoCAD 2016 має декілька основних елементів інтерфейсу:

У верхньому рядку розташовані:



Кнопка меню системи AutoCAD 2016, яке надає доступ до команд роботи з файлом кресленика. До того ж, важливою є команда **Параметри (Options)**, яка викликає діалогове вікно **Налаштування (Options)** в якому можна зробити налаштування параметрів роботи системи AutoCAD 2016. У верхній частині розташований рядок **Поиск команды**, де можна починати вводити назву, а система автоматично підбирає відповідний елемент.

--**Панель швидкого доступу** з кнопкою адаптації , яка викликає падаюче меню, що дозволяє додавати, видаляти кнопки команд, а також вивести головне меню системи AutoCAD 2016 (Рис. 1).

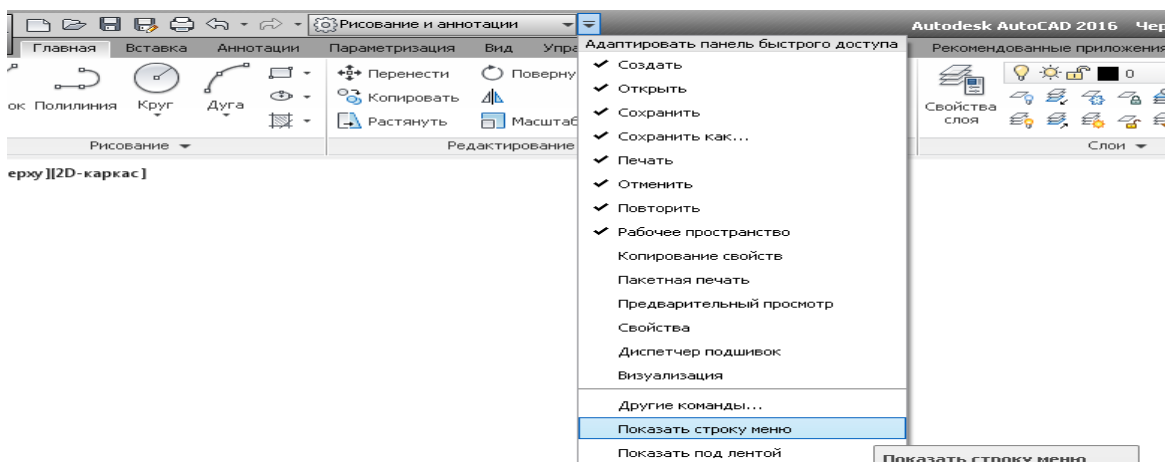


Рис.1. Розташування панелі швидкого доступу.

Головне меню системи AutoCAD 2016 містить 12 розділів, де всі команди поєднані за функціональним призначенням

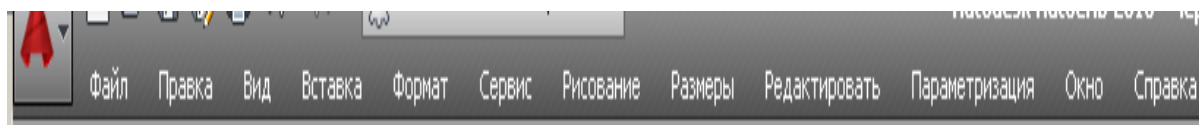


Рис. 2. Головне меню системи AutoCAD 2016.

Також на панелі швидкого доступу розташований рядок, де відображується назва поточного робочого середовища з розкривним списком. Система AutoCAD 2016 має декілька робочих середовищ, які створені розробником для певних видів побудов.

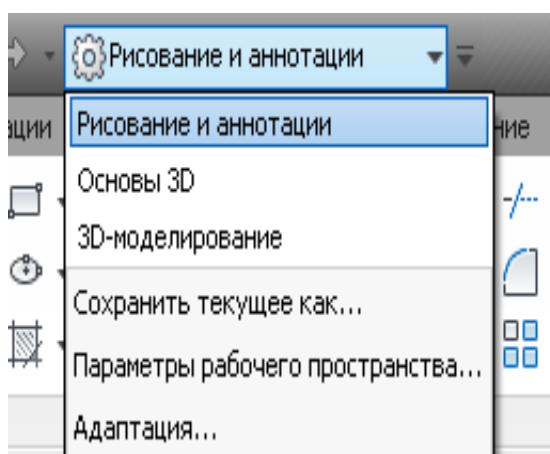


Рис. 3. Робочі середовища.

Кожний користувач має можливість адаптувати зовнішній вигляд робочого вікна системи AutoCAD 2016 для власних потреб, керуючись власними вподобаннями.

Після завантаження системи, поточними, за умовчанням, є ті налаштування і те робоче середовище (рис 3) які були під час попереднього сеансу роботи. Це створює певні незручності за умови великої кількості користувачів. Тому виникає необхідність всі зміни, зроблені користувачем, зберігати з певною назвою у вигляді нового робочого середовища (рис. 4).

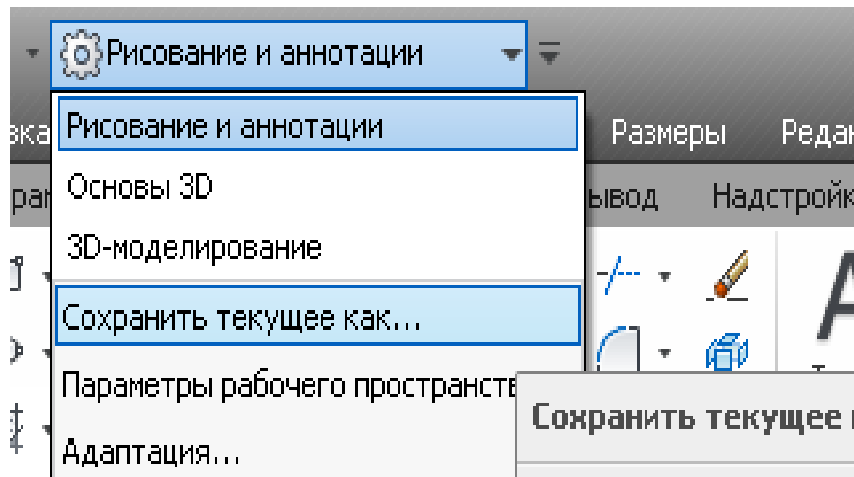


Рис. 4. Збереження створених змін.

Система AutoCAD 2016 надає користувачу широкі можливості налаштування інтерфейсу робочого вікна.

По-перше це керування відображенням стрічки інструментів (рис. 5). Її можна згорнути до вкладок, згорнути до назв панелей, згорнути до кнопок

панелей, використовуючи кнопку адаптації



, яка розташована на стрічці в кінці рядка назв вкладок.

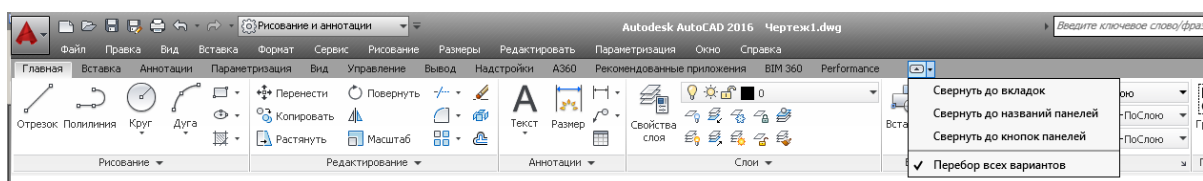


Рис.5. Керування видом стрічки інструментів.

Стрічку інструментів можна взагалі прибрати з робочого вікна та замість неї вивести звичні панелі інструментів. Для цього використовуються команди розділу головного меню системи AutoCAD 2016 **Сервис**, група команд **палитры** (рис. 6), команда **лента** прибирає стрічку, повторний виклик цієї команди, відновлює появу стрічки на звичному місці робочого вікна. Але, наразі, тенденції виробників такі, що інтерфейс – стрічка є поширеним для інших сучасних програмних продуктів. Така уніфікація дає змогу швидше опановувати роботу з ними.

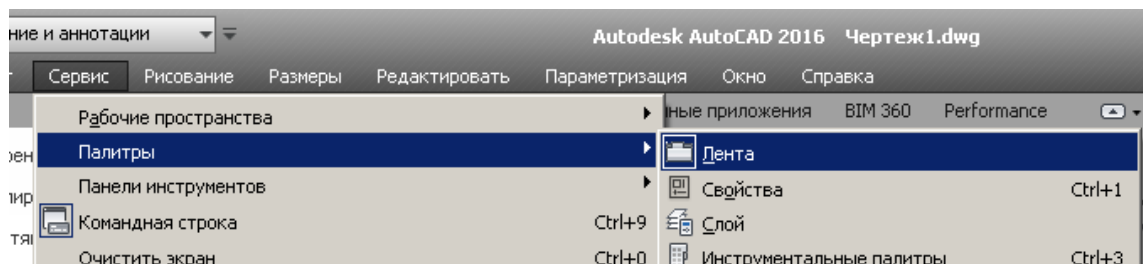


Рис. 6. Керування наявністю стрічки в робочому вікні.

Той самий розділ головного меню системи AutoCAD 2016 **Сервис**, група

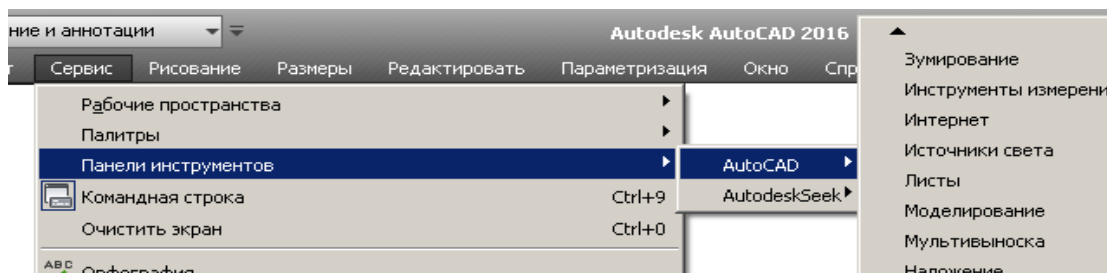


Рис. 7. Вибір панелей інструментів.

команд **Панели инструментов**, дозволяє послідовно вибирати панелі інструментів, потрібні на даний час (рис. 7). Система AutoCAD 2016 автоматично розташує найбільш часто вживані панелі відповідно їх положенню у версії класичного AutoCADу.

По-друге, користувач має можливість змінювати зміст самої стрічки інструментів, клікнувши правою кнопкою миші на зоні стрічки. З'являється контекстне меню, де у вигляді списку представлені назви вкладок або панелей стрічки. Користувач вибирає назву і клікає лівою кнопкою миші. Знак ☒ ліворуч від назви означає наявність даного елемента на стрічці, відсутність знаку, означає відсутність даного елемента на стрічці (рис.8).

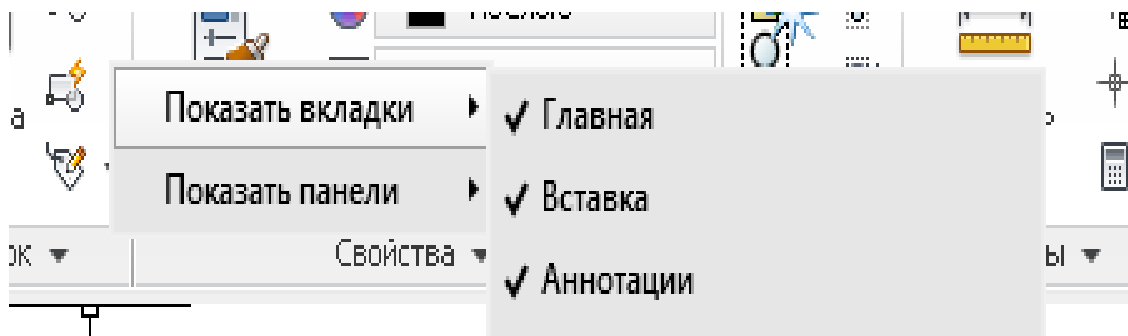


Рис. 8. Зміни змісту стрічки інструментів.

По-третє, можливо керувати змістом **рядка режимів**. Кнопка активного на даний час режиму підсвічена блакитним кольором, неактивного – сірим. Важливо пам'ятати, що режим може бути активним, а відповідна кнопка на

рядку режимів – відсутня. Наприклад, режим динамічного введення за умовчанням є активним при завантаженні нового файлу кресленика, але його використання не завжди є доречним, тому важливо слідкувати за змістом рядка режимів та перевіряти наявність відповідних кнопок.

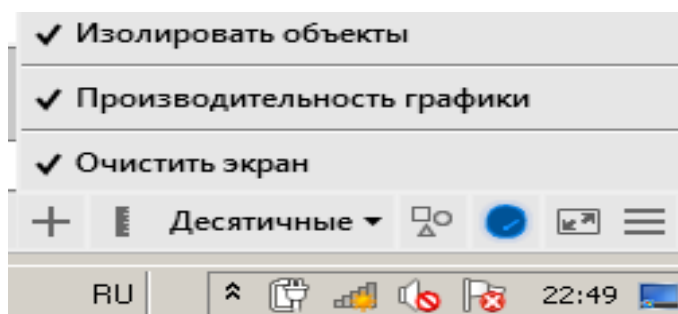


Рисунок 9. Налаштування рядка режимів.

Система AutoCAD 2016 дозволяє додавати та приховувати кнопки інструментів рядка за допомогою кнопки адаптації , розташованої в кінці рядка. Деякі кнопки

рядка режимів, окрім піктограми, мають знак  розкривного списку, який викликає контекстне меню, де серед інших налаштувань, користувач має можливість вибрати команду **Параметры ...**, що відкриває діалогове вікно **Режимы рисования**. Вікно має 6 вкладок, де користувач задає налаштування певних режимів, які керують відображенням допоміжної сітки та руху курсора по вузлах сітки, прив'язками, режимом полярного та об'єктного відстежування, динамічного вводу, циклічного вибору об'єктів, які накладаються один на одний та відображенням палітри швидких властивостей.

Висновки. В умовах значної кількості користувачів в навчальних аудиторіях, суттєвого значення набуває можливість прилаштувати робоче вікно під потреби окремого користувача, але зберегти можливість швидкого переходу для роботи іншим користувачем. Використання викладених рекомендацій дасть змогу кожному зберегти свої налаштування і не пошкодити тих, що збережені іншим користувачем.

Бібліографічний список

1. Жарков Н.В., Финков М.В., Прокди Р.Г. AutoCAD 2015. Книга + DVD с библиотеками, шрифтами по ГОСТ, модулем СПДС от Autodesk, форматками, дополнениями и видеоуроками. – СПб., Наука и техника, 2015. – 624с., ил. (+ DVD)
2. Справочная система AutoCAD 2016.
3. Полещук Н.Н. AutoCAD 2011. – СПб., БХВ – Петербург, 2011, - 752с., ил.+ CD-ROM – (в подлиннике).

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ САМОДІЮЧОГО МОТОР-ШПИНДЕЛЯ

Хейдарніа Г.Х , студент гр.МВ-51м

Науковий керівник проф. , д.т.н. Кузнецов Ю.М

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: info85gh@mail.ua

***Анотація** – наведені результати порівняльних експериментальних досліджень самодіючого мотор-шпинделя з приводом переміщення шпинделя від електродвигуна через гвинтову передачу ковзання.*

***Ключові слова:** мотор-шпиндель, верстат-стенд, навантажувальний пристрій, жорсткість.*

Для експериментальних досліджень був придбаний і модернізований мотор–шпиндель (М-Ш) фірми IBAG, в якому крім обертання шпинделя п (головний рух) введений привід подачі s, завдяки чому він став самодіючий [1,2]. Самодіючий М-Ш 7 (рис.1) розміщено в циліндричному розточеному отворі корпусу 5, який гвинтами закріплений на плиті. Плита встановлена на стойці 10 вертикально- свердлильного настільного верстата замість шпиндельної бабки. Стійка жорстко зв’язана зі столом 11. Від прокручування навколо осі М-Ш фіксується шпонкою (на рис. 1 не показана). В шпиндель встановлюється інструмент або для циліндрична оправка 13 для випробувань.

У верхній частині М-Ш розміщено стакан 5 з отвором для ходового гвинта 6 з трапецеїдальною різью. Стакан чотирма гвинтами М3 кріпиться до корпусу М-Ш. Для зменшення втрат на тертя та усунення заклинювання ходового гвинта останній взаємодіє з гайкою з пластмаси, що закріплена в корпусі. Ходовий гвинт 6 через сильфону муфту 4 отримує обертання від серводвигуна 3 постійного струму, розміщеного на кронштейні 2, встановленому на плиті 1.

Об’єкт дослідження - самодіючий М-Ш з гвинтовою передачею[]. Для дослідження жорсткості виготовлений самодіючий М-Ш (рис.2) і експериментальний стенд на базі вертикально-свердлильного верстата, встановленого на кафедрі електромеханіки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Самодіючий М-Ш виконаний на модульному принципі і може встановлюватися вертикально або горизонтально [3,4]

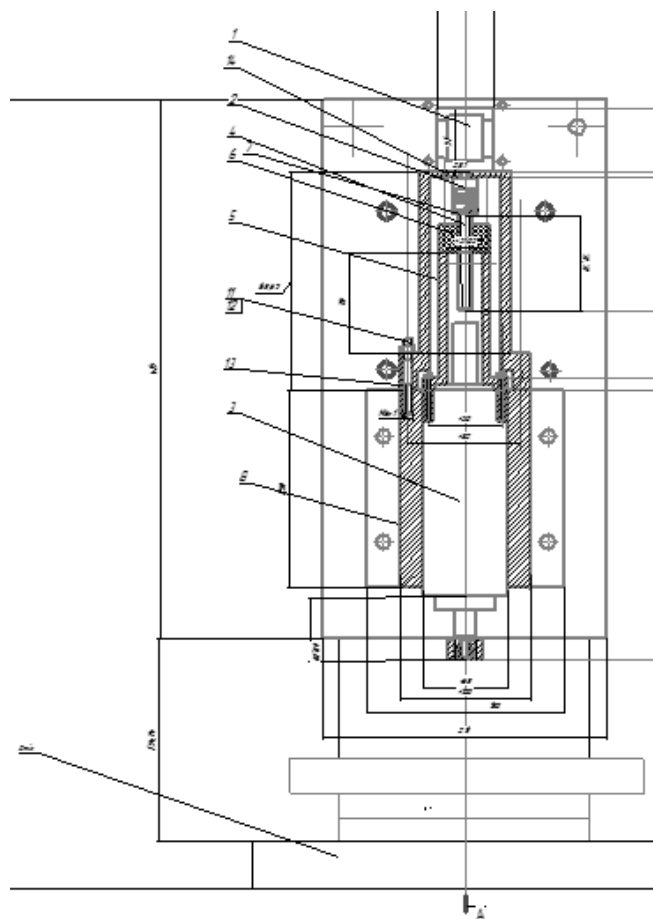


Рис .1. Конструктивна схема самодіючого мотор-шпинделя для випробувань

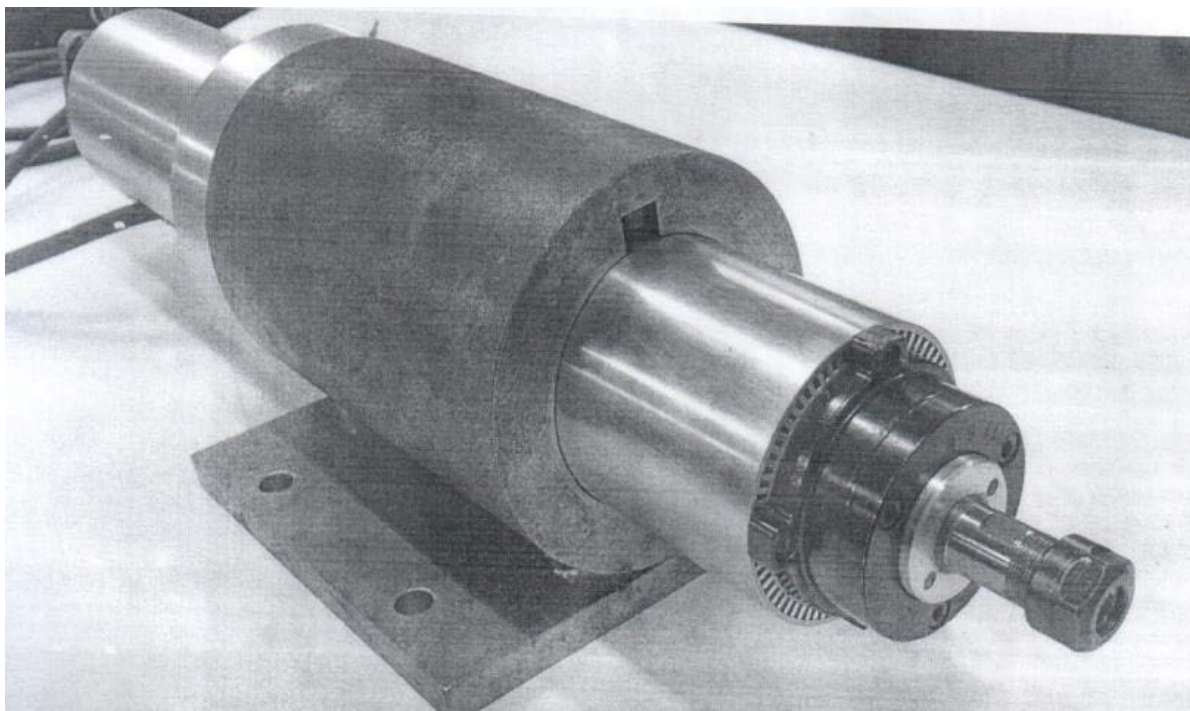


Рис. 2. Самодіючий мотор-шпиндель горизонтального виконання

Результати експериментальних досліджень. Виконані порівняльні експериментальні дослідження самодіючого М-Ш по варіанту 1 з окремим приводом подачі, результати яких наведені на рис. 3, 4. Вони свідчать про невдале виконання конструкції і нестабільність жорсткості системи при роздільному приводі поздовжніх переміщень.

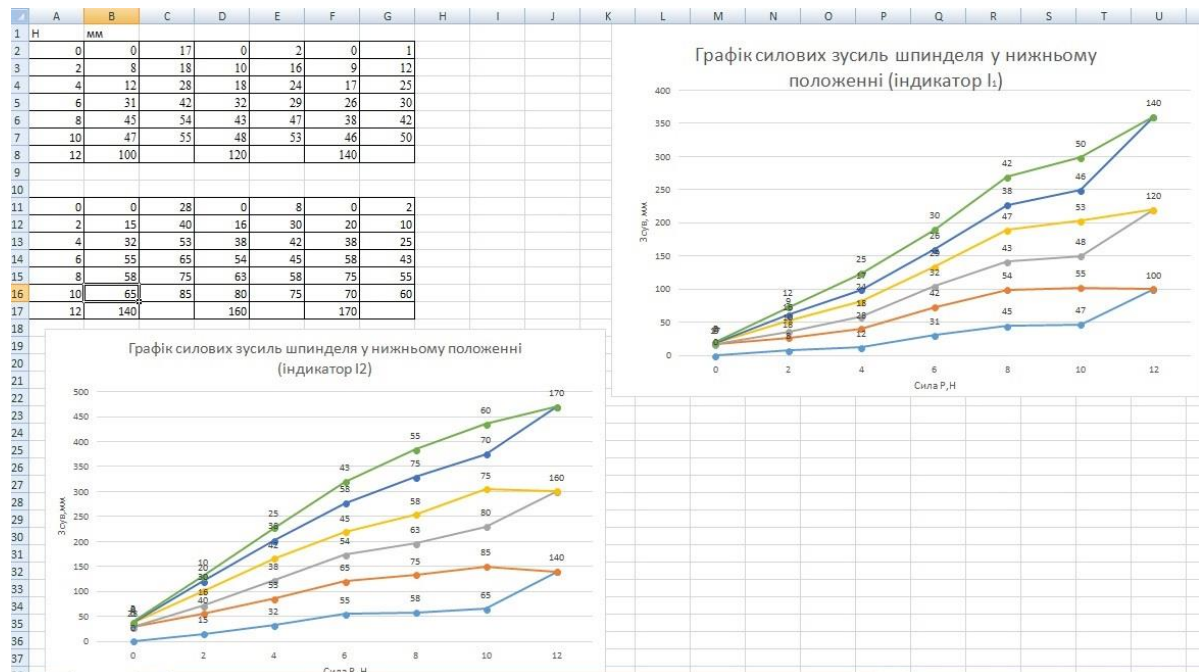


Рис. 3. Графіки віджаття шпинделя у нижньому положенні від навантаження

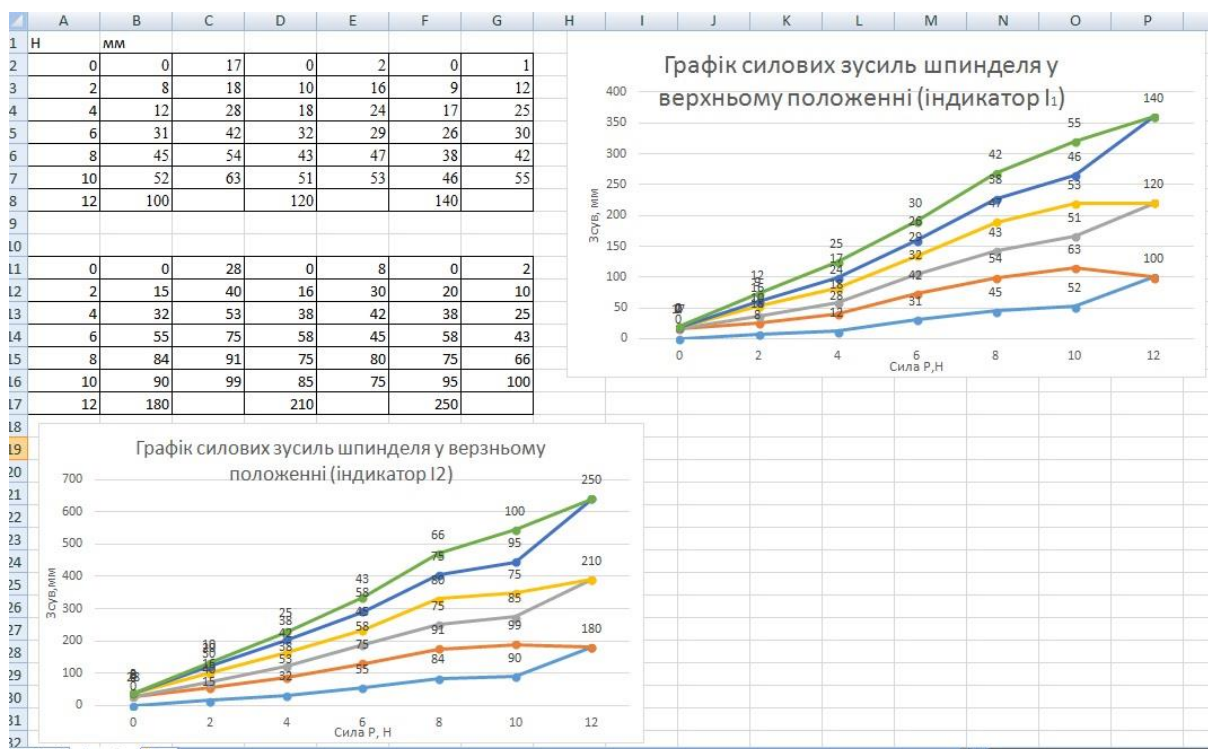


Рис. 4. Графіки віджаття шпинделя у верхньому положенні від навантаження

Тому за основний прийнятий варіант 2 (рис.1,2). Експеримент проводився за раніше розробленою методикою. Виміри жорсткості проводилися за схемою, зображеною на рис. 5.

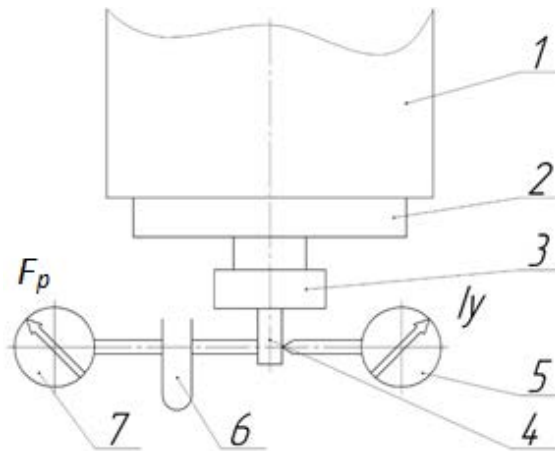


Рис. 5. Схема вимірювання пружних радіальних віджат в системі
1- пінolia самодіючого М-Ш; 2 - М-Ш; 3-шпиндель з затискним патроном;
4- оправка; 5 - індикатор для вимірювання відхилень I_y ; 6 - динамометр камертонного типу; 7 - індикатор для визначення навантажень.

Вимірювання проводилися за допомогою динамометра камертонного типу, яким відбувалося навантаження від 0 до 800 Н з інтервалом в 200 Н та індикатора I_y для визначення відхилень U_p (рис.6). Всі вимірювання проводилися на індикаторі з ціною поділки 0,01 мм, тому всі значення показань індикатора I_y записані в таблиці, відповідно множимо на це число. Експеримент проводився при циклічних навантаженнях та розвантаженнях.



Рис.6. Фото вимірювання пружних радіальних віджат

Вимірювання, що приведені на рис.7, мають місце при великому ході шпинделя в пінolі, оскільки в нашому випадку хід малий і їх можна не враховуємо. Враховується тільки люфт шпинделя в пінolі через недосконалість виготовлення внутрішньої поверхні пінolі. Як показали випробування люфт становить близько 1 мм. Тому досліди на жорсткість

проводилися після вибірки даного люфту, якщо цього не зробити тоді весь експеримент втрачає сенс. Щоб уникнути даного ефекту піноль має бути виготовлена досконало з дотриманням високотехнологічного процесу [1, 4]. Це потребує доробки конструкції і подальших досліджень [3].

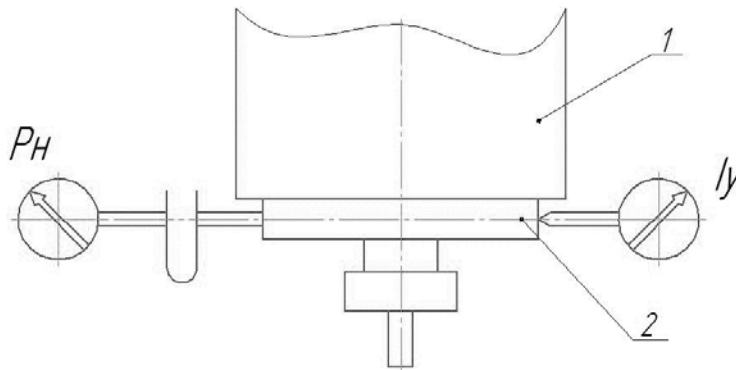


Рис.7. Вимірювання відхилення шпинделя в пінолі

Бібліографічний список

1. Кузнецов Ю.Н., Олейник Е.А., Гайдаенко Ю.В., Шинкаренко В.Ф. Принципы создания характеристики самодействующих мотор-шпинделя. //Труды межд. научно-техн. конференции UNITECH 13, 2013, ТУ-Габрово.
2. Патент України на корисну модель №65488. Шпиндельний вузол верстата / Кузнецов Ю.М., Фіранський В.Б., Шинкаренко В.Ф., Гайденко Ю.В., опубл. 12.12.2011, Бюл.№23
3. Кузнецов Ю. М. Аналіз процесу затиску-розтиску тіл обертання в затискному механізмі з електромеханічним приводом / Ю. М. Кузнецов, Б. І. Придальний // Вісник ХНТУ. – 2015. – №4(55). – С. 48–56.
4. Кузнецов Ю.Н., Волошин В.Н., Фіранский В.Б., Гуменюк О.А. Инструментальные зажимные патроны. – К.: ООО "ГНОЗИС". 2012. – 286с.

ПРОМО-САЙТ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ЗАЛУЧЕННЯ АБІТУРІЄНТІВ

Глібко О.А. к.т.н.

Кириченко О. О. студент

Куряков А.Е. студент

Мальцев Б.О. студент

Національний технічний університет

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

Анотація – Запропоновано використання промо-сайтів, які спрямовані на цільову аудиторію, що складають потенційні абітурієнти. Наведено приклади розробки промо-сайтів до дня відкритих дверей, створені студентами у межах проведення першого туру Всеукраїнської олімпіади з web-дизайну та web-технологій.

Ключові слова – Соціальна реклама, промо-сайт, цільова аудиторія, дизайн, web-технології програмування.

Постановка проблеми. В умовах діючої сьогодні системи вступу до Вищих навчальних закладів, що базується на електронному варіанті подачі документів і практично виключає особисте спілкування з абітурієнтами, першорядну роль набувають віртуальні методи донесення до них необхідної інформації. Тому, доцільним, на наш погляд, є розробка невеликих сайтів, свого роду «електронних інформаційних листків», які висвітлюють поточні події.

Аналіз останніх досліджень. Зважаючи на потреби сьогодення, та орієнтуючись на сучасну аудиторію, більш схильну до сприйняття інформації в електронному варіанті, насиченому візуальними зразками, автори спрямовують свою діяльність на створенні саме такого роду продукту для розміщення в інтернет-середовищі/1 – 3/.

Формулювання цілей (постановка завдання). Метою даної роботи є обґрунтування необхідності створення та розробка зразків промо-сайтів в період проведення щорічних заходів з набору абітурієнтів. Як приклад реалізації цієї мети наведено досвід розробки такої продукції у межах проведення першого туру Всеукраїнської олімпіади з web-дизайну та web-технологій.

Основна частина.

Як відомо, що основну інформацію сучасні абітурієнти отримують зі Всесвітньої мережі Internet. Тому, завданням рекламної абітурієнтської кампанії є спрямування їх на пошук потрібної для рекламодавця інформації, своєчасне оповіщення про підготовлювані заходи та події, що відбуваються. Саме в зв'язку з цим агресивні методи ведення рекламних

кампаній, що давно і з успіхом застосовуються в комерції, необхідно використовувати і для вирішення завдань, які розглядаються в даній роботі.

Особливість полягає в тому, що така реклама носить не комерційний, а соціальний характер. На відміну від комерційної реклами, орієнтованої на просування товарів і послуг, соціальна реклама звертає увагу на суспільні проблеми і, в кінцевому підсумку, ставить собі за мету зміну поведінкової моделі соціальних груп суспільства. Важливою відмінною рисою соціальної реклами є і те, що вона, зазвичай, адресована набагато ширшій аудиторії. Крім того, соціальна Інтернет-реклама має такі якості як оперативність, мультимедійність, глобальність, інтерактивність.

Цільовою аудиторією соціальної реклами в даному випадку є молодіжна і підліткова, яка звикла шукати інформацію в віртуальному середовищі. Саме тому особливу увагу в даний час Вищі навчальні заклади приділяють своїм офіційним сайтам, де намагаються якомога повніше докладніше та привабливо представити свою діяльність. У зв'язку з цим, актуальним завданням при наявності великої кількості ВНЗ є необхідність залучення потенційного абітурієнта саме на «свій» сайт. І тут, на наш, погляд засобом такого залучення уваги може успішно виступати промо-сайт.

Промо-сайт - це невеликий, але яскравий цікавий сайт, що привертає увагу. Основне завдання промо-сайту - вивести на ринок новий бренд / товар / послугу, прорекламувати захід. Часто промо-сайт створюється на час проведення рекламної кампанії, акції. Він містить всю необхідну інформацію щодо цього заходу: умови, терміни, місце проведення, новини, on-line конференції, анонси подій та інші відомості.

При створенні промо-сайту важливе значення приділяється формі, в якій інформація представлена на сайті. Головне завдання промо-сайту - справити на користувача візуальний ефект, оригінально і в ненав'язливій формі донести до відвідувачів, що даний товар, послуга або захід - це цікаво, актуально і заслуговує на увагу. Для промо-сайтів характерне використання великої кількості графіки та мультимедійних матеріалів.

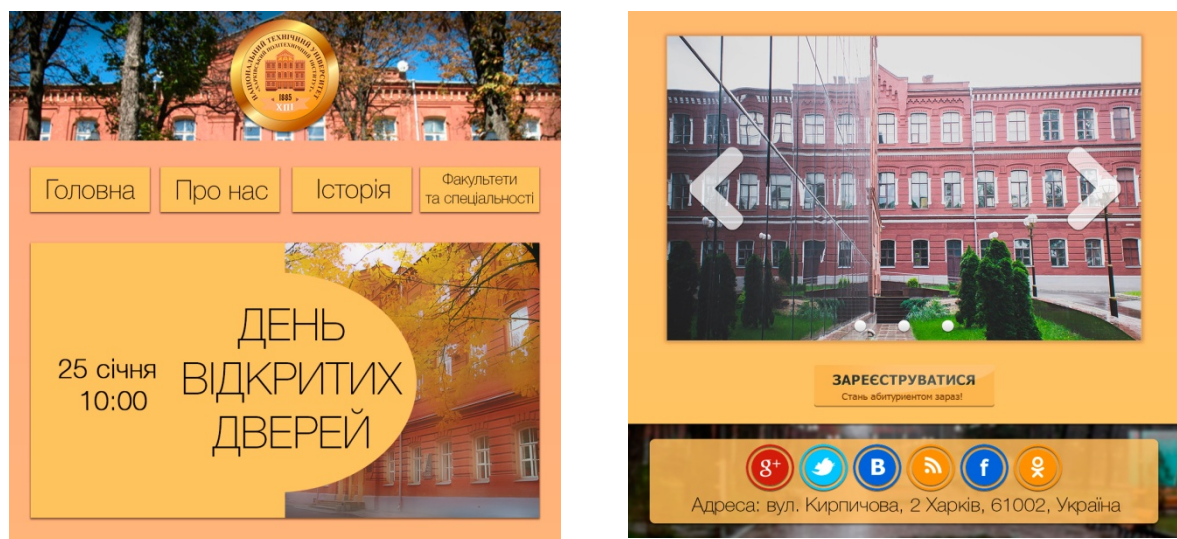
Створений під певну подію або захід з посиланням, розміщеним в соціальних мережах, такий продукт: по-перше оперативно проінформує про підготовлювану подію; по-друге розмістить відповідне посилання на сайт рекламодавця з більш повною інформацією про організатора (посилання на офіційний сайт ВНЗ); по-третє подібно до ланцюгової реакції може істотно розширити контингент відвідувачів (користувачі Інтернету частіше, ніж читачі і телеглядачі, передають своїм знайомим зміст соціальної реклами, з якою знайомляться на сайтах «дізнався сам - розкажи другу»).

В кінцевому підсумку поставлення вихідна мета - розширення аудиторії, що поінформована про даний ВНЗ, факультет, кафедру, спеціальність, спеціалізацію знаходить свою реалізацію.

Промо-сайти «одноденки» можуть оперативно створюватися з

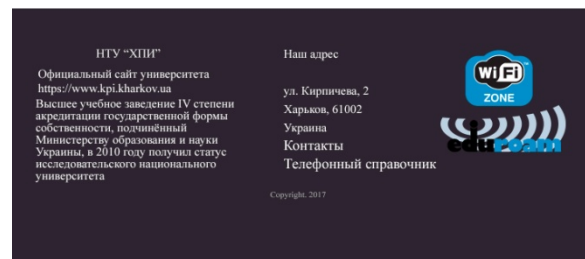
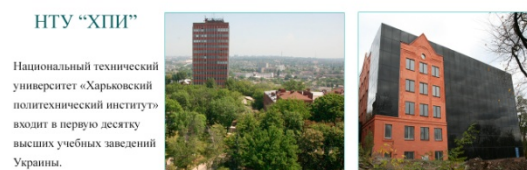
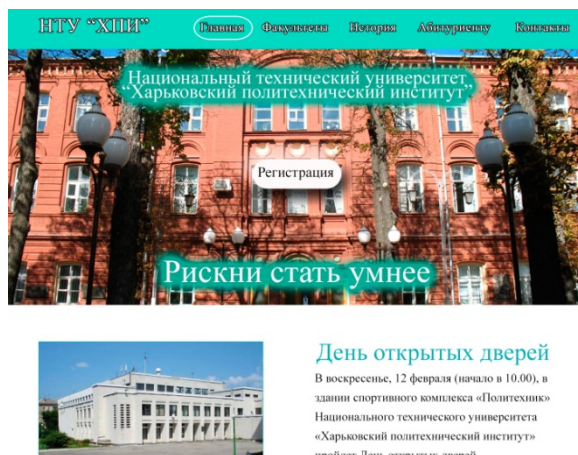
нагоди: проведення олімпіад, пробного тестування, концертів, присвячених певній події, спортивних змагань (внутривуніверситетських і не тільки), організації різноманітних виставок, слухань, читань, екскурсій і, нарешті, днів відкритих дверей, де представники ВНЗ і зможуть особисто поспілкуватися з потенційними абітурієнтами.

Саме остання тематика і була обрана в якості завдання при проведенні першого туру Всеукраїнської олімпіади з web-дизайну та web-технологій, що був проведений в Харківському національному технічному університеті «ХПІ» в поточному році. Крім заданої тематики студентам було висунуто ряд вимог з точки зору організації дизайну сайту і використовуваних технологій розробки. Фрагменти деяких рішень наведені на рис 1-3.



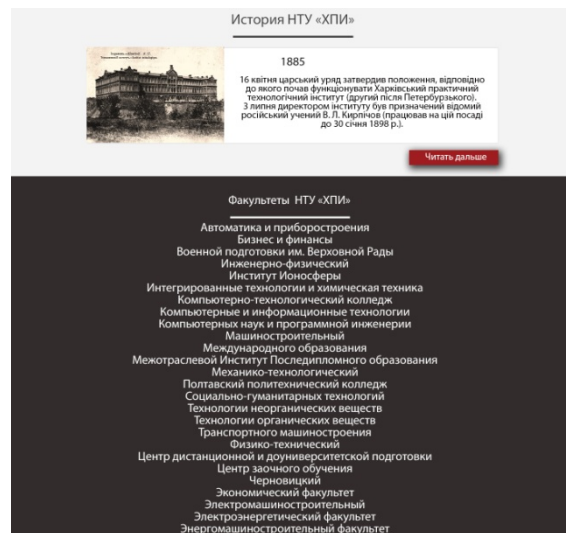
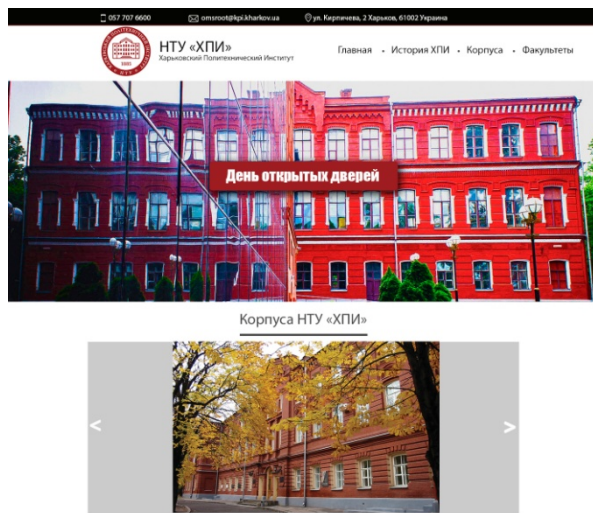
Куряков А.Є. студент механіко-технологічного факультету, 1 курс

Рисунок 1



Мальцев Б.О. студент механіко-технологічного факультету, 1 курс

Рисунок 2



Кириченко О.О. студент механіко-технологічного факультету, 1 курс

Рисунок 3

Висновки. Таким чином, розробка та розміщення в соціальних мережах промо-сайтів в період абітурієнтської кампанії може бути розглянуто як дієвий засіб, що створює сприятливі умови для залучення потенційних абітурієнтів до вступу у ВНЗ.

Бібліографічний список

1. *Погрібний М.А.* Впровадження сучасних комп'ютерних технологій в навчальний процес шляхом відкриття нових спеціальностей./ *Погрібний М.А. Максимова М.О. Глібо О.А.*// Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование: Материалы VI международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»; ХГУПТ. – Харьков, 2009. – с.279–284

2. *Глібо О.А.* Розробка віртуальної іміджевої продукції з елементами 3d моделювання. / *Глібо О.А., Горбатенко Д.В.*// Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. XVIII международная научно-практическая конференция, Харьков, 2012. – с.

3. *Глібо О.А.* Дизайн - аспекти підготовки фахівців у галузі програмування./ *Глібо О.А., Максимова М.О.* //Теорія та практика дизайну: Збірник наукових праць. Вип.1. – К.:«Комп'ютерпрес», 2012. – с.15–19

4. *Глібо О.А.* Створення візуального іміджу спеціальності в межах підготовки та проведення абітурієнтської приймальної кампанії/ *Глібо О.А., Горбатенко Д.В., Максимова М.О.*// Матеріали II-ї Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених». Випуск 5. – К.:ДІА, 2013р. – с.106-108

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ «КОМПАС» ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТВЕРДОТІЛЬНОЇ МОДЕЛІ СКЛАДАЛЬНОЇ ОДИНИЦІ

Івчук І.В., студент,

Білицька Н.В., к.т.н.,

Мартиненко Г.С., асистент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація – система автоматизованого проектування «КОМПАС 3D» застосовується для створення тривимірної моделі складальної одиниці із моделей деталей та одержання на їх основі складального кресленника, специфікації та робочих креслеників деталей.

Ключові слова – система автоматизованого проектування, тривимірне твердотільне моделювання, модель, ескіз, операція, спряження, елементарний об'єм, складальний кресленик, робочі кресленики деталей.

Постановка проблеми. Автоматизовані системи проектування, такі як Autocad, КОМПАС та ін., невпинно витісняють традиційні методи проектування, оскільки дозволяють виконати роботу швидше та якісніше, тому в навчальному процесі потрібно приділяти особливу увагу їх вивченню.

Аналіз останніх результатів. При вивченні курсу комп'ютерної графіки студенти опановують методи плоского проектування та створення тривимірних моделей деталей. Для побудови завершених просторових моделей складальних одиниць у навчальних робочих програмах недостатньо часу. Тому, для найбільш здібних та бажаючих навчатися студентів доцільно на додаткових заняттях у гуртках з комп'ютерної графіки розглядати процес створення твердотільних моделей складальних одиниць.

Постановка завдання. Для створення твердотільної моделі складальної одиниці слід розробити моделі деталей, які входять до виробу, а потім з'єднати їх в окремому документі. Цей алгоритм створення має назву «знизу догори». Для прикладу студентом була обрана складальна одиниця «Кран пробковий муфтовий», яка складається з п'яти деталей, стандартної гайки та набивки. Необхідно створити тривимірні моделі деталей, їх робочі кресленики, тривимірну модель складальної одиниці, її складальний кресленик та специфікацію до нього.

Найбільш складна деталь виробу – це корпус крана. Для її створення застосовані операції витискування та обертання. Ливарні переходи створені додатковою операцією скруглення. Модель корпусу наведено на рис. 1, а її кресленик – на рис 2.

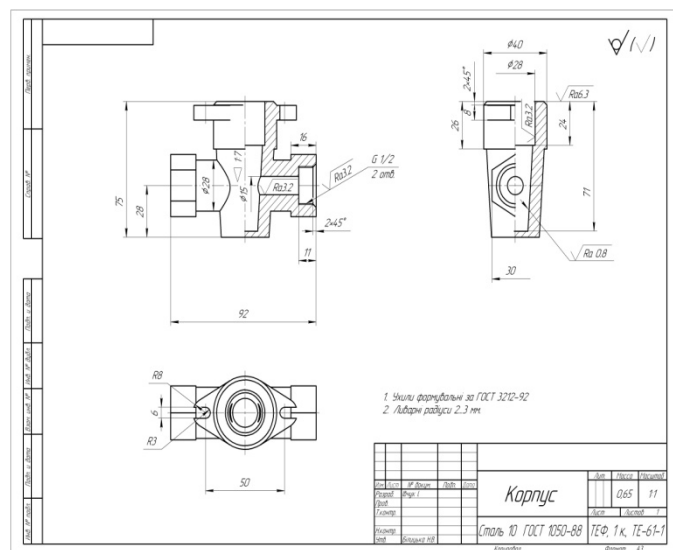
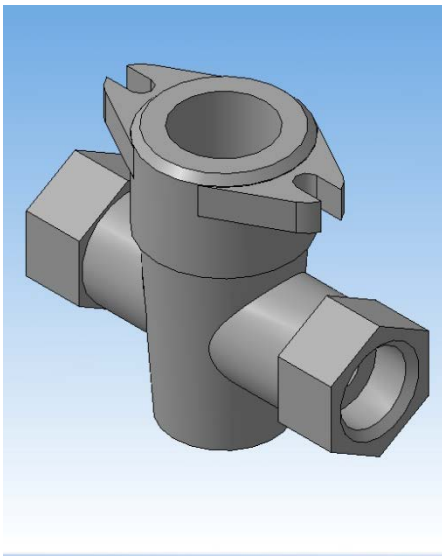


Рис.2. Рабочий кресленик корпусу.

Щоб кришка мала однакову з корпусом форму поверхні спряження, для її створення був скопійований ескіз верхньої частини корпусу, в який потім внесені зміни (рис.3, 4). Аналогічно для створення моделі пробки (рис.5) застосовувався ескіз внутрішньої порожнини корпусу.

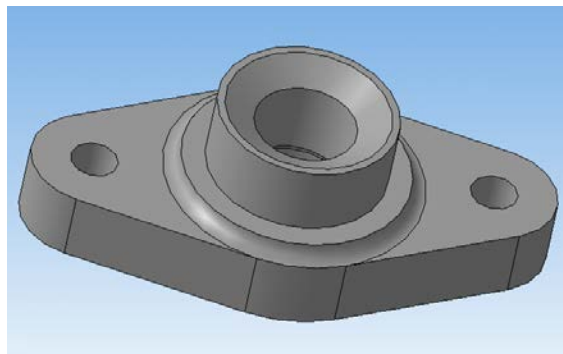


Рис. 3. Модель кришки.

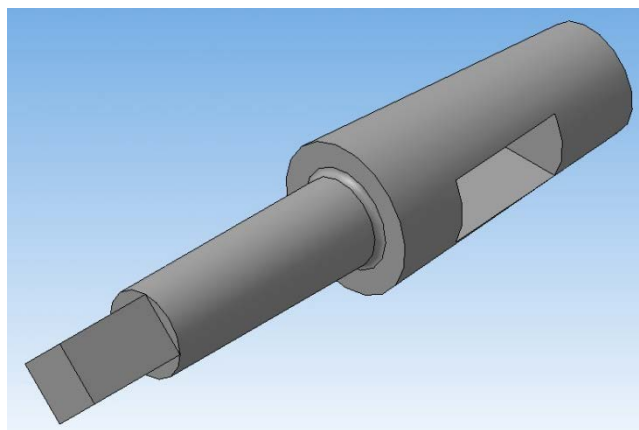


Рис.4. Модель пробки.

Аналогічно були створені моделі інших деталей. Стандартні вироби мали вставлятися в модель складальної одиниці з бібліотеки 3D, але за відсутності останньої їх моделювали окремо на основі бібліотеки плоских зображень стандартних виробів.

Для розробки просторової моделі виробу було створено документ типу *«Сборка»*, в який спочатку вставили модель корпусу, потім по черзі в порядку складання виробу вставили інші деталі. На рис. 5 показані корпусна деталь та пробка, яку необхідно встановити в корпус. Для цього використовуються команди спряження. Спочатку встановлюється співвісність циліндричних поверхонь корпусу та пробки, потім дотичність їх конічних поверхонь, а наприкінці, щоб відкрити кран, кут 45° між гранню хвостовика пробки та передньою гранню бокової частині корпусу (рис. 6).

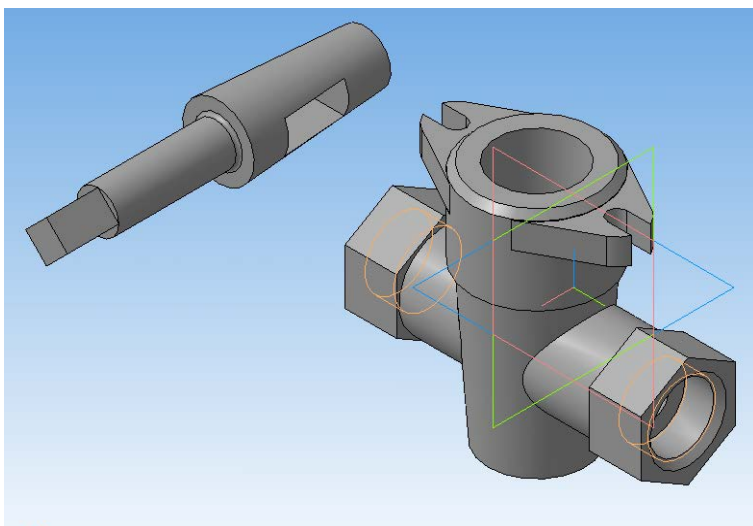


Рис.5. Встановлення пробки в корпус.

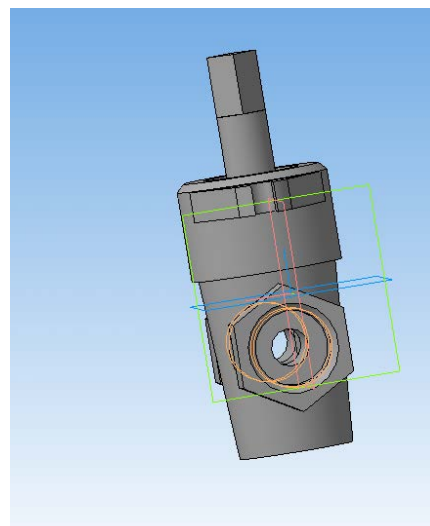


Рис. 6. Пробка в корпусі.

Щоб щільно заповнити проміжок між кришкою та кільцем, набивка конструюється одразу у документі *«Сборка»*.

Модель створеної складальної одиниці «Кран» наведена на рис. 7. На основі цієї моделі напівавтоматично отримано складальний кресленик (рис. 8). Зображення виробу з'являються автоматично при вставці стандартних зображень в кресленик. Далі необхідно виконати корисні розрізи, для цього у системі КОМПАС передбачено автоматичне створення місцевих розрізів на основі моделі складальної одиниці. На кресленку показані фронтальний та профільний розрізи у з'єднанні з відповідними видами. Нанесені необхідні розміри. Проставлені номери позицій, які генеруються системою в порядку зростання. Номер позиції КОМПАС дозволяє автоматично вирівнювати по горизонталі чи вертикалі.

Для більшої наочності складальний кресленик був доповнений аксонометричним зображенням складальної одиниці, яке автоматично створюється системою «КОМПАС».

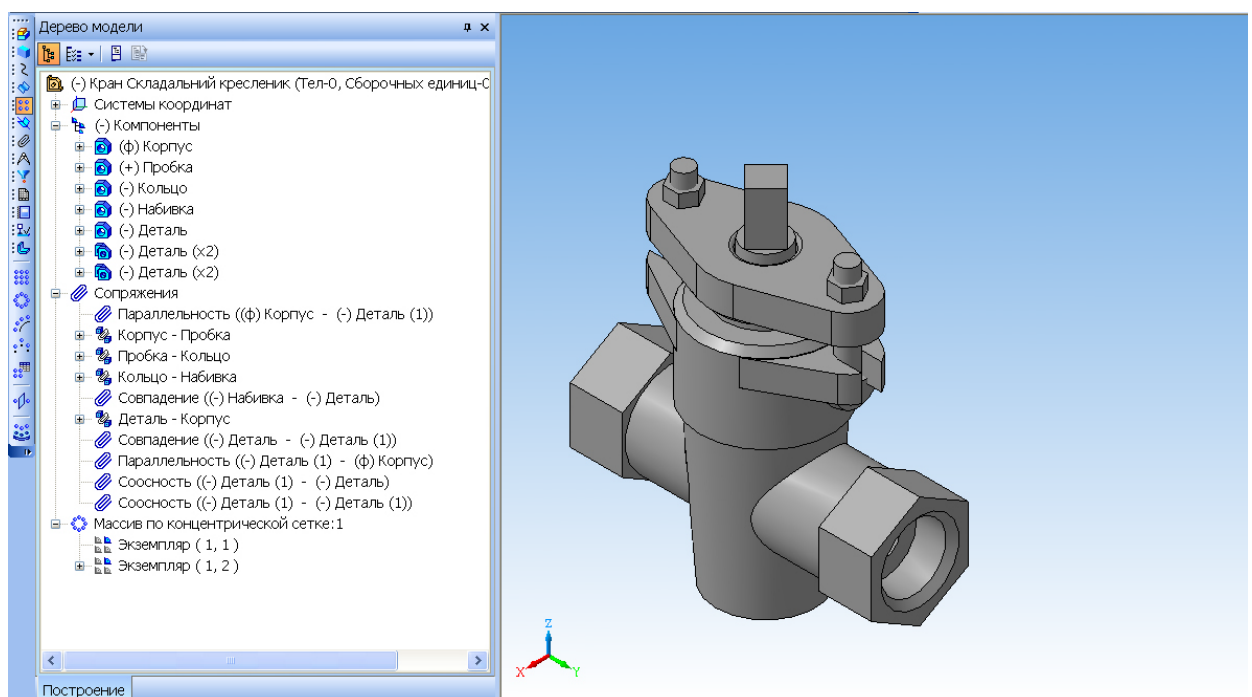


Рис.7. Модель складальної одиниці «Кран».

У документі «Сборка» є можливість накопичувати інформацію про складені компоненти виробу для послідовного застосування їх при напівавтоматичному складанні документу специфікації. Для цього виділяють в дереві моделі деталь та заносять її дані в окремому вікні підпорядкованого режиму специфікації, а потім до файлу моделі складальної одиниці підключають файл специфікації. Вся зібрана інформація про компоненти автоматично передається у специфікацію.

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ГРАННИХ ПОВЕРХОНЬ ПЛОЩИНОЮ

Лазарєв Є.С., студент,
Мартиненко Г.С., асистент,
Гетьман О.Г., к.т.н.

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

Анотація – розглядаються можливі варіанти побудови лінії перетину гранних поверхонь площиною, як тривіальні, так і такі, що знаходяться поза навчальними програмами Національного технічного університету України «КПІ імені Ігоря Сікорського»

Ключові слова – перетин, площини-посередники, поверхні, метод заміни площин проекцій, косокутне проєкціювання, споріднена відповідність.

Постановка проблеми. В теперішній час, коли згідно з навчальними програмами університету вивчення питання побудови лінії перетину поверхонь обмежено декількома варіантами, неабиякий інтерес для здібних студентів викликає розгляд додаткових розділів цієї теми.

Аналіз останніх досліджень. Визначення лінії перетину гранних поверхонь площиною при вивченні курсу обмежується, як правило, методом знаходження точок перетину ребер заданої поверхні площиною та методами перетворення кресленика. Але в деяких випадках при розв’язанні технічних задач цього буває недостатньо. Тому певний інтерес викликають інші варіанти побудови, які не розглядаються на аудиторних заняттях.

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 визначення лінії перетину поверхонь також підпорядковується цій цілі.

Основна частина. При визначенні лінії перетину поверхонь багатогранників найбільший інтерес представляють випадки, коли грані цих поверхонь та січні площини займають загальне положення.

В результаті перетину граней багатогранника із січною площиною утворюється плоский багатокутник, кількість вершин якого дорівнює кількості ребер, що перетинаються січною площиною.

Розглянемо приклади розв’язання таких задач.

На рис.1 наведено перетин трикутної похилої піраміди площиною загального положення $\Sigma (h_0 \cap f_0)$. Трикутник $\triangle MNP$ – це фігура перетину

піраміди заданою площиною. Для отримання фігури перерізу скористуємося алгоритмом розв'язання задачі за допомогою знаходження точки перетину прямої з площиною [1]. Вершини трикутника перерізу M , N , та P знайдені як точки перетину ребер SA , SB та SC із площиною Σ . З цією метою через кожне ребро проведена допоміжна фронтально-проекціююча площина (Δ , Ω , Θ), побудована лінія її перетину із заданою площиною Σ і в перетині ребра з лінією перерізу знайдена точка перетину ребра із площиною Θ . Так, наприклад, точка M знайдена на перетині ребра AS з прямою 1-2, по якій площина Σ перетинається із допоміжною фронтально-проекціюючою площиною Σ , що проведена через ребро AS .

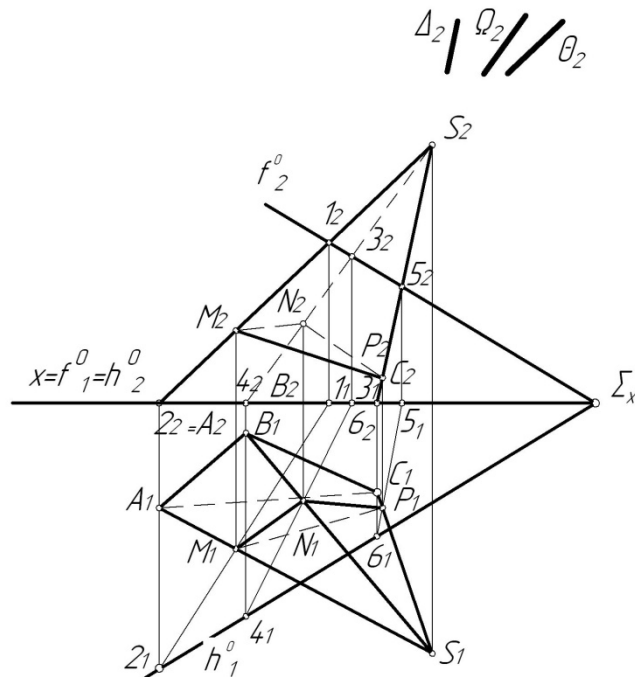


Рис. 1. Визначення лінії перетину методом допоміжних січних площин.

З'єднуємо точки M , N , та P , отримуємо трикутник перерізу та визначаємо його видимість.

На рис.2 наведено розв'язання задачі перетину трикутної похилої піраміди площиною Σ ($h_0 \cap f_0$). загального положення методом заміни площин проекцій. При цьому січну площину загального положення Σ перетворюють на проекціюючу у новій системі площин проекцій Π_1/Π_4 , і, таким чином, на новій площині проекцій Π_4 легко визначаються точки M , N , та P перетину ребер піраміди із заданою площиною Σ . Вершини трикутника перерізу в заданій системі площин проекцій Π_2/Π_1 знаходяться із умови належності точок трикутника перерізу відповідним ребрам піраміди [2, 5].

На рис.3 наведена побудова перерізу похилої трикутної піраміди площиною загального положення Σ ($h_0 \cap f_0$) методом косокутного проєкціювання [3]. Площина Σ та піраміда проєкціюються на площину

проекцій Π_2 за напрямком, що паралельний горизонтальному сліду h_1^0 заданої площини. Площина при такому розташуванні напрямку косокутного проєкціювання буде проєкціюватися на фронтальну площину проєкцій Π_2 у слід-проєкцію, що співпадає із прямою f_2^0 , а піраміда буде зображена на цій площині проєкцій $S'_2A'_2B'_2C'_2$ (на рис.3 показана штрих-пунктиром).

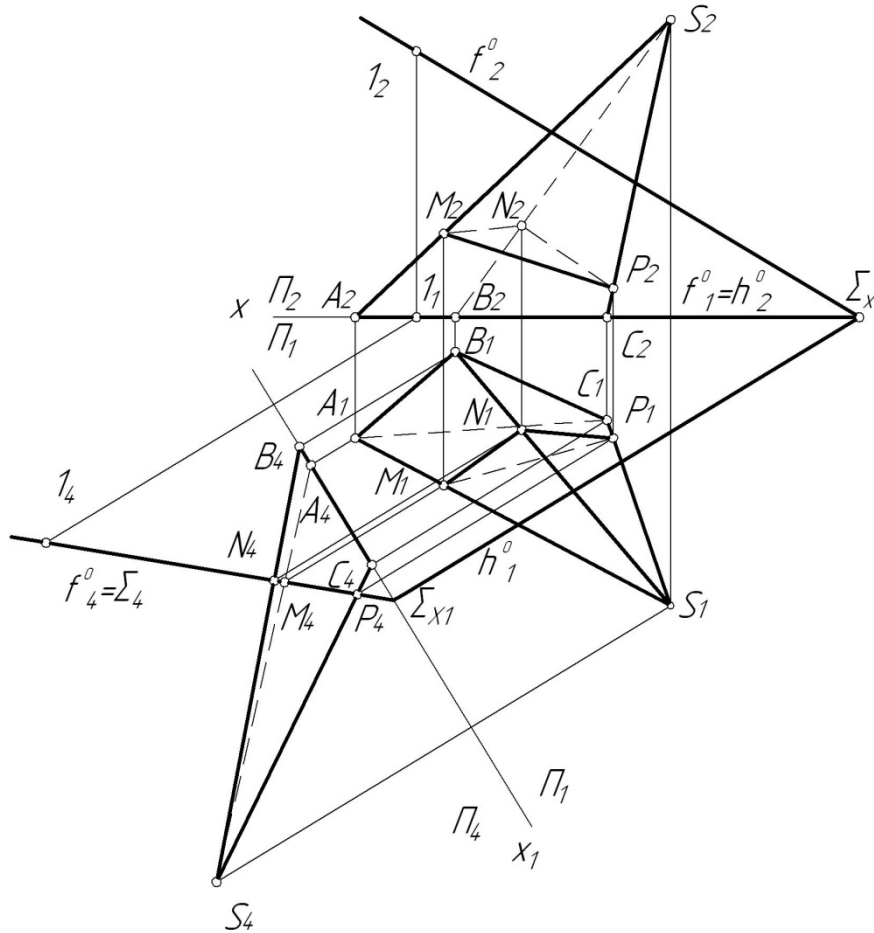


Рис. 2. Визначення лінії перетину методом заміни площин проєкцій.

Точки K' , L' та M' перетину косокутних проєкцій бокових ребер піраміди зі слідом-проєкцією Σ ($\Sigma'_2 = f_2^0$) визначають вершини трикутника K , L та M , за яким площина Σ перетинається з пірамідою. Зворотнім проєкціюванням знаходимо спочатку фронтальні проєкції точок K_2 , L_2 та M_2 , а потім за лініями зв'язку, виходячи із умови належності точок прямим – горизонтальні проєкції вершин трикутника перерізу K_1 , L_1 та M_1 .

Відомо, що між проєкцією плоскої фігури та самою фігурою існує відповідність, що називається спорідненою і що споріднена відповідність існує також між будь-якими проєкціями цієї фігури [4].

При розв'язанні задачі, аналогічній попередній, встановлюємо споріднену відповідність між площиною Σ , в якій розташована фігура перерізу піраміди та горизонтальною проєкцією цієї фігури, для чого визначаємо вісь спорідненості та напрямок спорідненості (рис.4).

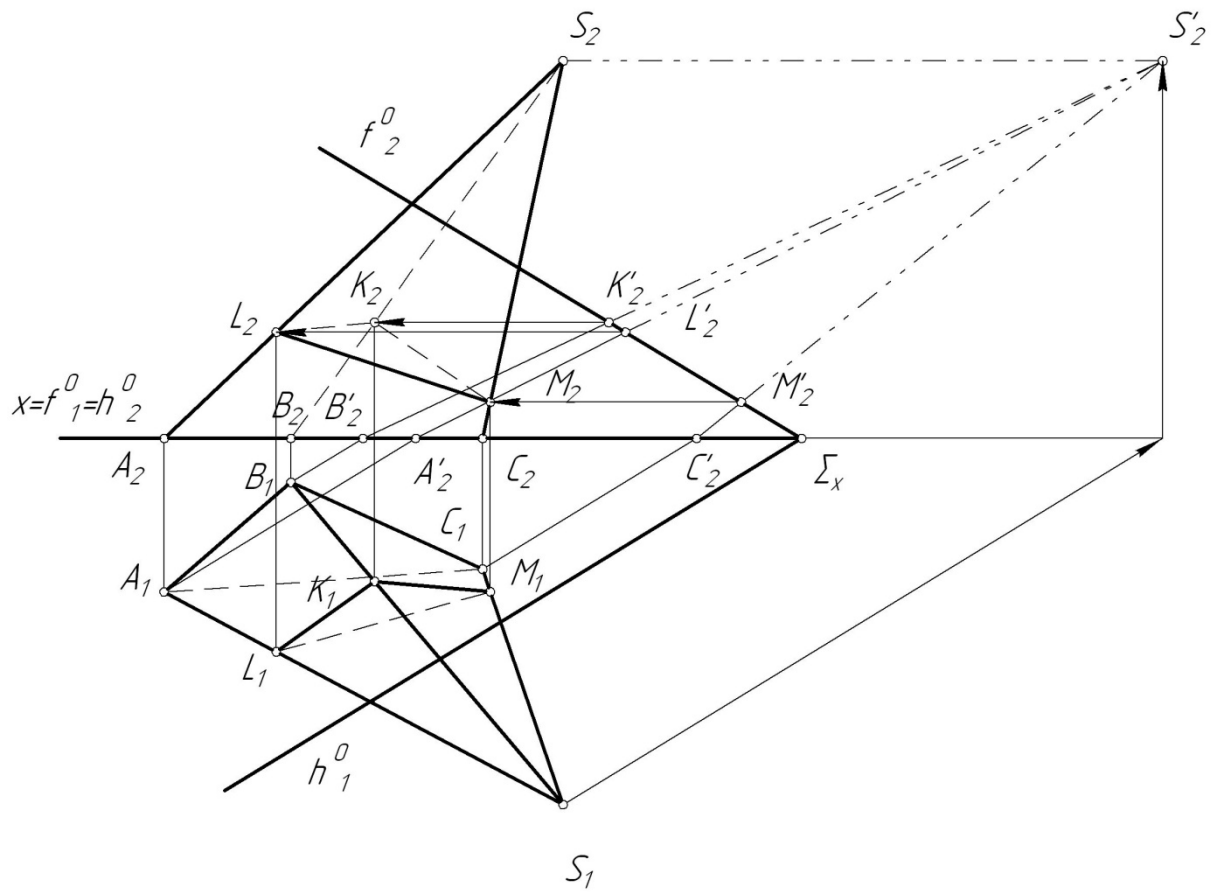


Рис. 3. Визначення лінії перетину методом косокутного проєкціювання.

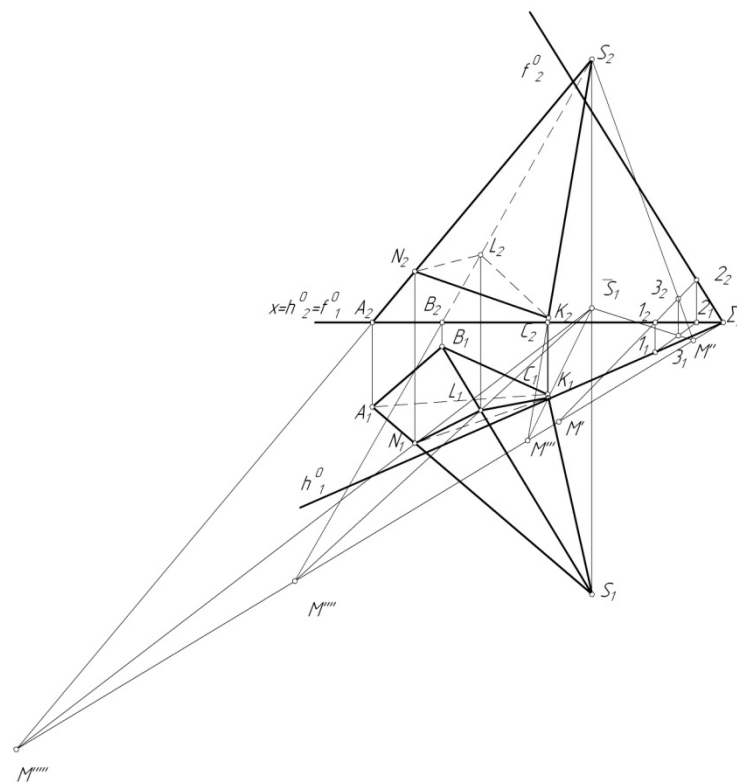


Рис. 4. Визначення лінії перетину методом спорідненої відповідності.

Для визначення напрямку спорідненості слід відшукати одну пару споріднених точок.

Першою подвійною точкою, через яку пройде вісь спорідненості, буде точка сходу слідів площини Σ_x .

Для визначення другої подвійної точки проводимо в площині Σ довільну пряму $1-2$, проекції якої 1_2-2_2 та 1_1-2_1 перетинаються у точці M' , яка сама собі відповідна. Після цього через точки Σ_x та M' проводимо вісь спорідненості. Напрямок спорідненості у цій спорідненій відповідності розташований перпендикулярно до осі проекцій Ox .

Знаходимо тепер точку S_1 , що споріднена із точкою S_2 . Для цього з'єднуємо прямою точку S_2 із проекцією 3_2 до перетину із віссю спорідненості у точці M'' . Проводячи потому пряму $M''3_1$, що споріднена із прямою S_23_2 , до її перетину з напрямком споріднення S_2S_1 , знайдемо точку $\hat{S}_1$, що споріднена із точкою S_2 .

Якщо після цього продовжити проекції бокових ребер піраміди S_2A_2 , S_2B_2 та S_2C_2 до осі спорідненості та з'єднати прямими точки M''' , M'''' та M''''' , що отримані таким чином на осі спорідненості, з точкою $\hat{S}_1$, то отримаємо прямі S_1M''' , S_1M'''' та S_1M''''' , що споріднені з прямими S_2A_2 , S_2B_2 та S_2C_2 .

На перетині прямих $\hat{S}_1M'''$, $\hat{S}_1M''''$ та $\hat{S}_1M'''''$ з горизонтальними проекціями бокових ребер піраміди S_1A_1 , S_1B_1 та S_1C_1 знайдемо горизонтальні проекції K_1 , L_1 та N_1 вершин трикутника ΔKLN , за яким піраміда $SABC$ перетинається площиною Σ . Фронтальна проекція $K_2L_2N_2$ цього трикутника будується виходячи із умови належності точок K , L та N ребрам заданої піраміди.

Висновки. Різноманітність алгоритмів побудови лінії перетину гранних поверхонь площинами загального положення надає можливість застосовувати при розв'язанні технічних задач найбільш раціональний метод в кожному конкретному випадку.

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 ВНУ, 2009. – 399с.
3. Чалый А.Т. Курс начертательной геометрии. М: Машгиз, 1962. – 276с.
4. Глаголев Н.А. Проективная геометрия. – М.: Высшая школа, 1963. – 344с.
5. Ванін В.В., Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Міхлевська Н.В. Короткий курс лекцій з інженерної графіки для студентів немеханічних спеціальностей [Електронний ресурс]: НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл : 72,1 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2013.- 44 с. Назва с екрана. Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/6764>

ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТА КОНІЧНИХ ПОСЕРЕДНИКІВ

Ятченко М.О., студент,

Гетьман О.Г., к.т.н.,

Білицька Н.В., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається можливість визначення лінії перетину двох поверхонь за допомогою циліндричних та конічних поверхонь, які застосовуються у якості посередників.

Ключові слова – перетин, площини-посередники, лінія перетину, поверхні-посередники, метод допоміжних циліндричних поверхонь, метод допоміжних конічних поверхонь.

Постановка проблеми. Існує низка задач на визначення лінії перетину поверхонь, коли застосування проєціюючих площин та сфер в якості посередників недоцільно. В деяких ситуаціях застосовуються площини загального положення [1], але і ці посередники не є універсальними. У таких випадках слід користуватися іншими методами. Вибір посередників визначається характером поверхонь, що перетинаються.

Аналіз останніх досліджень. При розв'язанні задач на перетин поверхонь необхідно ретельно аналізувати можливість застосування того чи іншого метода, щоб існувала можливість одержання точок лінії перетину за допомогою найпростіших побудов.

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 визначення лінії перетину поверхонь також підпорядковується цій цілі [2].

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

В тих випадках, коли необхідно визначити лінію перетину двох поверхонь, з яких одна є довільною поверхнею обертання, а друга – лінійчаста (циліндрична або конічна), доцільно у якості посередників застосовувати циліндричні або конічні поверхні [3].

На рис.1 ілюструється розв'язання задачі по визначенню лінії перетину поверхні еліптичного циліндра Ω та тора Δ . У цьому випадку у якості допоміжних січних поверхонь доцільно використовувати поверхні еліптичних циліндрів, осі яких паралельні до осі заданої циліндричної поверхні Ω . За напрямні цих циліндричних поверхонь приймаються кола – паралелі торової поверхні Δ .

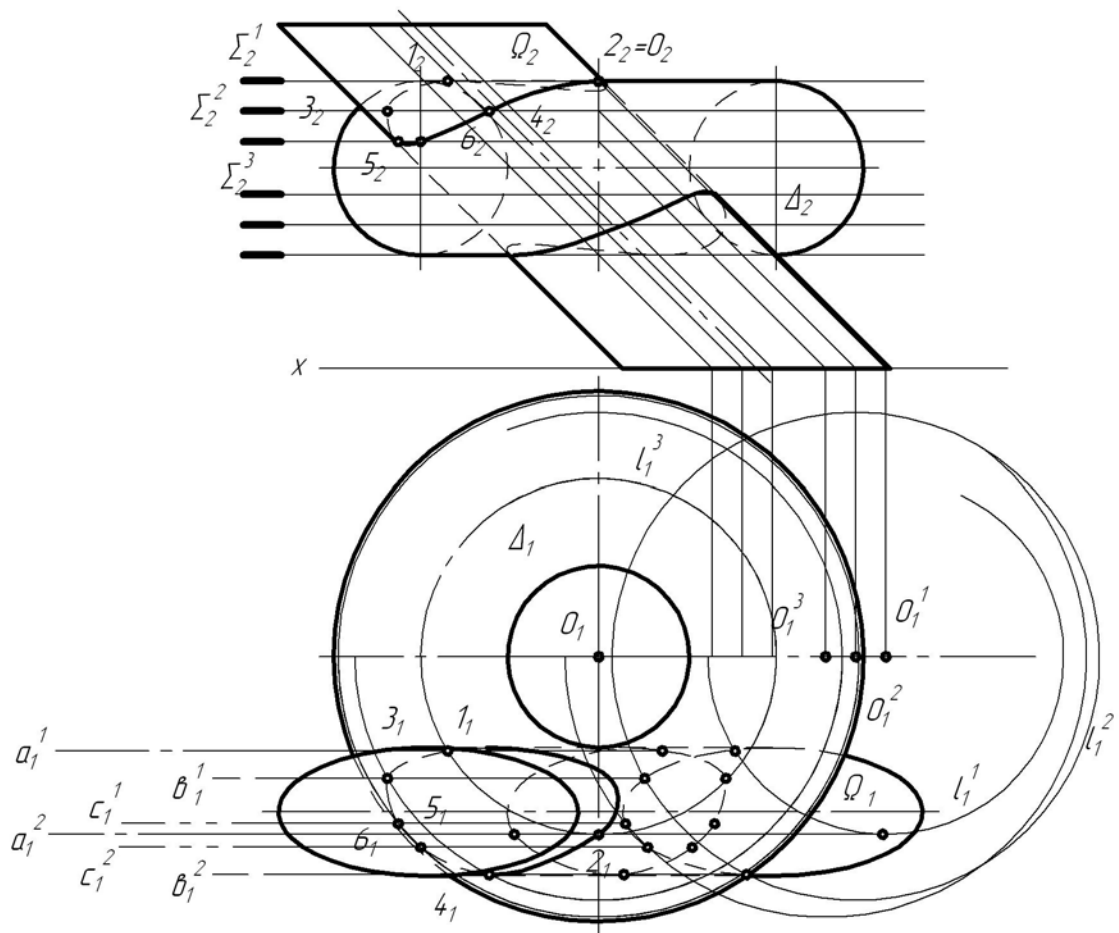


Рис. 1. Циліндричні поверхні як посередники для побудови лінії перетину поверхонь.

Визначення точок, що належать лінії перетину поверхонь Ω і Δ , відбувається таким чином:

1) перетинаємо поверхню тора допоміжними площинами Σ^1 , Σ^2 , Σ^3 , що паралельні площині Π_1 . Кола, отримані в перерізі, приймаємо за напрямні l^1 , l^2 , l^3 циліндричних поверхонь Θ^1 , Θ^2 , Θ^3 ;

2) визначаємо горизонтальні сліди цих поверхонь l_1^1 , l_1^2 , l_1^3 та позначаємо точки перетину цих слідів із горизонтальним слідом заданої циліндричної поверхні Ω_1 ;

3) через отримані точки проводимо горизонтальні проєкції прямолінійних твірних a_1^1 , a_1^2 , b_1^1 , b_1^2 , c_1^1 , c_1^2 , за якими поверхні Θ^1 , Θ^2 , Θ^3 , перетинають поверхню еліптичного циліндра Ω ;

4) точку O_1 приймаємо за центр кіл - горизонтальних проекцій ліній перетину поверхні тора площинами $\Sigma^1, \Sigma^2, \Sigma^3$;

5) позначаємо точки **1, 2, 3, 4, 5, 6** перетину цих кіл із відповідними прямолінійними твірними поверхні еліптичного циліндра Ω .

Застосування такого алгоритму надає можливість провести будь-яку кількість допоміжних циліндричних поверхонь та за їх допомогою визначити достатню кількість точок, що необхідні для побудови лінії перетину поверхонь еліптичного циліндра Ω та тора Δ .

Використання для визначення лінії перетину конічних допоміжних поверхонь доцільно у тих випадках, коли одна із поверхонь, що перетинаються, є конічною.

Наприклад, якщо задані поверхня обертання та довільна конічна поверхня, то для визначення лінії їх перетину зручно користуватися допоміжними конічними поверхнями $\Theta^1, \Theta^2, \Theta^3$, вершини яких співпадають із вершиною заданої конічної поверхні, а за напрямні цих поверхонь приймаються кола, що проведені на поверхні обертання.

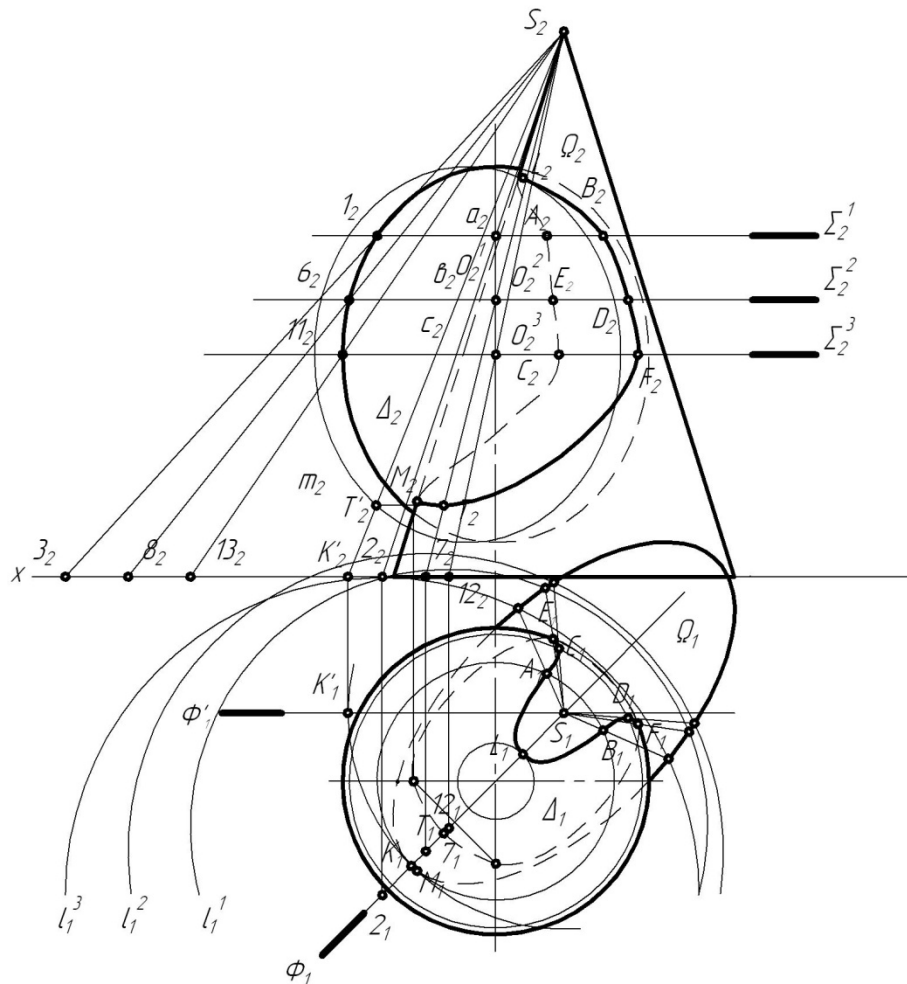


Рис. 2. Конічні поверхні як посередники для побудови лінії перетину поверхонь.

На рис.2 наведено розв'язання задачі по визначенню лінії перетину поверхні обертання Δ із довільною кінчною поверхнею Ω .

Геометричні побудови для отримання лінії перетину виконуються в наступній послідовності:

1) на поверхні обертання Δ проводимо кола a, b, c , які можна розглядати як результат перетину поверхні Δ сім'єю площин $\Sigma^1, \Sigma^2, \Sigma^3$, що паралельні площині проєкцій Π_1 ;

2) приймаємо ці кола за напрямні конічних поверхонь, з вершиною у точці S . Горизонтальними слідами цих поверхонь є кола l_1^1, l_1^2, l_1^3 , що проведені із центрів $2_1, 7_1, 12_1$ радіусами, що відповідно дорівнюють фронтальним проєкціям відрізків $2_2-3_2, 7_2-8_2, 12_2-13_2$;

3) визначаємо прямі, за якими допоміжні січні поверхні $\Theta^1, \Theta^2, \Theta^3$, перетинають задану кінчну поверхню Ω ;

4) відмічаємо точки перетину цих прямих із відповідними колами. Точки A, B, C, D, T, F належать лінії перетину заданих поверхонь.

На рис.2 показана також побудова найнижчої точки K лінії перетину. Положення цієї точки знайдено за допомогою горизонтально-проєкціюючої площини Φ , що проходить через вершину S кінчної поверхні Ω та вісь обертання поверхні Δ . Площина Φ перетне кінчну поверхню за твірною ST , а поверхню обертання – за меридіаном m . Для визначення точок перетину меридіана m з твірною ST повернемо площину Φ , якій належать ці перерізи, навколо осі, що перпендикулярна до Π_1 та проходить через вершину S конуса до положення, паралельного Π_2 . Знаходимо фронтальну проєкцію точки T'_2 , а потім T_2 . Після отримання положення T_2 визначаємо її горизонтальну проєкцію T_1 .

З'єднуємо однойменні проєкції точок, що належать лінії перетину плавною кривою, та визначаємо видимість лінії перетину заданих поверхонь.

Висновки. За допомогою наведених методів студенти отримують можливість розв'язувати більш складні задачі на перетин поверхонь та розширюють свої уявлення про діапазон застосування геометричних методів.

Бібліографічний список

1. Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Яцюк О.А. Застосування площин загального положення як посередників при розв'язанні задач на перетин поверхонь. - /Матеріали IV 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: ДІА, 2015 р. с.37-41.

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

3. Фролов С.А. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1978. – 240с.

ДО ПИТАННЯ МЕТОДИКИ ГЕОМЕТРИЧНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ГВИНТОВОГО ШНЕКА ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Юрчук В.П., д.т.н.,

Колосова О.П., к.т.н.,

Дзюнь А.М., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – пропонується методика конструювання криволінійного ножа гвинтового шнека, який має кривину таку саму як і у даного гвинтового шнека.*

***Ключові слова** – гелікоїдна поверхня, багатозахідний шнек, радіус кривини, динамічні навантаження.*

Постановка проблеми. Використання прямого ножа, встановленого на торцевих кромках гвинтового шнека гичкозбиральної машини призводить до виникнення динамічних навантажень при транспортуванні маси гички з площини поля вверх – по поверхні ножа, а далі по поверхні гвинтового шнека, як наслідок знос механічних частин та низьку якість роботи гичкозрізуючих пристроїв в цілому.

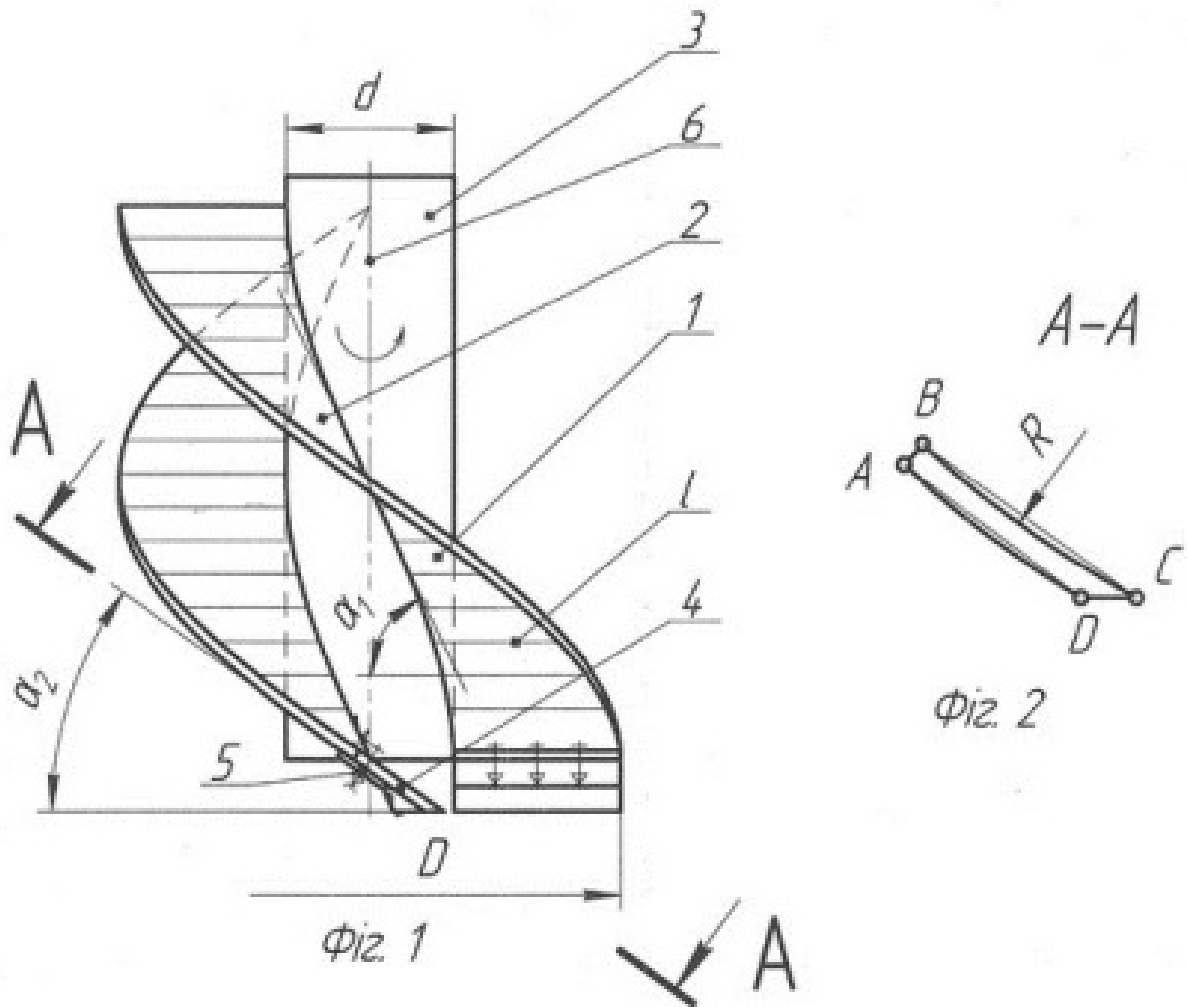
Аналіз публікацій. В наш час є велика кількість наукової і навчальної літератури присвяченої конструкціям ріжучих поверхонь, а також геометрії геліколоїдів та гвинтових поверхонь. Найбільш близькою за технічною сутністю є «Гичкозбиральна машина», яка описана в патенті на корисну модель [1].

Постановка задачі. Відповідно до сказаного вище, основним завданням є покращення якості роботи гичкозрізуючих пристроїв шляхом зменшення динамічних навантажень при транспортуванні потоку гички з поверхні поля на поверхню шнека та покращення роботи самого ножа.

Основна частина. Розглянемо мал.1, на якому схематично зображено багатозахідний шнек коренезбиральної машини, а саме, вид збоку (фіг.1) та поперечний переріз ножа А-А (фіг.2).

Багатозахідний шнек коренезбиральної машини складається з гелікоїдних гичкозрізуючих пристроїв 1, які мають заокруглення на кінцях гвинтової поверхні та на якому вертикально встановлені шнеки 2, які утворені за допомогою гвинтового переміщення твірної L і закріплених на зовнішній поверхні труби 3. Шнеки мають кут підйому α_1 гвинтової твірної, що переміщуються по поверхні труби 3. В нижній частині, за допомогою болтового з'єднання 5, кріпляться ножі 4, встановлені під кутом α_2 . У поперечному перерізі ніж виконаний ввігнутих з тією

кривиною, яка повторює кривину існуючого шнека, це криві BC і AD з радіусом кривини R , зображені на поперечному перерізі А-А (фіг.2). Тобто формі ножа перед установкою на шнек необхідно надати таку кривину, як і у даного шнека.



Мал. 1 – Ніж гвинтового шнека гичкозбиральної машини

При русі машини вздовж рядків коренеплодів, які викопуються, гичкозрізаючий пристрій обертається навколо власної осі 6 і входить нижньою частиною в масу гички. Гичка, що зрізується ножом 4, направляється вгору на поверхню гвинтового шнека 2.

При використанні плоского ножа, особливо на великих шнеках, невелика частина маси гички рухається по траєкторії близької до прямої лінії, після цього при зіткненні з ріжучою частиною поверхні з масою гички траєкторія змінюється на гвинтову. Саме в цій точці частина кінетичної енергії деякої маси гички, що рухається з поверхні ножа зменшується об поверхню гвинтового шнека, утворюючи динамічне навантаження і як наслідок – механічне руйнування поверхні ножа, вібрації, накопичення та нерівномірний рух маси гички в цій зоні.

Так як кут підйому гвинтової твірної l змінюється в залежності від діаметра твірного циліндра гвинтового шнека від α_1 до α_2 , то під яким би кутом не встановлювати плоский ніж, зазначені зони динамічних

навантажень виникатимуть на стику плоского ножа з шнеком, тобто місце стику є концентратором механічної напруги.

Слід зазначити, що процес руйнування прискорюється ще тим, що в даних місцях на ножі існують отвори для кріплення ножа на самому шнеку та на центральному валу.

При використанні ножів з кривиною, які повторюють кривину даного шнека, маса гички одразу починає рухатись по траєкторії гвинтової лінії, місце стику не піддається динамічним навантаженням, як на існуючих плоских ножах, де відповідні динамічні навантаження сприяють їх швидкому зносу та виходу із ладу.

Таке виконання шнека дозволяє всьому потоку маси гички плавно змінювати свій напрямок, що значно зменшить динамічні навантаження, які при значній врожайності і при великих обертах досягнуть високих значень і створюють великі вібраційні процеси гичкозбиральної машини.

Висновки: використання сучаснішого конструктивного рішення дозволить: 1) збільшити технологічну і технічну надійність гичкозрізуючого пристрою; 2) зменшити її динамічні навантаження, а відповідно збільшити якість роботи всієї гичкозбиральної машини; 3) особливо це є важливим при роботі на великих обертах і при високій врожайності.

Бібліографічний список

1. Гичкозбиральна машина, Патент №28385, Україна, МПК А01D 23/02, 2007р.
2. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании на производстве. – М. Мир, 1982. – 304с.
3. Загородний А.Ф., Кравчук В.И., Юрчук В.П. Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборных машин – Киев: Аграрна наука, 2004.-240с.

ЗМІСТ

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Павлов А.П., Ванін В.В. 4

ОСОБЛИВОСТІ ПАТЕНТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ЯК ВИНАХОДІВ ЧИ КОРИСНИХ МОДЕЛЕЙ

Ванін В.В., Колосов О.Є., Назаренко І.І., Пащенко Є.О. 6

АЛГОРИТМ ФОРМУВАННЯ МОДЕЛЕЙ БАГАТОФАКТОРНИХ ПРОЦЕСІВ КОМПОЗИЦІЙНОГО МЕТОДУ

Адоньєв Є.О., Верещага В.М., Найдиш А.В. 12

ДО ПИТАННЯ ПРО НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ ПРИ ДЕТАЛЮВАННІ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНИКІВ

Бакалова В.М., Баскова Г.В., Бараш Р.В. 19

ДО ПИТАННЯ НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА РОБОЧИХ КРЕСЛЕНИКАХ І ЕСКІЗАХ ДЕТАЛЕЙ

Бакалова В.М., Баскова Г.В., Бараш Р.В. 23

КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ТЕМИ “РОЗРІЗИ СКЛАДНІ”

Бакалова В.М., Баскова Г.В., Стеблецький І.М. 27

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З КУРСУ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

Баскова Г.В., Коваль Г.М., Іванов М.Д. 31

ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ДОСЯГНЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ

Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Мартиненко Г.С. 37

ОЛІМПІАДА ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЗАЦІКАВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Білицька Н. В., Коваль Г. М., Бережнюк М. М. 41

МОДЕЛЮВАННЯ КОРАБЕЛЬНИХ КРИВИХ У НАТУРАЛЬНІЙ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ З ЛІНІЙНИМ ЗАКОНОМ РОЗПОДІЛУ КРИВИНИ

Борисенко В.Д., Устенко А.С. 46

ВИДЫ И ПРИЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОЙ САРТСНА Боровик И.В., Финогенов А.Д., Яблонский П.Н.	51
ПСИХО-ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ Ванін В.В., Гнітецька Г.О.	56
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ БУНКЕРА ДЛЯ КАРТОПЛІ Василів П.А., Хмельовський А.М.	59
ПОВЕРХНІ ДРУГОГО ПОРЯДКУУ ПОВСЯКДЕННОМУ ЖИТТІ Вахнова Н.С., Яблонський П.М.	61
ОГЛЯД ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ Ветохін В.І.	65
ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМИ ҐРУНТООБРОБНОГО ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНА Ветохін В.І., Жук О.Ф.	71
СКЛАДНІ ТЕХНІЧНІ ВИРОБИ ЯК ОБ'ЄКТИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ПРОТЯЗІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ Вірченко Г.А. д.т.н., Незенко А.Й.	75
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ДРОТУ Вознюк Т.А., Лагодзінський І.М.	79
БЕЗГРЕБЕЛЬНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ З СЕКЦІОНОВАНИМ КОЛЕСОМ З ЛОПАТЯМИ Вознюк Т. А., Лебедева О. О., Півень Н. В., Пурденко Є. П.	82
ДОСЛІДЖЕННЯ УТВОРЕННЯ ПРОЦЕСУ СКЛЕПІННЯ ПІД ЧАС ПАКУВАННЯ МАТЕРІАЛУ Глінський Є.М., Коваленко І.В., Гожій С.П.	87
ЕЛЕКТРОННА ІНТЕРАКТИВНА ДИДАКТИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ НАРИСНІЙ ГЕОМЕТРІЇ ТА ІНЖЕНЕРНІЙ ГРАФІЦІ Гнітецька Т.В.	91

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ БУРИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СВЕРДЛОВИН Гонтаренко Ю.О., Воробйов О.М., Голова О.О. Лазарчук-Воробйова Ю.В.	94
ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОЛІМОРФНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗАЛІЗА Гумен О.М., Віхманов В.І.	97
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕЛОСИПЕДНОЇ ВИЛКИ «GARK STORM» З ДОПОМОГОЮ 3D- МОДЕЛЮВАННЯ Гумен О.М., Заярний Д.В.	101
АНАЛІЗ РОБОТИ ГІДРАВЛІЧНОГО ДРОСЕЛЯ НА ОСНОВІ БІМЕТАЛЕВОГО ПРИВОДУ Довгополий М. М, Ночніченко І.В.	105
ПРОЦЕС ЗАСТОСУВАННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НОВОГО ДИДАКТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ Дубовик Л.С., Болдирєва Л. В., Демиденко В.В., Нечипорчук В.С.	110
МОДЕЛЮВАННЯ ЕКЗОСКЕЛЕТУ СТОПОГОМІЛКИ ТА СТЕГНА Залевська О. В., Воробйов О. М., Мневєць А. В.	113
ОСОБЛИВОСТІ БІОЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОТЕЗІВ РУК ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ Забіло Я.С., Воробйов О.М., Голова О.О., Лазарчук-Воробйова Ю.В.	118
УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ Збронський О.Г., Голова О.О., Бакалова В.М., Юрчук В.П.	122
ПОКРАЩЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ КОНСТРУКЦІЇ РОТАЦІЙНОГО ПЛУГА Ковальов Р.В., Колосова О.П., Юрчук В.П.	124
УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ЛЕМЕХА ДЛЯ РИХЛЕННЯ ҐРУНТУ Ковальчук В.П., Парахіна. Н.А., Юрчук В.П.	128
ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГИЧКОРІЗА ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ НОЖА ПАРАБОЛІЧНОЇ ФОРМИ Козловський А.Г., Бакалова В.М., Юрчук В.П.	131

ВИКОРИСТАННЯ АНІМАЦІЇ В КОМПАС 3D ДЛЯ АКТИВІЗАЦІЇ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ Коломийчук Н. М., Цицюра А. С.	134
НОВІ МОЖЛИВОСТІ КОМПАС 3D V16 ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОЗГОРТOK ПОВЕРХОНЬ І АКТИВІЗАЦІЇ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ Коломийчук Н. М., Цицюра А. С.	138
НАУКОВІ ЗАСАДИ РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ВИРОБІВ З ТРАДИЦІЙНИХ ТА НАНОМОДИФІКОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ Колосов О.Є.	142
ВЛАСТИВОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ОДЕРЖАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ РОБОТИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ Колосов О.Є., Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Івіцький І.І., Куриленко В.М.	146
ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ Колосова О.П.	152
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ВІЗКІВ ЗАВДЯКИ КОЛИВАННЯМ ПРИЄДНАНИХ МАЯТНИКІВ Куценко Л. М., Сухарькова О. І.	157
ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ У ВИКЛАДАННІ ТЕМИ «ДЕТАЛЮВАННЯ» Лисичина С.В., Воробйов О.М., Голова О.М., Лазарчук-Воробйова Ю.В.	164
ЗАСТОСУВАННЯ СЕРЕДОВИЩА ПРОГРАМУВАННЯ DELPHI ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ ПРУЖНОГО МАЯТНИКА Луданов Д.К., Андрійчук В.Л.	167

ВИКОРИСТАННЯ DELPHI ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ СВІТЛА В ТОНКИХ ПЛІВКАХ Луданов Д.К., Несіна Л.Р.	169
МОДЕЛЮВАННЯ В DELPHI КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ: ЗАДАЧА ПРО ВИНИКНЕННЯ СТОЯЧОЇ ХВИЛІ Луданов Д.К., Семенюк О.В.	172
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗРОБЛЕННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ Лясковська Соломія, Сініцин Андрій	175
ПРОГРАМОВАНІЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ Макаренко М. Г, Гожій С.П., Юрчук В. П.	180
АКТИВІЗАЦІЯ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ НА ПРИКЛАДІ ПОБУДОВИ РОЗГОРТОК ПОВЕРХОНЬ Міхлевська Н.В., Бардовський Б.О.	185
СПОСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ФОРМ 3D- МОДЕЛІ В СЕРЕДОВИЩІ AUTOCAD Надкернична Т.М., Бакалова В.М., Осіпов Р.О., Євзютін П.Ю.	189
ГРАФІЧНА ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ НА ОСНОВІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ФІРМИ AUTODESK Надкернична Т.М., Півень Н.В.	192
ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ БЛОКІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ Надкернична Т.М., Півень Н.В., Алдохін М.	195
ОБЛАШТУВАННЯ СПУСКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ У ПОЖЕЖНИХ ЧАСТИНАХ Небелюк В.І., Мартин Є.В.	198
ЗГИНАННЯ ПЛОСКИХ ІЗОМЕТРИЧНИХ СІТОК В ЦИЛІНДРИЧНІ ПОВЕРХНІ З НАПЕРЕД ЗАДАНИМИ ОРТОГОНАЛЬНИМИ ПЕРЕРІЗАМИ В НАТУРАЛЬНІЙ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ Несвідоміна О.В.	202

РОЛЬ ФОРМИ ТА КОЛЬОРУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ХАРАКТЕРИСТИК ІНТЕР'ЄРУ Парахіна Н.А., Никончук Р.С.	206
СПОСІБ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР Півень Н.В., Ветохін В.І., Грубич М.В.	210
МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОГІДРОЦИКЛОНА З УРАХУВАННЯМ КВАЗІГВИНТОВОЇ ПОВЕРХНІ Подкоритов А.М., Ісмаїлова Н.П., Маковкіна Т.С.	213
ОСНОВНІ ГЕОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ ОДЕРЖАННЯ СПРЯЖЕНИХ КІНЕМАТИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ Подкоритов А.М., Яблонський П.М., Макаренко М.Г., Вознюк Т.А.	217
ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ЗАВДАНЬ ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЮ З КУРСУ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА» ЗА ТЕМОЮ «ПЛОЩИНА» Подима Г.С., Горбатенко Д.В.	221
ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ЕПЮРНИХ ЗАВДАНЬ З КУРСУ “НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ” В СУЧАСНИХ УМОВАХ Попов С., Овсієнко Л.Г., Залевський С.В.	225
ВИКОРИСТАННЯ АНІМАЦІЇ У ПРОСТОРОВОМУ МОДЕЛЮВАННІ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ Рижавський К.Є., Мартин Є.В., Придатко О.В.	228
ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ ЗА ТЕМОЮ «РОЗГОРТКИ» Самофал К.І., Овсієнко Л.Г., Залевський С.В.	232
ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ У ПІДГОТОВЦІ СПЕЦІАЛІСТІВ ТЕХНІЧНИХ НАПРЯМКІВ У ВИЩІЙ ШКОЛІ Свідрак І.Г., Баранецька О.Р. , Шевчук А.О.	237
ОГЛЯД ВИДІВ СУЧАСНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ Селіна І.Б., Андрієнко Ю. Є.	242

ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ДЕФОРМУЮЧОГО ПУАНСОНУ НА ПАРАМЕТРИ НАПРУЖЕНО - ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ ВІСЕСИМЕТРИЧНОМУ ВИТЯГУВАННІ	
Сопруненко В.Р., Орлюк М.В.	246
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КВАЗІЕЛІПСОЇДА З ФОКУСОМ У ВИГЛЯДІ КРИВОЇ ЛІНІЇ	
Шевченко С. М.	251
НА ШЛЯХУ ДО ТВОРЧОГО УСПІХУ: ЯК СТУДЕНТУ СТАТИ ВІНАХІДНИКОМ	
Юрчук В.П., Бакалова В.М., Козловський А.Г.	254
КОРОТКИЙ ОГЛЯД ГОЛОВНИХ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ	
Подкоритов А.М., Юрчук В.П., Яблонський П.М., Шпаченко К.О	259
3D-МОДЕЛЮВАННЯ ВУЗЛІВ РАКЕТИ «СОЮЗ У-2» У РАКЕТОМОДЕЛЮВАННІ	
Якименко В.Ю., Воробйов О.М., Голова О.О. , Лазарчук-Воробйова Ю.В.	262
ПРО ПЕРЕДАЧУ ЗОРОВОГО СПРИЙНЯТТЯ НА ПЛОЩИНІ	
Янюк Д.В. , Парахіна Н.А, Баскова Г.В.	265
АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РЕСТАВРАЦІЇ ТА ВІДТВОРЕННІ ЕЛЕМЕНТІВ АРХІТЕКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ	
Гумен О.М., Лебедева О. О.	269
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПАРАМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ СИСТЕМИ AUTOCAD 2016	
Лазарчук М.В.	275
НАЛАШТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ РОБОЧОГО ВІКНА СИСТЕМИ AUTOCAD 2016 ЗА ПОТРЕБОЮ КОРИСТУВАЧА	
Лазарчук М.В.	277
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ САМОДІЮЧОГО МОТОР-ШПИНДЕЛЯ	
Хейдарніа Г.Х.	285

**ПРОМО-САЙТ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ЗАЛУЧЕННЯ
АБІТУРІЄНТІВ**

Глібко О.А., Кириченко О. О., Куряков А.Е., Мальцев Б.О. 287

**ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ «КОМПАС» ДЛЯ СТВОРЕННЯ
ТВЕРДОТІЛЬНОЇ МОДЕЛІ СКЛАДАЛЬНОЇ ОДИНИЦІ**

Івчук І.В., Білицька Н.В., Мартиненко Г.С. 291

**ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ
ГРАННИХ ПОВЕРХОНЬ ПЛОЩИНОЮ**

Лазарєв Є.С., Мартиненко Г.С., Гетьман О.Г. 296

**ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ПОВЕРХОНЬ
ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТА КОНІЧНИХ
ПОСЕРЕДНИКІВ**

Ятченко М.О., Гетьман О.Г., Білицька Н.В. 301

**ДО ПИТАННЯ МЕТОДИКИ ГЕОМЕТРИЧНОГО
КОНСТРУЮВАННЯ ГВИНТОВОГО ШНЕКА
ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ**

Юрчук В.П., Колосова О.П., Дзюнь А. М. 305