

Табл. 3. Розрахунок максимальних значень ψ та n для канатів дослідного стенда

№ вітки	d_k , мм	погонна маса m , кг/м	$f_{\max}/\ell$	ψ	n
1	5	0,0660	0,04	156,10	9 049
2	4	0,0400	0,16	1 737,84	28 031
3	3	0,0200	0,33	4 209,51	40 214
4	2	0,0146	0,45	2 367,41	24 170

На основі проведеного аналізу результатів дослідження можна зробити такі висновки:

1. Незважаючи на те, що модель нитки є деякою абстракцією, у багатьох випадках канати підвісних систем відповідають цій моделі.
2. Запропоновано метод розрахунку критеріїв ψ (співвідношення між напруженнями згину і напруженнями розтягу) та n (коефіцієнт запасу міцності) і, на цій основі, визначено межі застосування теорії гнучких ниток.
3. Встановлено, що в реальних підвісних транспортних системах, оснащених канатами за ГОСТ 2688, здебільшого несучий елемент працює як гнучка нитка. Розроблено практичні рекомендації (отримано емпіричні залежності критичних довжини прольоту і коефіцієнта запасу міцності каната від його діаметра), які можуть бути використані при проектуванні підвісних систем.
4. Показано, що використання стендів для дослідження реальних підвісних конструкцій є недоцільним, оскільки адекватні результати для канатів за ГОСТ 2688 діаметром $d_k = 14 \dots 27$ мм отримуються при довжинах прольотів більших за 175...245 м.

Література

1. Алексеев Н.И. Статика и установившееся движение гибкой нити. – М.: Легкая индустрия, 1970. – 272 с.
2. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей. – М.: Машиностроение. 1978. – 222 с.
3. Меркин Д.Р. Введение в механику нити. – М.: Наука, 1981. – 240 с.
4. Качурин В.К. Теория висячих систем. – М.-Л.: Гостехиздат, 1962. – 224 с.
5. Тисовський Л.О., Рудько І.М. Розроблення методу розрахунку геометричних та силових параметрів несучих канатів підвісних установок// Восьмий Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Тези доповідей. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2007. – С. 171.
6. Адамовский Н.Г. Оптимальные режимы нагружения несущих канатов подвесных лесотранспортных установок с учётом приведённой жесткости системы: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.06.02/ Львовск. лесотехн. ин-ут. – Львов: ЛЛТИ, 1984. – 24 с.
7. Боднар Г.Й., Дзюба Л.Ф., Ольховий І.М., Рудько І.М. До оцінки міцності елементів підвісних канатних доріг// Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів. – 2006, № 9. – С. 98-102.
8. Патарая Д.И. Расчёт и проектирование канатных систем на примере подвесных дорог. – Тбилиси: Мецниереба, 1991. – 104 с.

УДК 515.07.8

Ст. викл. Г.М. Ланіцька; ст. викл. Г.М. Чайковська;
асист. Л.В. Салапак – НЛТУ України, м. Львів

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ НА ПОБУДОВУ

Розглядаються питання дискусійного характеру. У ній наведено методику розв'язування геометричних задач на побудову: позиційних та метричних. Пропонується прийом вибору адекватного методу розв'язання задач на побудову.

*Senior teacher G.M. Lapitska; senior teacher G.M. Tchaykovska;
assist. L.V. Salapak – NUFWT of Ukraine, L'viv*

The study of the methods of solving geometric problems for construction

This article is of a discussion character. It considers the methodology of solution of position and metric geometrical problems for construction. It suggests the procedure of choice of problems for construction solution equivalent method.

Нарисна геометрія – розділ геометрії, в якому просторові фігури (оригінали) вивчають за допомогою зображень їхніх графічних моделей на площині рисунка. Загальновідома роль технічного рисунка на виробництві, де його використовують інженери будь-якої спеціальності. Рисунок повинен нести геометричну інформацію про форму та розміри оригіналу, має бути наочним, простим і точним.

Предмет нарисної геометрії – це розроблення методів побудови та читання рисунків, розв'язання на рисунках геометричних задач, а також геометричного моделювання, тобто створення предмета чи оригіналу, що відповідав би наперед заданим умовам. Формотвірними елементами простору є основні геометричні фігури – точка, пряма та площина, з яких утворюються складніші фігури.

Науково-технічний прогрес, створення нових технологій вимагають включення до курсу нарисної геометрії нових питань, методів та задач, зокрема останнім часом у різних галузях техніки зростає застосування складних кривих поверхонь. Це призвело до необхідності вивчення та конструювання таких поверхонь каркасно-параметричним та іншими методами, в яких використовуються досягнення аналітичної та диференціальної геометрії.

У нарисній геометрії розглядають дві групи задач на побудову: позиційні та метричні. В основі таких задач лежать позиційні та метричні властивості проєкцій пар геометричних фігур. Групу позиційних задач створюють задачі: 1) на взаємний порядок геометричних фігур; 2) на взаємну належність геометричних фігур; 3) на взаємний переріз геометричних фігур.

У метричних задачах визначають форму і розміри шуканих фігур, а не їх положення.

Розв'язуючи задачі на побудову, з перших занять студентам потрібно пояснювати сутність термінів "побудувати точку", "побудувати пряму", "дано точку", "дано пряму". Точка або пряма вважається побудованою, якщо накреслено її умовне зображення. Вираз "дано точку" – означає, що точка побудована. "Дано фігуру" – означає, що фігура побудована; фігуру, яку потрібно побудувати, називають шуканою. Побудувати фігуру – це означає накреслити її, застосовуючи певні інструменти. Суть цих термінів необхідно пояснювати послідовно при розв'язуванні задач, але не завчати.

Наприклад:

- побудувати точку, позначити її буквою. Скільки точок можна побудувати на площині?
- побудувати точку і провести через неї пряму. Скільки прямих можна провести через неї? Побудувати через цю точку ще чотири прямих. Ставлячи такі питання, ми поступово привчаємо студентів до розуміння дослідження задач на побудову.
- побудувати пряму, що проходить через три дані точки. Чи завжди така задача має розв'язання?

Під час розв'язання цієї задачі корисно сказати студентам, що задачі, в яких побудуються точки, лінії або інші фігури, називаються задачами на побудову. Задача на побудову не завжди має розв'язання. На задачах такого типу студенти фактично і знайомляться з аксіомами конструктивної геометрії.

Аналіз підручників і посібників з нарисної геометрії показав, що автори використовують в основному індуктивний шлях у викладенні матеріалу, який належить до геометричних побудов. Необхідно ознайомити студентів зі загальною ідеєю геометричної побудови, запропонувати схему, за якою розв'язують задачі на побудову. Ця схема складається з чотирьох частин: аналіз, побудова, доведення, дослідження. Розкриємо їх зміст.

I. Аналіз – це підготовчий етап і водночас найбільш важливий для розв'язування задач. Метою аналізу є встановлення таких залежностей між елементами шуканої фігури і даними задачі, які давали змогу б побудувати цю фігуру. Аналіз задачі полягає в тому, що припускають її розв'язання і знаходять різні наслідки (або передумови) цього припущення, а потім, залежно від виду цих наслідків, намагаються знайти шлях пошуку розв'язання поставленої задачі.

Під час розв'язання геометричних задач на побудову до складу діяльності "аналіз" входять такі дії:

- розпізнати задачу, її вигляд і предметну область;
- оформити інформацію, що міститься у задачі так, щоб вона добре сприймалась в цілому (у вигляді схеми, геометричного образу); виділити дане і шукане;
- перевірити вимоги визначеності шуканого об'єкта: знайти число елементів, які визначають шукане; з'ясувати, чи є в умові достатня кількість даних для розв'язання задач; знайти та усунути зайві умови у формулюванні задачі; встановити серед даних метричні та кутові елементи; вказати елементи шуканої фігури, що дають змогу відразу здійснювати побудову і встановлювати серед них відомі і невідомі; скласти план побудови.

II. Побудова за визначеним планом.

III. Доведення того, що побудована фігура задовольняє умовам задачі.

IV. Дослідження задачі, тобто виявлення питань про те, чи за будь-яких даних задача має розв'язок, а якщо має, то скільки?

Запропонована схема має згорнутий характер, її дотримувались ще у Стародавній Греції (IV-III ст. до н.е.).

Зміст загального методу розв'язання задач на побудову за допомогою циркуля та лінійки.

Виділити геометричні фігури, що подані в умові задачі, і відношення між ними.

Виділити геометричну фігуру, яку необхідно побудувати (шукана фігура).

Виділити із умови задачі, якими властивостями повинна володіти шукана фігура.

Дати означення шуканої фігури (назвати необхідні і достатні ознаки відповідного поняття).

Виділити точки, необхідні і достатні для побудови шуканої фігури (визначені точки).

Встановити достатність і недостатність даних умов для побудови шуканої фігури.

Встановити, за якими значеннями можуть бути "приховані" ті, які необхідні для побудови шуканої фігури.

Вибрати знання, що будуть використані для побудови шуканої фігури, і пояснити доцільність такого вибору.

Встановити можливість побудови шуканої фігури за даними умовами задачі:

- а) чи взагалі можлива побудова за даних умов?
- б) чи являється вибраний спосіб розв'язування задач єдиним, чи можливо декілька розв'язань?
- в) які із раніше відомих задач на побудову можуть бути використані як проміжні побудови?
- г) до якої із раніше вивчених задач на побудову може бути зведена дана задача?

Вибрати спосіб побудови кожної з визначених точок шуканої фігури: переріз або двох прямих, або прямої і кола, або двох кіл.

Побудувати кожну з визначальних точок шуканої фігури і за ними фігуру в цілому. Довести, що побудована фігура задовольняє умові задачі.

Запропонований прийом включає загальні базові дії. Природно, що під час розв'язання конкретних задач деякі з цих компонентів будуть опускатись.

Використання загального способу розв'язання задач на побудову дає змогу навчити студентів здійснювати аналіз умови задачі, виявити знання, необхідні для побудови шуканої фігури, вибрати раціональний спосіб побудови кожної визначальної точки фігури і за ними фігури в цілому, доводити правомірність запропонованого шляху розв'язання задач. На прикладі декількох задач викладач повинен пояснити студентам зміст загального прийому, призначення кожного із компонентів і процедуру використання цього прийому. Потім організувати засвоєння змісту цього прийому відповідно до принципів діяльності теорії учення. Оволодіння загальним прийомом розв'язання задач на побудову буде сприяти розумному, свідомому і самостійному знаходженню студентами способу побудови потрібної геометричної фігури.

Розглядаючи способи розв'язування задач на побудову, як практичні способи, виділяють етапи їх формування: підготовка, ознайомлення, формування і етап вдосконалення вмінь. Спочатку викладачу необхідно виявити систему умов, на яку повинен спиратись студент, для успішного оволодіння практичними вміннями.

На основі теоретичних положень математики – геометричні місця точок, які володіють визначальними властивостями; геометричні перетворення; алгебраїчні співвідношення в геометричних фігурах, розроблена орієнтовна основа дій – вибір методу і конструювання відповідного прийому.

Даний прийом "вибір методу" сконструйований у вигляді таблиці, структурними елементами якої є: завдання, склад дій для його виконання і орієнтовна основа.

Сутність кожного методу розв'язання задач на побудову вилучена на основі науково-методичної літератури (В.М. Брадiс, І.В. Браун, О.Б. Василевський, Є.Ф. Данилова, Б. Делоне, О. Житомирський, О.П. Кісельов, І.О. Кушнір, І.В. Місюркеєв, І.Л. Нікольська, Д.М. Перепьолкін, О.В. Погорелов, В.С. Пономарьов, Л.І. Прокоп'єв, М.Ф. Четвертухін, І.Ф. Шаригін та ін.).

Прийом вибору адекватного методу розв'язання задач на побудову

Завдання	Склад дій	Орієнтовна основна
Вибрати метод розв'язання задачі на побудову	1. Визначити, чи розв'язується задача методом геометричних місць	Метод геометричних місць застосовується в тих випадках, коли шуканим (невідомим) елементом є точка, що задовольняє наступні умови: – коли задача зводиться до пошуку точки на даній лінії, площині; – коли побудова фігур зводиться до пошуку точки; – коли відомий радіус описаного кола.
	2. Визначити, чи розв'язується задача методом подібності	Метод подібності застосовується в тих випадках, коли частина умов задачі визначає форму або положення шуканої фігури, а інша частина умови – розміри: – коли для визначення фігури дана тільки одна довжина, крім неї дані тільки кути і відношення; – коли шукану фігуру потрібно розмістити належним чином стосовно до даних ліній або точок.
	3. Визначити, чи розв'язується задача методом симетрії	Метод симетрії відносно вісі застосовується в тих випадках, коли: – потрібно знайти і побудувати точки, симетричні відносно вісі; – потрібно знайти точку (точки) на прямій (прямих), щоб ламана мала найменшу довжину; – в умові задачі дана сума або різниця частин ламаної лінії.
	4. Визначити, чи розв'язується задача методом паралельного перенесення	Метод паралельного перенесення застосовується в тих випадках, коли: – дані задачі роз'єднані (знаходяться на деякій відстані, що утруднює пошук розв'язку); – дані частково входять у фігуру, що розглядається (шукану фігуру).
	5. Визначити, чи розв'язується задача методом обертання	Метод обертання навколо точки застосовують у тих випадках, коли: – дані у задачі елементи роз'єднані, належать різним геометричним об'єктам і відома градусна міра; – відома сума або різниця елементів.
	6. Визначити, чи розв'язується задача алгебраїчним методом	Алгебраїчний метод застосовується, коли шуканою величиною (величиною необхідною для побудови фігури) є відрізок (кут), який можна виразити через дані елементи

Основні задачі на побудову розбиті на такі групи:

- До першої належить побудова точки перерізу прямої з площиною, побудова лінії перерізу двох площин і побудова перерізу багатогранника площиною.
- До другої відносять побудову прямої, що проходить через точку поза даною прямою і паралельна даній:
 - побудова прямої, паралельної даній площині;
 - побудова площини, паралельної даній;
 - побудова площини, що проходить через одну з даних мимобіжних прямих і паралельна другій з них;
 - побудову прямої, що проходить через дану точку і перетинає дві дані мимобіжні прямі;
- До третьої групи належить побудова перпендикуляра до даної площини і побудова площини, перпендикулярної до даної прямої.

Розглянемо побудову перерізів у багатогранниках. Уміння розв'язувати задачі на побудову перерізів є основою вивчення майже усіх тем курсу нарисної геометрії.

Основними діями, які становлять метод побудови перерізів, є:

- знаходження точки перетину площини прямою;
- побудова лінії перетину двох площин;
- побудова прямої, паралельної до площини;
- побудова прямої, перпендикулярної до площини;
- метод внутрішнього проектування;
- комбінований метод.

Для формування навичок володіти вказаними діями потрібно мати на увазі, що у сукупності вправ повинні бути передбачені всі ситуації застосування перелічених дій.

Комп'ютеризація народного господарства, зокрема широке застосування електронно-обчислювальної техніки, дисплеїв та графопобудовувачів, показали принципову можливість виконання рисунків та графічних побудов за допомогою електронних апаратів. Проте машина може зробити тільки те, що в неї "закладе" людина. В основі комп'ютерної графіки, за допомогою якої можуть виконуватися одноманітні, рутинні, трудомісткі операції або складні розрахунки, лежать обчислювальна геометрія, системи алгоритмів, програм, використання графічних умов тощо.

Зараз цілком очевидно, що розвиватися комп'ютерна графіка, як одна з підсистем САПР, може тільки на основі широкого використання законів і правил нарисної геометрії, обчислювальної геометрії та інженерної графіки.

Література

1. Антоненко М.І. Розв'язування геометричних задач: Книжка для вчителя. – К.: Рад. шк., 1991. – 128 с.
2. Бабанський Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса.
3. Балк М.Б., Петров В.А. О математизации задач, возникающих на практике// Математика в школе. – 1986, № 2. – С. 55-57.
4. Бевз Г.П. Методика розв'язування стереометричних задач: Посібник для вчителів. – К.: Рад. шк., 1988. – 192 с.
5. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Наука, 1989. – 192 с.

УДК 621.656-83:001.2

*Проф. Є.В. Харченко, д-р техн. наук;
інж. Р.А. Ковальчук – НУ "Львівська політехніка"*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПОМПОВОГО АГРЕГАТУ БУРОВОЇ УСТАНОВКИ

Наведено методику та результати експериментального визначення динамічних навантажень у пружній ланці (пасовій передачі) помпового агрегату. Подано аналіз отриманих результатів та їх порівняння з результатами теоретичних досліджень.

Ключові слова: помповий агрегат, динаміка, перехідні процеси, експериментальні дослідження.

Prof. Ye. V. Kharchenko; eng. R. A. Kovalchuk – NU "L'vivs'ka Politekhnik"

Experimental researches of dynamics pump aggregate of the boring setting

A method and results of experimental determination of the dynamic loadings is pointed in the resilient link (to the transmission of pass) of pump aggregate. The analysis of the got results and their comparing is given to the results of theoretical researches.

Keywords: pump aggregate, dynamics, experiment, analog-digital transformer, transitional processes.