

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ОСНОВИ ТЕОРІЇ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

Методичні вказівки

до вивчення навчальної дисципліни для студентів
спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»
галузі знань 18 «Виробництво та технології»

Київ 2023

УДК 621.01

О-75

Укладач К. І. Почка, доктор технічних наук, професор

Рецензент Д. А. Паламарчук, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск К. І. Почка, доктор технічних наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри професійної освіти,
протокол № 1 від 29 серпня 2023 року.*

В авторській редакції.

Основи теорії механізмів і машин: методичні вказівки до вивчення навчальної дисципліни / уклад.: К.І. Почка. – Київ: ЦП «Компринт», 2023. – 56 с.

Подано мету та завдання вивчення дисципліни, компетентності та програмні результати, які має опанувати здобувач, зміст курсу, змістові модулі, ключові слова тем, вимоги щодо підготовки до практичних занять та самостійної підготовки, вимоги до виконання і оформлення розрахунково-графічної роботи, методи контролю та оцінювання знань студентів, тестові завдання з дисципліни, список навчально-методичного забезпечення для самостійної підготовки.

Призначено для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» Київського національного університету будівництва і архітектури.

ЗМІСТ

Загальні положення	4
Методичні рекомендації щодо підготовки і проведення практичних занять	8
Практичні заняття з навчальної дисципліни «Основи теорії механізмів і машин»	13
Методичні рекомендації щодо виконання розрахунково-графічної роботи	24
Основні питання до складання заліку з дисципліни «Основи теорії механізмів і машин»	29
Методи контролю та оцінювання знань студентів	33
Тестові завдання з дисципліни	36
Список використаних та рекомендованих джерел до навчальної дисципліни «Основи теорії механізмів і машин»	53

Загальні положення

Технічний рівень окремих галузей народного господарства країни визначається рівнем машинобудування в цілому. Провідна роль машинобудування серед інших галузей народного господарства визначається тим, що основні виробничі процеси в усіх галузях промисловості, будівництві і сільському господарстві виконують машини.

Ефективність реконструкції і темпи економічного розвитку України в вирішальній мірі залежать від машинобудування. Саме в ньому матеріалізуються основні науковотехнічні ідеї, створюються нові знаряддя праці, системи машин, які визначають прогрес в інших галузях народного господарства. Тут закладаються основи широкого виходу на принципово нові ресурсозберігаючі технології, підвищення продуктивності праці і якості продукції.

Розвиток машинобудування і засобів автоматизації забезпечує можливість автоматичної роботи окремих машин, груп машин і автоматичних ліній в цехах заводів під контролем людини.

Створення нових, більш досконалих механізмів і машин вимагає розвитку існуючих і розробки сучасних інженерних методів дослідження і проектування цих машин. У вирішенні вищезазначених задач важлива роль належить курсу «Теорія механізмів і машин», який являється складовою у вивченні питань машинобудування.

Теорія механізмів і машин – інженерна дисципліна, що викладається в технічному закладі вищої освіти. Вона є основою для вивчення спеціальних дисциплін, таких як деталі машин, підйомно-транспортні машини, машини для земляних та дорожніх робіт, машини для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій, технологія машинобудування, експлуатація та ремонт машин і обладнання. Для вивчення теорії механізмів і машин необхідні знання в першу чергу з інженерної та комп'ютерної графіки, математики, фізики та теоретичної механіки.

Дисципліна «Основи теорії механізмів і машин» вивчає основи побудови сучасних механізмів і машин, а також методи теоретичного і експериментального їх дослідження.

При вивченні курсу «Основи теорії механізмів і машин» розв'язуються дві основні задачі: аналізу та синтезу механізмів.

Аналіз механізмів полягає у вивченні методів дослідження існуючих механізмів. Наприклад, у кінематичному аналізі визначають траєкторії, швидкості і прискорення різних точок ланок механізмів. При цьому тут важливу роль відіграють головним чином методи дослідження, а не їхні результати. У подальшому методи, опановані в теорії механізмів, застосовують у спеціальних дисциплінах, де головну увагу звертають уже на результати дослідження.

Синтез механізмів є задачею зворотною аналізу, тобто при синтезі необхідно спроектувати механізм за заданими його структурними, кінематичними або динамічними властивостями. Але і в цьому випадку головну увагу приділяють саме методам синтезу, а не запроєктованим конкретним механізмам, які одержують у результаті дослідження.

Обов'язковим компонентом освітньо-професійної програми «Нафтогазова інженерія та технології» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» є навчальна дисципліна «Основи теорії механізмів і машин».

Метою викладання навчальної дисципліни «Основи теорії механізмів і машин» є ознайомлення з методами дослідження властивостей механізмів і машин, розвинення у студентів навичок проектування схем механізмів машин та обладнання.

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни «Основи теорії механізмів і машин» є:

- вивчення основних видів механізмів, їхній структурний, кінематичний та динамічний аналіз;
- вивчення загальних методів синтезу найбільш поширених механізмів;
- розвиток у студентів навичок самостійного аналізу та синтезу механізмів машин та обладнання.

**Компетентності здобувачів вищої освіти,
що формуються в результаті засвоєння навчальної дисципліни**

Код	Зміст компетентності
Інтегральна компетентність	
ІК	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі у професійній діяльності, пов'язаній з нафтогазовою галуззю
Загальні компетентності	
ЗК 1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК 6	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
Спеціальні (фахові) компетентності	
ФК 3	Здатність до використання теорій, принципів, методів і понять фундаментальних і загальноінженерних наук для професійної діяльності
ФК 7	Здатність оцінювати параметри працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах

**Програмні результати здобувачів вищої освіти,
що формуються в результаті засвоєння навчальної дисципліни**

Код	Програмні результати
РН 3	Аналізувати та розробляти елементи технологічних схем та технічних пристроїв систем буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу
РН 5	Знаходити необхідну інформацію в науковій та довідковій літературі, базах даних, Інтернет та інших джерелах, оцінювати, інтерпретувати та застосовувати цю інформацію
РН 9	Застосовувати базові поняття та методи фундаментальних і прикладних наук для розв'язання спеціалізованих задач в нафтогазовій інженерії
РН 14	Аналізувати та оцінювати технічний стан елементів технологічного обладнання нафтогазових об'єктів засобами технічного діагностування в промислових і лабораторних умовах

Навчальна дисципліна вивчається у тісному взаємозв'язку з дисциплінами «Математика», «Фізика», «Теоретична механіка» та «Інженерна та комп'ютерна графіка».

Вивчення змісту навчальної дисципліни передбачає активну самотійну роботу здобувачів вищої освіти. Її результати контролюються і оцінюються під час проведення всіх видів навчальних занять.

Під час вивчення навчальної дисципліни застосовуються такі види навчальної роботи: лекції, практичні заняття, індивідуальне завдання – розрахунково-графічна робота, консультації, залік, а також самотійна робота студентів.

Робоча програма навчальної дисципліни складається з двох модулів, кожен з яких складається з двох змістових модулів:

Модуль 1. «Структурний, кінематичний та кінетостатичний аналіз механізмів».

Змістовий модуль 1. «Структура та кінематика механізмів і машин».

Змістовий модуль 2. «Кінетостатичне дослідження механізмів».

Модуль 2. «Динаміка механізмів і машин. Синтез механізмів».

Змістовий модуль 1. «Динаміка механізмів і машин».

Змістовий модуль 2. «Синтез механізмів».

Методичні вказівки складаються з таких розділів:

1. Методичні рекомендації щодо підготовки і проведення практичних занять.

2. Практичні заняття з навчальної дисципліни «Основи теорії механізмів і машин».

3. Методичні рекомендації щодо виконання розрахунково-графічної роботи.

4. Основні питання до складання заліку з дисципліни «Основи теорії механізмів і машин».

5. Методи контролю та оцінювання знань студентів.

6. Тестові завдання з дисципліни.

7. Список використаних та рекомендованих джерел до навчальної дисципліни «Основи теорії механізмів і машин».

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДГОТОВКИ І ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Значну роль у системі вищої освіти відіграють практичні заняття. Головне їхнє завдання – закріплення, переведення у довготривалу пам'ять теоретичних знань, формування та розвиток професійних компетентностей, оволодіння апаратом наукових досліджень. Практичне заняття – це форма навчального заняття, при якому викладач організовує детальний розгляд здобувачами вищої освіти окремих теоретичних положень навчальної дисципліни й формує в них навички та уміння їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання відповідно сформульованих завдань. Перелік тем практичних занять визначається робочою програмою дисципліни. Зміст практичних занять забезпечує узгодженість нормативного та індивідуально-вибіркового компонентів навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти. Нормативний компонент виступає як зовнішній відносно здобувача вищої освіти досвід освітньої діяльності. Його носіями є відповідні матеріали (законодавчі та нормативно-правові документи, освітня програма), інформаційне забезпечення (аналітичні огляди, звіти, стандарти, монографії, статті, дисертації, підручники, посібники тощо) та діяльність суб'єктів освітнього (виробничого/навчально-виробничого) процесу. Індивідуально-вибірковий компонент є суб'єктивною програмою навчально-пізнавальної діяльності здобувача вищої освіти.

Практичні заняття можуть існувати у вигляді спеціальних, технічних і ряду інших. Особливе та надзвичайно важливе місце серед них посідають спеціальні заняття, які безпосередньо формують, розвивають і вдосконалюють майстерність. У закладах вищої освіти можна успішно організовувати та здійснювати рольові ігри, педагогічні практики, мозкові штурми, лабораторні роботи, тренування, які передбачають глибоку, всебічну і різноманітну підготовку їх учасників, уміння здійснити складні розумові дії та вимагають від них значних емоційно-вольових зусиль.

Мету практичних занять можна подати такими положеннями: закріплення знань шляхом активного повторення матеріалу лекцій, конкретизації і розширення цього матеріалу, його транспозиції на певні завдання; розвиток здатності самостійно використовувати отримані знання для виконання певних дій і отримання нових знань, навиків та умінь (професійних компетентностей); встановлення зв'язку закономірностей, формулювань, вимірювальних показників з практикою їхнього застосування; ознайомлення з науковими методами та засобами в їхньому практичному застосуванні; надбання експериментальних навиків та вмій; ознайомлення з різними методами аналізу та оцінки станів об'єкту вивчення, довідковими інформаційними матеріалами; опанування навиками та вміннями самостійного вирішення навчально-методичних та науково-практичних питань; інтеграція знань у певну систему та формування визначених компетентностей. Структура практичного заняття, як правило, може включати: інформаційно-дискусійний блок, що передбачає відпрацювання і обговорення змісту теоретичних понять, положень відповідної теми; практико-перетворювальний блок – різні види активно-інтерактивної навчально-пізнавальної діяльності, що сприяє оволодінню здобувачами вищої освіти технологічними аспектами вирішення навчальних завдань; рефлексивний блок, що передбачає роботу здобувачів вищої освіти з набутим професійним досвідом, самоідентифікацію з освоєваними професійно-особистісними позиціями, зі сформованою ситуацією взаємодії, самооцінку характеру просування в опануванні професійними компетентностями за відповідною темою; блок самоосвіти, що орієнтує на самостійне вивчення навчальних проблем, які вивчаються, з використанням як рекомендованої джерельної бази, так і ініційованої здобувачем вищої освіти.

З метою реалізації мети практичного заняття попередньо готується необхідний методичний матеріал – тести для визначення рівня оволодіння відповідними теоретичними положеннями та набір практичних завдань різного ступеня складності (репродуктивні, частково-пошукові, творчі).

Під час проведення заняття здійснюється попередній контроль знань, навичок і вмінь студентів, формулювання загальної проблеми та її обговорення, вирішення завдань та їх обговорення, розв'язування контрольних завдань, їх перевірка та оцінювання.

Основними формами організаційної роботи на практичних заняттях можуть бути: фронтальна, за якої студенти одночасно виконують певну практичну роботу – в такому разі наявний єдиний план і однакова послідовність дій для всієї групи; групова – коли студенти, поділені на підгрупи, виконують визначені за тематикою, змістом і планом практичні роботи; індивідуальна – за якої студенти виконують різні за тематикою, змістом і планом практичні роботи.

Робота над змістом навчальної теми включає опрацювання теоретичних питань, завдань, що передбачені для самостійного опрацювання, поглиблене вивчення літератури на дану тему та пошук додаткової інформації, систематизацію вивченого матеріалу, опрацювання опублікованих у фахових та інших виданнях статей, підготовка схем, таблиць, графіків, діаграм тощо. Таким чином, рекомендованою методикою організації та проведення практичного заняття може бути:

- попередня підготовка – вивчення студентами теоретичного матеріалу самостійно та ознайомлення з інструктивними матеріалами для усвідомлення завдань;

- консультування студентів з метою надання потрібної інформації для виконання завдань;

- проведення попереднього контролю як допуску до виконання конкретної практичної роботи;

- виконання студентами завдань згідно з тематикою – опрацювання, узагальнення отриманих результатів та оформлення звіту;

- контроль й оцінювання викладачем результату роботи студента.

План практичного заняття повинен узгоджуватися з відповідною спрямованістю лекційного курсу.

Порядок обліку і контролю на практичному занятті: контроль теоретичної підготовки, контроль самостійності при виконанні

практичних завдань, контроль за дотриманням правил техніки безпеки й охорони праці, охайності в роботі, контроль за виконанням звіту, оцінювання результатів навчально-пізнавальної діяльності кожного студента. Порядок контролю виконання завдань для самостійної роботи студентів: конспект опрацьованих теоретичних питань та практичних завдань.

Ефективність практичного заняття значною мірою залежить від упровадження елементів змагальності, здійснення диференційованого підходу, забезпечення прямого (планування, спеціальне конструювання завдань, контроль) і опосередкованого (вплив на мотивацію, настанови, перспективи студента) керівництва навчально-пізнавальною діяльністю.

Більш якісному проведенню практичних занять сприяє методично правильно проведений інструктаж – короткі, лаконічні та чіткі вказівки щодо виконання тих чи інших дій. Він, як правило, передує проведенню різних вправ, практичних робіт і характеризується дуже стислою формою викладання вказівок про місце, час і послідовність виконання певних практичних дій.

Вказівки до самостійної роботи студентів при підготовці до практичних занять

Робоча програма дисципліни «Основи теорії механізмів і машин», крім аудиторних занять, передбачає обов'язково самостійну роботу студентів, яка має на меті поглиблення, розширення та систематизацію вже здобутих знань, формування і розвиток творчих навичок і вмінь роботи з навчальними матеріалами, науковою літературою тощо.

У процесі самостійної роботи студенти мають формувати та розвивати такі навички та уміння:

- організації самостійної навчальної діяльності;
- конспектування літературних джерел;
- самостійної роботи в бібліотеці з каталогами, літературними джерелами, електронним фондом бібліотеки КНУБА;

- роботи з навчальною, спеціальною, навчально-методичною, науковою та науково-популярною, довідковою літературою;
- опрацювання статистичної інформації.

Кожен студент для забезпечення ефективності своєї навчальної діяльності має раціонально її організувати. У зв'язку з цим важливим є правильне складання плану своєї навчальної діяльності. Необхідно, щоб цей план був реальним, оптимальним, послідовним і системним для того, щоб його реалізація дала позитивні результати.

Студент для ефективної підготовки до практичних занять та забезпечення успішності самостійної роботи значну частину часу має виділяти для роботи в бібліотеці та читальному залі. У зв'язку з цим йому необхідно особливу увагу звертати на культуру роботи з каталогами (алфавітним і тематичним), навчитися швидко знаходити у них необхідну літературу. Суттєвою допомогою студенту може бути його власний тематичний каталог з проблем спеціальності, що суттєво впорядковує, систематизує, сприяє економії часу та сприяє ефективній навчальній діяльності. В цей каталог, як правило, входять монографії, підручники, навчальні та навчально-методичні посібники, брошури, наукові статті та методичні матеріали.

Процес читання літератури має відбуватися повільно, вдумливо, до незрозумілих проблемних питань слід обов'язково повертатися, наводити довідки, щоб усвідомити суть думки автора. Нові наукові терміни та поняття слід відразу ж з'ясувати за тлумачними словниками, енциклопедіями або спеціалізованими довідниками. У процесі роботи з літературою корисно робити виписки найважливіших думок, формулювань, окремих висловів на окремих аркушах паперу із зазначенням автора, джерела, сторінок і абзаців. Для кращого засвоєння матеріалу, розвитку творчого мислення основний зміст прочитаного доцільно формулювати та записати у вигляді тез.

Конспект є стислим викладом суті опрацьованого наукового і навчального матеріалів, тому він має бути стислим, змістовним і записаним своїми словами в змістовній формі, що сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕОРІЇ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН»

Модуль 1. «Структурний, кінематичний та кінетостатичний аналіз механізмів».

Змістовий модуль 1. «Структура та кінематика механізмів і машин».

Практичне заняття 1. Структурний аналіз механізму. Побудова плану положень механізму (2 год.).

Теоретичні питання

1. Структурний аналіз механізму з групами Ассура II класу.
2. Побудова плану положень механізму з групами Ассура II класу 1, 2 і 3 видів.

Основні поняття

Проектування нових механізмів або дослідження вже існуючих починається зі складання кінематичної схеми механізму – його графічного зображення в масштабі із застосуванням умовних позначень ланок і кінематичних пар.

Кінематична схема, виконана без масштабу, називається структурною схемою. На цих схемах ланки нумерують цифрами, а кінематичні пари – заголовними літерами латинського алфавіту.

Структурний аналіз механізму включає вирішення таких завдань:

- виявлення характеру руху ланок і видів кінематичних пар;
- визначення ступеня рухомості механізму;
- розчленування механізму на структурні групи;
- визначення класу механізму і складання формули його побудови.

Кінематичний аналіз механізму – це дослідження руху ланок за заданим законом руху ведучої ланки без врахування сил, що спричиняють цей рух, тобто розглядається рух ланок з геометричної точки зору, з урахуванням лише фактора часу.

Як відомо, будь-який рух тіла характеризується переміщенням його у просторі, швидкістю та прискоренням його точок.

Звідси й випливають основні задачі кінематичного аналізу механізмів:

1. визначення положень ланок механізму, побудова траєкторій його окремих точок і визначення переміщень ланок в процесі його руху;
2. визначення кутових швидкостей ланок та лінійних швидкостей окремих точок механізму;
3. визначення кутових прискорень ланок та лінійних прискорень окремих точок механізму.

Для розв'язання задачі побудови плану положень механізму необхідно задати кінематичну схему механізму (розміри всіх його ланок) та закон руху початкової (ведучої) ланки. У практиці інженерних розрахунків при кінематичному дослідженні механізмів, як правило, рух ведучої ланки вважають лінійним, тобто рівномірним. При кінематичному дослідженні всі ланки механізму умовно вважаються абсолютно твердими тілами, тобто розміри ланок незмінні, а зв'язки між ними ідеальні (у кінематичних парах відсутні зазори), всі ланки виготовлені абсолютно точно.

Завдання для самостійної роботи студентів

1. Опрацюйте теоретичні питання. Розкрийте зміст основних понять з теми:

- Ланка, кінематичні пари, та їхня класифікація;
- Кінематичні ланцюги та механізми, їхні структурні формули;
- Початковий механізм. Групи Ассур та їхня класифікація.

Послідовність утворення плоского механізму за Ассуром;

- Кінематичні та структурні схеми механізмів;
- Класифікація плоских механізмів;
- Задачі кінематичного аналізу механізмів;
- Визначення положень ланок механізму і траєкторій окремих точок;
- План положень механізму. Побудова графічних діаграм переміщення окремих точок і ланок механізму.

2. Питання для самостійного опрацювання:

- Порядок проведення структурного аналізу механізму;
- Графічне диференціювання діаграм переміщення.

Практичне заняття 2. Побудова планів швидкостей механізму. Побудова планів прискорень механізму (2 год.).

Теоретичні питання

1. Побудова плану швидкостей механізму з групами Ассура II класу 1, 2 і 3 видів.
2. Визначення кутових швидкостей ланок механізму.
3. Побудова плану прискорень механізму з групами Ассура II класу 1, 2 і 3 видів.
4. Визначення кутових прискорень ланок механізму.

Основні поняття

План швидкостей – графічна побудова в деякому масштабі векторів дійсних та відносних швидкостей ланок і точок механізму.

Плани швидкостей будують для окремих структурних груп Л.В. Ассура, за умови, що швидкості кінематичних пар, якими ця група приєднана до основного механізму, відомі або можуть бути легко знайдені. Швидкість внутрішньої кінематичної пари групи Л.В. Ассура визначається через відносний рух ланок цієї пари шляхом складання векторних рівнянь. Побудова плану швидкостей починається з групи Л.В. Ассура, що першою приєднується до ведучої ланки.

План прискорень – графічна побудова в деякому масштабі векторів дійсних та відносних прискорень ланок і точок механізму.

Плани прискорень, як і плани швидкостей, будуються для окремих структурних груп Л.В. Ассура за умови, що прискорення кінематичних пар, якими ця група приєднана до основного механізму, відомі або можуть бути легко знайдені. Прискорення внутрішньої кінематичної пари групи Л.В. Ассура визначається через відносний рух ланок цієї пари шляхом складання векторних рівнянь. Побудова плану прискорень починається з групи Л.В. Ассура, що першою приєднується до ведучої ланки.

Завдання для самостійної роботи студентів

1. Опрацюйте теоретичні питання. Розкрийте зміст основних понять з теми:
 - Методика побудови планів швидкостей механізмів;

- Плани швидкостей для механізму з групами Ассура II класу 2 і 3 видів;
 - Визначення кутових швидкостей ланок механізму;
 - Методика побудови планів прискорень механізмів;
 - Плани прискорень для механізму з групами Ассура II класу 2 і 3 видів;
 - Визначення кутових прискорень ланок механізму.
2. Питання для самостійного опрацювання:
- Побудова плану швидкостей механізму з групами Ассура II класу 1 виду;
 - Побудова плану прискорень механізму з групами Ассура II класу 1 виду.

Змістовий модуль 2. «Кінетостатичне дослідження механізмів».

Практичне заняття 3. Визначення сил, що діють на ланки механізму. Визначення реакцій в кінематичних парах важільного механізму. Кінетостатика ведучої ланки (2 год.).

Теоретичні питання

1. Визначення сил тяжіння ланок.
2. Визначення сил опору, що діють на ланки механізму.
3. Визначення сил інерції ланок.
4. Визначення реакцій в кінематичних парах груп II класу 2 і 3 видів.
5. Визначення реакцій в кінематичній парі ведучої ланки та зрівноважувальної сили методами кінетостатики.
6. Визначення зрівноважувальної сили за методом професора Жуковського.

Основні поняття

Задачею кінетостатичного (силового) аналізу є визначення всіх сил, що діють на ланки механізму під час його руху, а також зрівноважувальної сили або моменту.

Знання діючих сил необхідне для того, щоб провести розрахунки на міцність ланок механізму, визначити тертя і зношування в

елементах кінематичних пар, визначити необхідну потужність двигуна приводу. Маючи певні значення сил, можна побудувати механізм або машину.

Щоб визначити всі діючі сили, необхідно знати дійсний закон руху механізму. Однак на початку проектування механізмів і машин ці закони також невідомі. В зв'язку з цим розрахунки діючих сил проводяться в декілька етапів. На першому етапі законом руху механізму задаються і розв'язується перша задача динаміки. Тобто за відомим законом руху визначаються сили, що діють на ланки механізму. При цьому для розрахунку діючих сил використовується принцип Даламбера, сутність якого полягає в тому, що рухома система тіл перебуває в рівновазі в кожний момент часу під дією зовнішніх сил, із врахуванням сил інерції, тобто сил, які виникають під час руху.

В результаті такого розрахунку наближено визначаються всі сили, що діють на ланки механізму. Після цього проводиться розрахунок ланок на міцність, визначається їхня маса, а також

Завдання для самостійної роботи студентів

1. Опрацюйте теоретичні питання. Розкрийте зміст основних понять з теми:

- Задачі силового аналізу механізму;
- Сили опору, сили тяжіння ланок, сили інерції ланок;
- Зведення головного вектора і головного моменту сил інерції ланок до однієї сили;
- Методи визначення реакцій в кінематичних парах;
- Послідовність визначення реакцій в кінематичних парах методом планів;
- Визначення реакцій в кінематичних парах механізмів з групами Ассура другого класу;
- Кінетостатика ведучої ланки;
- Визначення рушійної сили методом проф. Жуковського.

2. Питання для самостійного опрацювання:

- Рушійні сили приводного механізму;
- Визначення сил інерції при поступальному, обертальному та

плоско-паралельному русі ланок;

- Визначення реакцій в кінематичних парах груп Ассур II класу I і V видів;
- Умови статичної визначеності плоских кінематичних ланцюгів;
- Теорема Жуковського про жорсткий важіль.

Модуль 2. «Динаміка механізмів і машин. Синтез механізмів».

Змістовий модуль 1. «Динаміка механізмів і машин».

Практичне заняття 4. Побудова динамічної моделі механізму. Визначення моменту інерції маховика методом Віттенбауера (2 год.).

Теоретичні питання

1. Визначення зведеного моменту інерції заданого механізму.
2. Визначення зведених моментів сил опору і рушійних сил.
3. Побудова графіків зведених моментів сил опору і рушійних сил, а також роботи цих сил.
4. Побудова графіків зведеного моменту інерції та кінетичної енергії механізму, а також діаграми Віттенбауера.
5. Визначення моменту інерції маховика і його конструктивних параметрів.

Основні поняття

У динаміці механізмів і машин механізми або машини представляються у вигляді певних мас, що здійснюють поступальний або обертальний рух з прикладеними до них зведеними силами.

Машинний агрегат вміщує в собі привідний двигун, передаточний механізм і робочу машину (робочий орган).

При проведенні силового аналізу механізмів вважається, що ведуча ланка обертається з постійною кутовою швидкістю. Як показують реальні рухи механізмів – ця кутова швидкість є змінною величиною. Зміна цієї швидкості може бути періодичною або аперіодичною.

На ділянці усталеного руху кутова швидкість ведучої ланки змінюється в межах від мінімального до максимального її значення.

При такому русі у механізмі спостерігається нерівномірність руху, яка може бути оцінена певними коефіцієнтами.

Причиною нерівномірності руху механізму є змінність у часі рушійних сил та сил опору, а також змінність зведеного моменту інерції всього механізму. При зменшенні сил опору кутова швидкість ведучої ланки зростає і навпаки – при збільшенні сил опору швидкість спадає. При збільшенні рушійних сил швидкість зростає і навпаки.

Однією із задач при динамічному дослідженні механізмів є задача зменшення коливань кутової швидкості ведучої ланки і, як наслідок, нерівномірності руху механізму. Для досягнення поставленої мети необхідно на вал ведучої ланки встановити додаткову масу. Це приведе до збільшення кінетичної енергії механізму за рахунок збільшення його зведеного моменту інерції. Збільшення кінетичної енергії механізму дає можливість її перерозподіляти. При збільшенні швидкості руху додаткова маса накопичує кінетичну енергію і не дає можливості значно збільшуватись швидкості ведучої ланки і навпаки – при зменшенні швидкості ведучої ланки додаткова маса віддає свою енергію на подолання опору, тим самим не дає можливості значно зменшуватись швидкості ведучої ланки.

Чим більша буде встановлена додаткова маса, тим менша буде різниця між максимальним та мінімальним значеннями кутової швидкості ведучої ланки. Таким чином, шляхом встановлення на вал ведучої ланки додаткової маси можна регулювати швидкість руху ведучої ланки. Ця додаткова маса називається маховим колесом або маховиком. Оскільки маховик здійснює обертальний рух, то його інерційність характеризується моментом інерції.

Для динамічного дослідження механізмів при заданому значенні коефіцієнта нерівномірності руху необхідно визначити момент інерції та геометричні параметри маховика.

Метод професора Ф. Віттенбауера базується на теоремі про зміну кінетичної енергії механізму, є графоаналітичним, тому точність його залежить від точності графічних побудов.

Завдання для самостійної роботи студентів

1. Опрацюйте теоретичні питання. Розкрийте зміст основних понять з теми:

- Перша задача динаміки машинних агрегатів;
- Визначення зведеного моменту інерції машинного агрегату;
- Визначення зведених сил (моментів) машинного агрегату;
- Рівняння руху машинного агрегату в формі кінетичної енергії;
- Побудова діаграми Віттенбауера і визначення кутової швидкості ланки зведення;
- Основні характеристики механізму, необхідні для визначення моменту інерції маховика;
- Визначення моменту інерції маховика методом професора Ф. Віттенбауера;
- Визначення параметрів маховика.

2. Питання для самостійного опрацювання:

- Друга задача динаміки машинних агрегатів;
- Режими руху механізмів;
- Рівняння руху в формі диференційних рівнянь;
- Побудова графіків зведених моментів сил опору і рушійних сил, а також роботи цих сил;
- Побудова графіків кінетичної енергії і зведеного моменту інерції механізму;
- Визначення моменту інерції маховика за способами надлишкової роботи та професора Мерцалова.

Змістовий модуль 2. «Синтез механізмів».

Практичне заняття 5. Синтез евольвентного прямозубого зубчастого зачеплення (2 год.).

Теоретичні питання

1. Визначення параметрів зубчастого зачеплення.
2. Побудова картини евольвентного зубчастого зачеплення.
3. Визначення якісних характеристик евольвентного зубчастого зачеплення.

Основні поняття

Для перетворення або передачі механічного руху у механізмах і машинах використовуються передачі. В загальному випадку передачі можуть виконувати ряд функцій: розподіляти енергію між механізмами; знижувати або підвищувати швидкість ланок; перетворювати рух (наприклад, із обертального в поступальний або навпаки); здійснювати пуск, зупинку і реверсування механізму або машини.

Використання передач здебільшого зумовлене різницею швидкостей робочих органів машин і привідних двигунів, необхідністю одним двигуном приводити в рух декілька механізмів, змінювати швидкість машини при постійній швидкості вибраного двигуна, передавати рух на значну відстань.

У процесі проектування механізмів і машин вибір виду передачі залежить від конкретних умов проектування та вимог до приводу механізму або машини. Основні вимоги до передач: надійність і необхідна довговічність; простота конструкції; компактність і невеликі габаритні розміри; малий опір руху, особливо в момент пуску двигуна; висока точність перетворення руху; можливість отримати найменшого значення зведеного до вала двигуна моменту інерції обертальних ланок; безшумність дії і висока вібростійкість, а також простота керування. При виборі виду передачі також враховуються технологічні вимоги, що висувуються до машини, наприклад, постійність передаточного відношення, коефіцієнт корисної дії, маса, точність і вартість виготовлення передачі.

Під час вивчення дисципліни «Основи теорії механізмів і машин» основна увага приділяється зубчастим передачам.

Зубчастою передачею називається триланковий механізм, у якому два рухомі зубчасті колеса утворюють із стояком обертальну нижчу кінематичну пару, а між собою – вищу кінематичну пару. У таких механізмах передача руху здійснюється механічним зачепленням – зачеплення зубів ведучого колеса за зуби веденого. Ведуче зубчасте колесо називається шестірня, ведене – зубчасте колесо.

Для побудови головного профілю зубців циліндричних зубчастих коліс, що використовуються в машинобудуванні, найчастіше застосовується евольвентний профіль. Широке викорис-

тання евольвенти при проектуванні профілів зубців пояснюється низкою важливих властивостей.

Завдання для самостійної роботи студентів

1. Опрацюйте теоретичні питання. Розкрийте зміст основних понять з теми:

- Основна теорема зачеплення;
- Терміни і визначення в теорії зубчастих зачеплень;
- Евольвента та її властивості;
- Основні параметри евольвентних коліс нарізаних рейкою;
- Якісні характеристики зубчастого зачеплення.

2. Питання для самостійного опрацювання:

- Теорема про спряженість рейки і колеса;
- Теорема про спряженість двох евольвентних коліс;
- Косозубі та шевронні евольвентні зубчасті передачі.

Практичне заняття 5. Синтез планетарного зубчастого механізму (2 год.).

Теоретичні питання

1. Визначення параметрів планетарного зубчастого механізму
2. Аналітичне визначення передаточного відношення планетарного зубчастого механізму.
3. Визначення кількості сателітів з урахуванням умов сусідства і складання.
4. Визначення передаточного відношення планетарного зубчастого механізму графічним методом.

Основні поняття

У деяких багатоланкових зубчастих передачах осі окремих коліс є рухомими. Такі зубчасті механізми з одним ступенем рухомості називаються планетарними механізмами, а з двома і більше ступенями рухомості – диференціальними механізмами, або просто диференціалами. Колеса з рухомими осями називаються планетарними або сателітами, а ланка, на якій розміщена вісь сателітів, – водилом. Зубчасті колеса з нерухомими осями обертання називаються сонячними або центральними.

Планетарні механізми широко використовуються в зубчастих редукторах як механізми для виконання складного руху робочих органів машин. Для проектування планетарного редуктора за заданою схемою та кількістю зубів його зубчастих коліс основними задачами є: визначення передаточного відношення редуктора; перевірка умови співвісності; визначення за умовою сусідства максимально-можливої кількості сателітів та уточнення їх кількості за умовою складання; побудова перерізу та картин лінійних і кутових швидкостей елементів редуктора. Перевірка умови співвісності планетарного редуктора виконується для того, щоб знати чи співпадають осі центральних коліс редуктора. Із умови сусідства визначається максимально-можлива кількість сателітів за умови, що вони не контактують між собою, тобто між сателітами є зазори. Для того, щоб планетарний редуктор міг бути зібраним і сателіти були розміщені в ньому рівномірно, тобто центральні кути між сателітами були однакові, необхідно уточнити їх кількість за умовою складання.

Завдання для самостійної роботи студентів

3. Опрацюйте теоретичні питання. Розкрийте зміст основних понять з теми:

- Розрахунок діаметрів ділільних кіл зубчастих коліс планетарного механізму;
- Аналітичне визначення передаточного відношення кожної ступені редуктора та загального передаточного відношення;
- Визначення кількості сателітів за умовою сусідства;
- Уточнення кількості сателітів за умовою складання;
- Побудова картини лінійних та кутових швидкостей елементів планетарного редуктора;
- Визначення передаточного відношення планетарного редуктора з картини кутових швидкостей.

4. Питання для самостійного опрацювання:

- Перевірка умови співвісності коліс планетарного редуктора;
- Порівняння значення передаточних відношень планетарного механізму визначених аналітично і графічно, визначення похибки.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Розрахунково-графічна робота з дисципліни «Основи теорії механізмів і машин» є самостійною роботою студентів з комплексного дослідження шарнірно-важільних механізмів, котрі являються складовими частинами спеціальних машин та технологічного обладнання для їх технічного обслуговування і ремонту.

Розрахунково-графічною роботою передбачено виконання одного аркуша формату А3 графічних побудов та пояснювальної записки, де наводяться наводяться розрахунки і пояснення до графічних побудов. У більшості випадків методи розв'язування задач графоаналітичні, тому розрахунки і графічна частина розрахунково-графічної роботи виконуються паралельно.

Перш ніж приступити до розробки чергового етапу розрахунково-графічної роботи, необхідно ознайомитися з відповідними теоретичними положеннями, прикладами розв'язування подібних задач за підручниками та навчальними посібниками.

Оформлення розрахунково-графічної роботи

Розрахунково-графічна робота складається з графічної частини – креслень і пояснювальної записки до графічної частини, в якій наводять необхідні пояснення і розрахунки.

Графічна частина розрахунково-графічної роботи виконується на аркуші формату А3 (297×420 мм) за ДСТУ EN ISO 216:2018.

Графічні побудови розрахунково-графічної роботи слід виконувати з дотриманням усіх вимог стандарту щодо виконання креслень.

Схеми механізмів і діаграми треба виконувати чітко і охайно. Осі абсцис і ординат на графіках необхідно креслити суцільними лініями (дещо товщими, ніж лінії допоміжних побудов). Отримані криві обводять лініями, товщина яких відповідає товщині контурних ліній на кресленнях, але не менше ніж 0,5 мм.

На графіках біля осей координат потрібно поставити буквенні позначення величин і одиниці вимірювання, розділені між собою комою. На кресленнях обов'язково вказують обрані масштаби побудов, до яких слід ставитись особливо уважно. Необхідно пам'ятати, що від правильності їх розрахунків безпосередньо залежить результат розв'язання тієї чи іншої задачі.

Вибираючи масштаби кінематичних схем та інших зображень, пов'язаних з аналізом механізмів, дозволяється використовувати масштаби, які відрізняються від передбачених стандартами. На кресленнях необхідно обов'язково зберігати всі допоміжні побудови, робити відповідні написи і застосовувати лише загальноприйняті позначення.

Аркуш графічної частини розрахунково-графічної роботи повинен мати в правому нижньому куті основний напис (штамп).

Пояснювальна записка виконується на одному боці аркуша формату А4 (210×297 мм) за ДСТУ EN ISO 216:2018, залишаючи ліворуч поле 25 мм (для зшивання), а праворуч – 15 мм.

Усі сторінки нумеруються у правому нижньому куті аркушу. Пояснювальна записка зшивається в обкладинці з цупкого креслярського паперу. Верхній аркуш обкладинки є титульним.

На початку пояснювальної записки розміщується зміст, вступ і завдання на розрахунково-графічну роботу. Обсяг записки наближено має становити 15-20 сторінок тексту.

У пояснювальній записці коротко і чітко викладаються всі етапи виконання розрахунково-графічної роботи і наводяться розрахунки величин, необхідних для виконання потрібних побудов. Відповідні етапи виділяються окремими підзаголовками.

Усі необхідні для розрахунку рівняння і формули записуються у загальному вигляді, потім у них підставляються числові значення і наводиться остаточний результат із наведенням одиниць вимірювання в системі *СІ*. Для розрахунків, що повторюються, результати оформлюються у вигляді таблиць значень величин, що входять до формули, і значень остаточних результатів.

Пояснення розрахунків і побудов супроводжуються ескізами і посиланнями на аркуш, де виконані ці побудови.

У кінці пояснювальної записки розрахунково-графічної роботи наводиться список використаної літератури за ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Посилаючись у тексті на літературне джерело, вказують лише порядковий номер зі списку у квадратних дужках.

Захист розрахунково-графічної роботи

Розрахунково-графічну роботу, підписану викладачем до захисту, студент захищає у термін, вказаний при видачі завдання.

Під час захисту студент повинен розкрити зміст розрахунково-графічної роботи, розповісти про призначення досліджуваного механізму, принцип його роботи і особливості розрахунку, відповісти на поставлені запитання, пояснити описання. Опитування проводиться за графічними побудовами та поясненнями до них.

Його мета – з'ясувати, наскільки глибоко студент засвоїв застосовані методи розрахунку та їх теоретичне обґрунтування. Якщо студент отримав незадовільну оцінку, він одержує нове завдання і виконує розрахунково-графічну роботу спочатку.

Завдання і порядок виконання розрахунково-графічної роботи

У процесі виконання розрахунково-графічної роботи розв'язується сукупність задач з аналізу шарнірно-важільних механізмів, котрі являються складовими частинами спеціальних машин та технологічного обладнання. У більшості випадків правильність розв'язування чергової задачі значною мірою залежить від вихідних даних, які отримують у результаті розв'язання попередньої. Тому розрахунково-графічну роботу треба виконувати в певній послідовності.

Перш ніж починати розробку того чи іншого етапу розрахунково-графічної роботи, слід чітко уявити собі постановку задачі, потім ознайомитися з прикладами розв'язування подібних задач, наведеними в навчальних посібниках, і лише після цього приступати до виконання чергового етапу. У більшості випадків

методи розв'язання задач, що зустрічаються, – графоаналітичні. Тому розрахункова і графічна частини виконуються паралельно.

Виконання розрахунково-графічної роботи починається з вивчення одержаного завдання, з'ясування призначення машини, кожного механізму і уточнення задач, які потрібно розв'язати у процесі виконання роботи.

Структурний аналіз важільного механізму

1. У пояснювальній записці розрахунково-графічної роботи побудуйте кінематичну схему заданого важільного механізму.

2. Підрахуйте кількість рухомих ланок та кінематичних пар у механізмі.

3. Встановіть клас кінематичних пар.

4. Побудуйте умовну структурну схему механізму.

5. Визначте ступінь рухомості механізму за формулою П.Л. Чебишева.

6. Позначте на схемі початкову ланку стрілкою і рочленуйте механізм на структурні групи Л.В. Ассура. Визначте клас, вид і порядок груп Л.В. Ассура.

7. Запишіть формулу побудови механізму.

8. Визначте клас механізму.

Кінематичне дослідження важільного механізму

1. Побудуйте початкове (нульове) положення механізму, коли він перебуває на початку робочого ходу, тобто в самому крайньому положенні, а також положення, яке б відповідало другому крайньому положенню робочої ланки. Виберіть одне з проміжних положень механізму (крім крайніх) та виділіть його основною (товщою) лінією.

2. Для вибраного проміжного положення механізму побудуйте план швидкостей і план прискорень.

3. Використовуючи плани швидкостей і прискорень, визначте лінійні швидкості та прискорення точок і ланок механізму, а також кутові швидкості та прискорення ланок механізму і їх напрямки. Отримані значення оформіть у вигляді таблиці.

Кінетостатичне дослідження важільного механізму

1. Побудуйте схему важільного механізму в положенні, для якого побудовані плани швидкостей та прискорень.

2. Визначте сили та моменти сил, що діють на ланки механізму в обраному положенні, включаючи сили інерції та моменти від сил інерції (силами тертя нехтуємо).

Визначаючи силу тяжіння, вважайте, що вага рівномірно розподілена по довжині ланки. Центр мас куліси розташовується посередині максимальної довжини куліси від точки обертання до центра кулісного каменя.

3. Покажіть (основними лініями) вектори сил на схемі механізму, а також напрямки кутових прискорень ланок, що здійснюють хитний або плоско-паралельний рух, та моментів сил інерції, що діють на ці ланки.

4. Для ланок, що здійснюють хитний або плоско-паралельний рух, замініть моменти сил інерції і сили інерції однією результуючою силою інерції, перенесеною з центра мас ланки в точку хитання.

5. У цьому ж положенні накресліть ще одну схему даного важільного механізму з прикладеними до його ланок силами, де сили інерції та моменти сил інерції замінені результуючою силою інерції.

6. Побудуйте жорсткий важіль М.Є. Жуковського і визначте зрівноважувальну силу на ведучій ланці для досліджуваного положення механізму.

ОСНОВНІ ПИТАННЯ ДО СКЛАДАННЯ ЗАЛІКУ З ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕОРІЇ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН»

1. Ланки механізму та їх характеристика.
2. Що таке кінематична пара?
3. Що таке кінематичний ланцюг?
4. Формула Чебишева для визначення ступеня рухомості плоского механізму.
5. Чому дорівнює номер класу плоского механізму?
6. Що таке структурна група Ассура?
7. До складу чого входять структурні групи Ассура?
8. Чим виражається склад і послідовність приєднання груп Ассура в механізмі?
9. Структурні групи Ассура II класу та їх види.
10. Формула будови механізму.
11. Основні задачі кінематичного аналізу механізмів.
12. Як визначається масштаб лінійних розмірів плану положень?
13. Як визначається масштаб кута повороту кривошипа на кінематичних діаграмах?
14. Як визначається масштаб часу на кінематичних діаграмах?
15. Як визначається масштаб плану швидкостей?
16. Як визначається масштаб плану прискорень?
17. Який напрямок має швидкість \bar{V}_A точки A кривошипа OA , який обертається навколо точки O ?
18. Яке значення має лінійна швидкість точки A кривошипа радіусом l_{OA} , що обертається з кутовою швидкістю ω ?
19. Який напрямок має швидкість \bar{V}_{BA} точки B відносно точки A шатуна AB ?
20. Яке значення має лінійне нормальне прискорення точки A кривошипа радіусом l_{OA} , що обертається з кутовою швидкістю ω ?
21. Який напрямок має нормальне прискорення \bar{W}_A^n точки A кривошипа OA , який обертається навколо точки O ?

22. Який напрямок має нормальне прискорення \overline{W}_{BA}^n точки B відносно точки A шатуна AB ?

23. Який напрямок має тангенціальне прискорення \overline{W}_{BA}^τ точки B відносно точки A шатуна AB ?

24. Як визначається напрям прискорення Кориоліса \overline{W}_{FA}^K точки F відносно точки A куліси FB ?

25. Який напрямок має нормальне прискорення \overline{W}_{BC}^n точки B відносно точки C коромисла BC ?

26. Який напрямок має тангенціальне прискорення \overline{W}_{BC}^τ точки B відносно точки C коромисла BC ?

27. Що називається кінематичними діаграмами?

28. Побудова планів швидкостей важільних механізмів.

29. Побудова планів швидкостей кулісних механізмів.

30. Як визначається кутова швидкість шатуна AB при відомій його довжині та швидкості \overline{V}_{BA} точки B відносно точки A ?

31. Як визначається кутове прискорення шатуна AB при відомій його довжині та тангенціальному прискоренні \overline{W}_{BA}^τ точки B відносно точки?

32. Для чого проводиться силовий аналіз механізмів?

33. У якій послідовності проводиться силовий аналіз механізмів?

34. Який напрямок має вектор сили тяжіння ланки?

35. Як визначається сила тяжіння ланки?

36. Який напрямок має вектор сили інерції ланки?

37. Як визначається сила інерції ланки?

38. Який напрямок має момент сил інерції ланки?

39. Як визначається момент сил інерції ланки?

40. Як визначається власний момент інерції шатуна, що проходить через його центр мас?

41. Визначити силу інерції ланки масою m , що має прискорення центра мас W_S .

42. Визначити момент сил інерції шатуна масою m і довжиною l , що має кутове прискорення ε .

43. Що називається механічними характеристиками машин?
44. Визначення загального ККД при послідовному з'єднанні механізмів?
45. Визначення загального ККД при паралельному з'єднанні механізмів?
46. З якої умови визначається зведений момент сил опору механізму?
47. З якої умови визначається зведений момент інерції механізму?
48. Методи визначення моменту інерції маховика.
49. Яким параметром характеризується маховик?
50. Параметри оцінки рівномірності руху механізмів.
51. Як визначається коефіцієнт нерівномірності руху механізму?
52. Як визначається коефіцієнт динамічності руху механізму?
53. Як визначається середнє значення кутової швидкості ведучої ланки механізму?
54. Яке призначення маховика в механізмі?
55. Види кулачкових механізмів та їх характеристика.
56. Теоретичний та практичний профілі кулачка.
57. Яким методом визначається мінімальний радіус кулачка тарілчастого кулачкового механізму?
58. Фазові кути кулачкового механізму та їх характеристика.
59. Яким методом із діаграми першої передаточної функції отримується діаграма переміщення штовхача?
60. Яким методом будується профіль кулачка?
61. Яка діаграма будується для визначення мінімального радіуса кулачка центрового кулачкового механізму з роликівим штовхачем?
62. Кут передачі руху та його значення для кулачкового механізму.
63. У якого кулачкового механізму значення кута передачі руху буде незмінним в процесі його роботи?
64. Як визначається передаточне відношення від першого зубчастого колеса до другого, що обертаються з кутовими швидкостями ω_1 та ω_2 відповідно?

65. Нульове, рівнозміщене та нерівнозміщене зачеплення.
66. Як визначається мінімальне значення коефіцієнта зміщення при мінімальній кількості зубців зубчастого колеса z_{\min} ?
67. Що таке лінія зачеплення?
68. Який кут називається кутом зачеплення?
69. Що таке крок по ділильному колу?
70. Що називається коефіцієнтом перекриття зубчастої передачі?
71. Як визначається модуль m зубчастого зачеплення двох зубчастих коліс з кількістю зубців z_1 і z_2 та кроком по ділильному колу p ?
72. Визначення параметрів циліндричного евольвентного зубчастого зачеплення.
73. Чому дорівнює ступінь рухомості планетарних зубчастих механізмів?
74. Чому дорівнює ступінь рухомості диференціальних зубчастих механізмів?
75. Аналітичне визначення передаточного відношення планетарного механізму.
76. Перевірка умови співвісності коліс планетарного редуктора.
77. Визначення кількості сателітів за умовою сусідства.
78. Уточнення кількості сателітів за умовою складання.
79. Визначення передаточного відношення планетарного зубчастого механізму графічним методом.
80. Визначення передаточного відношення кількох послідовно з'єднаних зубчастих передач?

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Контроль та оцінювання знань студентів здійснюється за методикою комплексної діагностики їхніх знань. Під час комплексного оцінювання знань студентів визначаються види робіт і критерії їх оцінювання з урахуванням особливостей навчального курсу. Критеріями оцінювання знань є:

– під час усних відповідей студентів: повнота розкриття питання; логіка викладеної та обґрунтованої власної думки, посилення на практичний досвід, результати наукових досліджень; уміння аналізувати, узагальнювати, робити порівняння та висновки;

– під час виконання письмових завдань: повнота розкриття питання; цілісність, системність, логічна послідовність, акуратність виконання роботи та літературного оформлення, наявність розрахунків, схем, малюнків, правильність тестових відповідей;

– під час здійснення пошуково-аналітичної роботи: обсяг і відповідність тематиці підбраного матеріалу; надійність та офіційність джерел інформації, обґрунтованість зроблених висновків.

Політика щодо відвідування

Здобувач, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до деканату факультету документ, який засвідчує ці причини.

За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування, наукова та науково-практична конференція (круглий стіл) тощо) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

Політика щодо академічної доброчесності

Тексти індивідуальних завдань (в тому числі у разі, коли вони виконуються у формі презентацій або в інших формах) можуть перевірятись на запозичення. Для цілей захисту індивідуального завдання оригінальність тексту має складати не менше 70%. Виключення становлять випадки зарахування публікацій здобувачів у

матеріалах наукових конференціях та інших наукових збірниках, які вже пройшли перевірку на плагіат.

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в тому числі із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

Умови допуску до підсумкового контролю

Здобувачу, який має підсумкову оцінку за дисципліну від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові завдання, визначені викладачем.

Здобувач, який не виконав вимог робочої програми по змістових модулях, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Здобувач має право на опротестування результатів контролю (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться Здобувачам до початку вивчення дисципліни.

Підсумкова оцінка виставляється з урахуванням поточної роботи студента протягом усього семестру. Враховується як відвідування занять та аудиторна робота, так і виконання індивідуального завдання та завдань для самостійного опрацювання. Оцінювання знань студентів під час поточного контролю відбувається за такими критеріями:

- правильність відповідей (правильне, чітке, достатньо глибоке викладення теоретичних завдань);
- ступінь усвідомлення програмного матеріалу й самостійність суджень;
- новизна навчальної інформації;
- рівень використання наукових (теоретичних) знань;

– вміння користуватися засвоєними теоретичними знаннями у повсякденному житті;

– відповідність студентів оцінюється також за логічністю, чіткістю, виразністю викладу навчальної літератури.

Підсумкова оцінка з дисципліни (залік)

Поточне оцінювання		Індивідуальне завдання	Залік	Сума балів
Модулі (кількість балів)				
1	2			
20	20	30	30	100

Порядок перерахунку рейтингових показників 100-бальної системи вищої школи в національну шкалу оцінювання знань і європейську шкалу ECTS

Інтервальна шкала оцінок установлює взаємозв'язки між рейтинговими показниками та шкалами оцінювання.

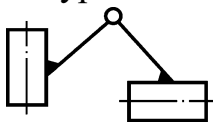
Шкала оцінювання: 100-бальна, національна та ECTS

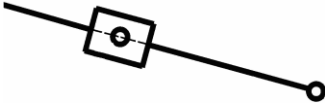
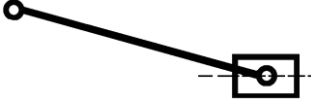
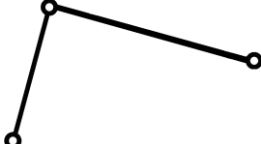
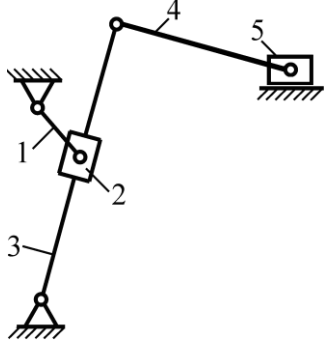
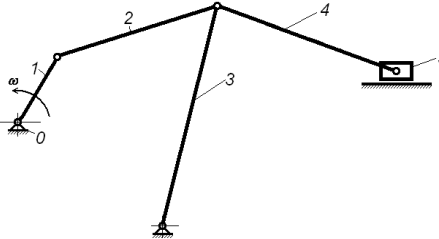
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	Зараховано
82-89	B	
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	
35-59	FX	Не зараховано з можливістю повторного складання
<u>0-34</u>	F	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

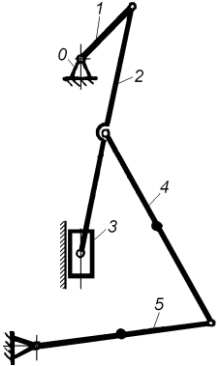
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
1. Кривошипом називається:	<p>А – ланка, яка обертається навколо нерухомої осі на кут, який більше або дорівнює 2π;</p> <p>Б – ланка з двома обертальними парами на кінцях, яка здійснює одночасно поступальні та обертальні рухи;</p> <p>В – ланка, яка рухається вздовж напрямної;</p> <p>Г – ланка, яка обертається навколо нерухомої осі на кут, який менше 2π.</p>
2. Шатуном називається:	<p>А – ланка, яка обертається навколо нерухомої осі на кут, який більше або дорівнює 2π;</p> <p>Б – ланка з двома обертальними парами на кінцях, яка здійснює одночасно поступальні та обертальні рухи;</p> <p>В – ланка, яка рухається вздовж напрямної;</p> <p>Г – ланка, яка обертається навколо нерухомої осі на кут, який менше 2π.</p>
3. Повзуном називається:	<p>А – ланка, яка обертається навколо нерухомої осі на кут, який більше або дорівнює 2π;</p> <p>Б – ланка з двома обертальними парами на кінцях, яка здійснює одночасно поступальні та обертальні рухи;</p> <p>В – ланка, яка рухається вздовж напрямної;</p> <p>Г – ланка, яка обертається навколо нерухомої осі на кут, який менше 2π.</p>
4. Кінематичною парою називається:	<p>А – рухоме з'єднання двох стичних ланок;</p> <p>Б – нерухоме з'єднання двох ланок;</p> <p>В – з'єднання двох сусідніх ланок;</p> <p>Г – жорстке з'єднання ланок.</p>
5. Кінематичним ланцюгом називається:	<p>А – група кінематичних пар;</p> <p>Б – не з'єднані між собою ланки;</p> <p>В – система ланок, з якої виключені кінематичні пари;</p> <p>Г – система ланок, з'єднаних між собою кінематичними парами.</p>

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
6. Навести формулу Чебишева для плоских механізмів.	<p>А – $W = 3n - 2p_5 - 2p_4$;</p> <p>Б – $W = 4n - 3p_5 - p_4$;</p> <p>В – $W = 3n - 2p_5 - p_4$;</p> <p>Г – $W = 3n - p_5 - p_4$.</p>
7. Номер класу плоского механізму дорівнює:	<p>А – кількості кінематичних пар, які входять до його складу;</p> <p>Б – найменшому номеру класу групи Ассура, яка входить до його складу;</p> <p>В – кількості ланок, які входять до його складу;</p> <p>Г – найбільшому номеру класу групи Ассура, яка входить до його складу.</p>
8. Структурною групою Ассура називається:	<p>А – плоский кінематичний ланцюг, ступінь рухомості якого дорівнює нулю, і він не ділиться на більш прості групи з нульовим ступенем рухомості;</p> <p>Б – плоский кінематичний ланцюг, ступінь рухомості якого дорівнює нулю, якщо його приєднати до стояка вільними елементами кінематичних пар;</p> <p>В – просторовий кінематичний ланцюг, ступінь рухомості якого дорівнює нулю;</p> <p>Г – плоский кінематичний ланцюг, який має парне число ланок.</p>
9. Структурні групи Ассура входять:	<p>А – до складу кінематичних пар;</p> <p>Б – до складу механізмів;</p> <p>В – до складу механізму I-го класу;</p> <p>Г – до складу ланок.</p>
10. Склад і послідовність приєднання груп Ассура в механізмі виражається:	<p>А – формулою Сомова-Малишева;</p> <p>Б – формулою Добровольського;</p> <p>В – формулою будови механізму;</p> <p>Г – формулою Чебишева.</p>
11. Який вид зображеної на схемі структурної групи Ассура II класу?	<p>А – третій вид;</p> <p>Б – четвертий вид;</p> <p>В – перший вид;</p> <p>Г – другий вид.</p>

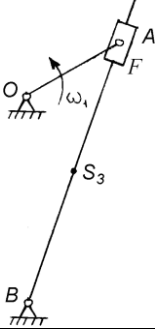
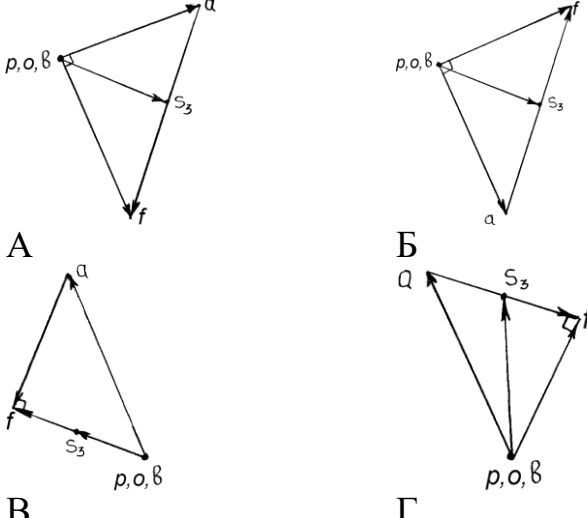


ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
<p>12. Який вид зображеної на схемі структурної групи Ассура II класу?</p> 	<p>А – третій вид; Б – четвертий вид; В – перший вид; Г – другий вид.</p>
<p>13. Який вид зображеної на схемі структурної групи Ассура II класу?</p> 	<p>А – третій вид; Б – четвертий вид; В – перший вид; Г – другий вид.</p>
<p>14. Який вид зображеної на схемі структурної групи Ассура II класу?</p> 	<p>А – третій вид; Б – четвертий вид; В – перший вид; Г – другий вид.</p>
<p>15. Формула будови зображеного на схемі механізму записується так:</p> 	<p>А – II кл. 5в.(0,1) → II кл. 3в. (2,3) → I кл. (0,1); Б – I кл. (0,1) → II кл. 1в. (2,3) → II кл. 2в. (4,5); В – I кл. (0,1) → II кл. 5в. (2,3) → II кл. 4в. (4,5); Г – I кл. (0,1) → II кл. 3в. (2,3) → II кл. 2в. (4,5).</p>
<p>16. Формула будови зображеного на схемі механізму записується так:</p> 	<p>А – II кл. 5в.(0,1) → II кл. 3в. (2,3) → I кл. (0,1); Б – I кл. (0,1) → II кл. 1в. (2,3) → II кл. 2в. (4,5); В – I кл. (0,1) → II кл. 5в. (2,3) → I кл. 4в. (4,5); Г – I кл. (0,1) → II кл. 3в. (2,3) → I кл. 2в. (4,5).</p>

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
<p>17. Формула будови зображеного на схемі механізму записується так:</p> 	<p>А – II кл. 5в.(0,1) → II кл. 3в. (2,3) → I кл. (0,1);</p> <p>Б – I кл. (0,1) → II кл. 1в. (2,3) → II кл. 2в. (4,5);</p> <p>В – I кл. (0,1) → II кл. 2в. (2,3) → II кл. 1в. (4,5);</p> <p>Г – I кл. (0,1) → II кл. 3в. (2,3) → II кл. 2в. (4,5).</p>
<p>18. Назвати основні задачі кінематичного аналізу механізмів.</p>	<p>А – визначення сил та моментів сил, прикладених до рухомих ланок механізму;</p> <p>Б – визначення реакцій в кінематичних парах та зрівноважуючого моменту;</p> <p>В – поділ механізму на структурні групи, визначення класу механізму;</p> <p>Г – визначення положень, переміщень, траєкторій, швидкостей та прискорень точок і ланок механізму.</p>
<p>19. Як визначається масштаб лінійних розмірів плану положень?</p>	<p>А – $\mu_l = \frac{l_{OA}}{OA}$;</p> <p>Б – $\mu_l = \frac{OA}{l_{OA}}$;</p> <p>В – $\mu_l = \frac{2 \cdot \pi}{L}$;</p> <p>Г – $\mu_l = \frac{V_A}{ra}$.</p>
<p>20. Як визначається масштаб кута повороту кривошипа на кінематичних діаграмах?</p>	<p>А – $\mu_\varphi = \frac{l_{OA}}{OA}$;</p> <p>Б – $\mu_\varphi = \frac{OA}{l_{OA}}$;</p> <p>В – $\mu_\varphi = \frac{2 \cdot \pi}{L}$;</p> <p>Г – $\mu_\varphi = \frac{V_A}{ra}$.</p>

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
21. Як визначається масштаб часу на кінематичних діаграмах?	<p>А – $\mu_t = \frac{l_{OA}}{OA}$;</p> <p>Б – $\mu_t = \frac{OA}{l_{OA}}$;</p> <p>В – $\mu_t = \frac{2 \cdot \pi}{L}$;</p> <p>Г – $\mu_t = \frac{2 \cdot \pi}{\omega \cdot L}$.</p>
22. Як визначається масштаб плану швидкостей?	<p>А – $\mu_v = \frac{l_{OA}}{OA}$;</p> <p>Б – $\mu_v = \frac{OA}{l_{OA}}$;</p> <p>В – $\mu_v = \frac{2 \cdot \pi}{L}$;</p> <p>Г – $\mu_v = \frac{V_A}{ra}$.</p>
23. Як визначається масштаб плану прискорень?	<p>А – $\mu_w = \frac{W_A^n}{\pi a}$;</p> <p>Б – $\mu_w = \frac{2 \cdot \pi}{\omega \cdot L}$;</p> <p>В – $\mu_w = \frac{2 \cdot \pi}{L}$;</p> <p>Г – $\mu_w = \frac{V_A}{ra}$.</p>
24. Який напрямок має швидкість \vec{V}_A точки A кривошипа OA , який обертається навколо точки O ?	<p>А – перпендикулярно OA в бік обертання;</p> <p>Б – паралельно OA, у напрямі від O до A;</p> <p>В – паралельно OA, у напрямі від A до O;</p> <p>Г – у бік прискорення Коріоліса.</p>
25. Яке значення має лінійна швидкість точки A кривошипа радіусом $l_{OA} = 0,2\text{м}$, що обертається з кутовою швидкістю $\omega = 10\text{рад/с}$?	<p>А – $V_A = 0,2\text{м/с}$;</p> <p>Б – $V_A = 2,0\text{м/с}$;</p> <p>В – $V_A = 20\text{м/с}$;</p> <p>Г – $V_A = 0,02\text{м/с}$.</p>

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
26. Який напрямок має швидкість \vec{V}_{BA} точки B відносно точки A шатуна AB ?	<p>А – паралельно AB;</p> <p>Б – перпендикулярно AB;</p> <p>В – у напрямі від B до A;</p> <p>Г – у напрямі від A до B.</p>
27. Яке значення має лінійне нормальне прискорення точки A кривошипа радіусом $l_{OA} = 0,2\text{м}$, що обертається з кутовою швидкістю $\omega = 10\text{рад/с}$?	<p>А – $W_A^n = 2,0\text{м/с}^2$;</p> <p>Б – $W_A^n = 200\text{м/с}^2$;</p> <p>В – $W_A^n = 20\text{м/с}^2$;</p> <p>Г – $W_A^n = 0,2\text{м/с}^2$.</p>
28. Який напрямок має нормальне прискорення \vec{W}_A^n точки A кривошипа OA , який обертається навколо точки O ?	<p>А – у напрямі від O до A;</p> <p>Б – перпендикулярно OA в бік обертання;</p> <p>В – паралельно OA, у напрямі від A до O;</p> <p>Г – у бік прискорення Коріоліса.</p>
29. Який напрямок має нормальне прискорення \vec{W}_{BA}^n точки B відносно точки A шатуна AB ?	<p>А – паралельно AB, у напрямі від B до A;</p> <p>Б – паралельно AB, у напрямі від A до B;</p> <p>В – перпендикулярно AB;</p> <p>Г – перпендикулярно AB у бік обертання.</p>
30. Який напрямок має тангенціальне прискорення \vec{W}_{BA}^τ точки B відносно точки A шатуна AB ?	<p>А – перпендикулярно AB у бік прискорення Коріоліса;</p> <p>Б – паралельно AB, у напрямі від B до A;</p> <p>В – паралельно AB, у напрямі від A до B;</p> <p>Г – перпендикулярно AB.</p>
31. Як визначається напрям прискорення Коріоліса \vec{W}_{FA}^K точки F відносно точки A куліси FB ?	<p>А – паралельно FB, у напрямі від F до B;</p> <p>Б – паралельно FB, у напрямі від B до F;</p> <p>В – поворотом вектора \vec{V}_{FA} відносної швидкості на 90° у бік обертання куліси;</p> <p>Г – перпендикулярно FB у напрямі протилежному обертанню куліси.</p>
32. Який напрямок має нормальне прискорення \vec{W}_{BC}^n точки B відносно точки C коромисла BC ?	<p>А – паралельно BC, у напрямі від B до C;</p> <p>Б – паралельно BC, у напрямі від C до B;</p> <p>В – перпендикулярно BC;</p> <p>Г – перпендикулярно BC у бік обертання.</p>

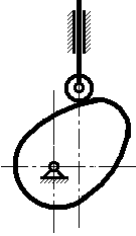
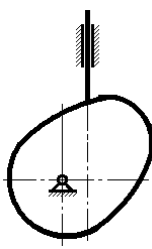
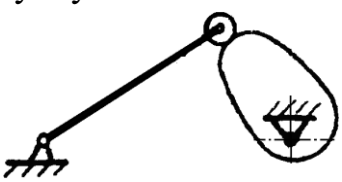

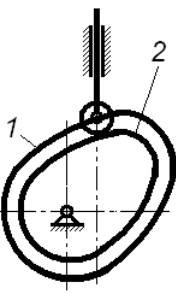
ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
<p>33. Який напрямок має тангенціальне прискорення \overline{W}_{BC}^{τ} точки B відносно точки C коромисла BC?</p>	<p>А – паралельно BC, у напрямі від B до C; Б – паралельно BC, у напрямі від C до B; В – перпендикулярно BC; Г – перпендикулярно BC у бік прискорення Кориоліса.</p>
<p>34. Кінематичними діаграмами називаються:</p>	<p>А – шатунні криві; Б – графіки переміщень, швидкостей і прискорень в залежності від кута повороту кривошипа або часу; В – механічні характеристики машин; Г – індикаторні діаграми.</p>
<p>35. Як схематично зображується план швидкостей для заданого на рисунку положення кулісного механізму?</p> 	 <p>А</p> <p>Б</p> <p>Г</p>
<p>36. Як визначається кутова швидкість шатуна AB при відомій його довжині та швидкості \overline{V}_{BA} точки B відносно точки A?</p>	<p>А – $\omega = V_{BA} \cdot l_{AB}$; Б – $\omega = \frac{V_{BA}}{l_{AB}}$; В – $\omega = \frac{l_{AB}}{V_{BA}}$; Г – $\omega = \frac{V_{BA}}{l_{AB}^2}$.</p>
<p>37. Як визначається кутове прискорення шатуна AB при відомій його довжині та тангенціальному прискоренні \overline{W}_{BA}^{τ} точки B відносно точки A?</p>	<p>А – $\varepsilon = W_{BA}^{\tau} \cdot l_{AB}$; Б – $\varepsilon = \frac{W_{BA}^{\tau}}{l_{AB}}$; В – $\varepsilon = \frac{l_{AB}}{W_{BA}^{\tau}}$; Г – $\varepsilon = \frac{W_{BA}^{\tau}}{l_{AB}^2}$.</p>

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
38. Для чого проводиться силовий аналіз механізмів?	<p>А – для визначення кінематичних параметрів механізму;</p> <p>Б – для визначення положень, переміщень, траєкторій, швидкостей та прискорень точок і ланок;</p> <p>В – для поділу механізму на структурні групи та визначення класу механізму;</p> <p>Г – для визначення реакцій в кінематичних парах і зрівноважуючого моменту, необхідних для розрахунків на міцність, жорсткість, вібростійкість, зношування, довговічність та інших.</p>
39. У якій послідовності проводиться силовий аналіз механізмів?	<p>А – спочатку розглядається механізм I класу, тоді перша приєднана структурна група, друга і т.д. до останньої;</p> <p>Б – розглядається остання приєднана структурна група, тоді передостання і т.д. до механізму I класу;</p> <p>В – розглядається перша приєднана структурна група, друга і т.д. до останньої;</p> <p>Г – визначаються реакції першої приєднаної структурної групи, другої і т.д. до останньої.</p>
40. Який напрямок має вектор сили тяжіння ланки?	<p>А – вертикально вниз;</p> <p>Б – за напрямом швидкості центра мас ланки;</p> <p>В – протилежно швидкості центра мас ланки;</p> <p>Г – вертикально вгору.</p>
41. Як визначається сила тяжіння ланки?	<p>А – $G = m \cdot g$;</p> <p>Б – $G = m \cdot W_S$;</p> <p>В – $G = m \cdot V_S$;</p> <p>Г – $G = m \cdot \omega$.</p>
42. Який напрямок має вектор сили інерції ланки?	<p>А – за напрямом швидкості центра мас ланки;</p> <p>Б – протилежно швидкості центра мас ланки;</p> <p>В – за напрямом прискорення центра мас ланки;</p> <p>Г – протилежно прискоренню центра мас ланки.</p>

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
43. Як визначається сила інерції ланки?	<p>А – $\bar{F}_i = m \cdot \bar{W}_S$;</p> <p>Б – $\bar{F}_i = -m \cdot \bar{W}_S$;</p> <p>В – $\bar{F}_i = -m \cdot \bar{V}_S$;</p> <p>Г – $\bar{F}_i = m \cdot \bar{V}_S$.</p>
44. Який напрямок має момент сил інерції ланки?	<p>А – за напрямом прискорення центра мас ланки;</p> <p>Б – протилежно прискоренню центра мас ланки;</p> <p>В – за напрямом кутового прискорення ланки;</p> <p>Г – протилежно кутовому прискоренню ланки.</p>
45. Як визначається момент сил інерції ланки?	<p>А – $\bar{M}_i = J_S \cdot \bar{\varepsilon}$;</p> <p>Б – $\bar{M}_i = -J_S \cdot \bar{\varepsilon}$;</p> <p>В – $\bar{M}_i = -m \cdot \bar{\varepsilon}$;</p> <p>Г – $\bar{M}_i = m \cdot \bar{\varepsilon}$.</p>
46. Як визначається власний момент інерції шатуна, що проходить через його центр мас?	<p>А – $J_S = \frac{m \cdot l}{12}$;</p> <p>Б – $J_S = \frac{m \cdot l}{3}$;</p> <p>В – $J_S = \frac{m \cdot l^2}{12}$;</p> <p>Г – $J_S = \frac{m \cdot l^2}{3}$.</p>
47. Визначити силу інерції ланки масою $m = 25 \text{ кг}$, що має прискорення центра мас $W_S = 10 \text{ м/с}^2$.	<p>А – $F_i = 2,5 \text{ Н}$;</p> <p>Б – $F_i = 25 \text{ Н}$;</p> <p>В – $F_i = 2500 \text{ Н}$;</p> <p>Г – $F_i = 250 \text{ Н}$.</p>
48. Визначити момент сил інерції шатуна масою $m = 24 \text{ кг}$ і довжиною $l = 0,2 \text{ м}$, що має кутове прискорення $\varepsilon = 5 \text{ рад/с}^2$.	<p>А – $M_i = 1,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$;</p> <p>Б – $M_i = 0,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$;</p> <p>В – $M_i = 4,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$;</p> <p>Г – $M_i = 24 \text{ Н} \cdot \text{м}$.</p>

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
49. Механічними характеристиками машин називаються залежності:	<p>А – реакцій в кінематичних парах від часу, швидкості, шляху;</p> <p>Б – рушійних сил та сил опору від часу, швидкості, шляху та інших величин;</p> <p>В – кінематичних параметрів від часу, швидкості, шляху;</p> <p>Г – швидкостей та прискорень від часу та шляху.</p>
50. Як визначається загальний ККД при послідовному з'єднанні трьох механізмів?	<p>А – $\eta = \eta_1 + \eta_2 + \eta_3$;</p> <p>Б – $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$;</p> <p>В – $\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3}{3}$;</p> <p>Г – $\eta = \delta_1 \cdot \eta_1 + \delta_2 \cdot \eta_2 + \delta_3 \cdot \eta_3$.</p>
51. Як визначається загальний ККД при паралельному з'єднанні трьох механізмів?	<p>А – $\eta = \eta_1 + \eta_2 + \eta_3$;</p> <p>Б – $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$;</p> <p>В – $\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3}{3}$;</p> <p>Г – $\eta = \delta_1 \cdot \eta_1 + \delta_2 \cdot \eta_2 + \delta_3 \cdot \eta_3$.</p>
52. З якої умови визначається зведений момент сил опору механізму?	<p>А – з умови рівності кінетичної енергії реального механізму і моделі;</p> <p>Б – з умови рівності потенціальної енергії реального механізму і моделі;</p> <p>В – з умови рівності потужності реального механізму і моделі;</p> <p>Г – з умови рівності робіт реального механізму і моделі.</p>
53. З якої умови визначається зведений момент інерції механізму?	<p>А – з умови рівності кінетичної енергії реального механізму і моделі;</p> <p>Б – з умови рівності потенціальної енергії реального механізму і моделі;</p> <p>В – з умови рівності потужності реального механізму і моделі;</p> <p>Г – з умови рівності робіт реального механізму і моделі.</p>
54. Якого із наведених методів визначення моменту інерції маховика не існує?	<p>А – метод надлишкової роботи;</p> <p>Б – метод Мерцалова;</p> <p>В – метод Добровольського;</p> <p>Г – метод Віттенбауера.</p>

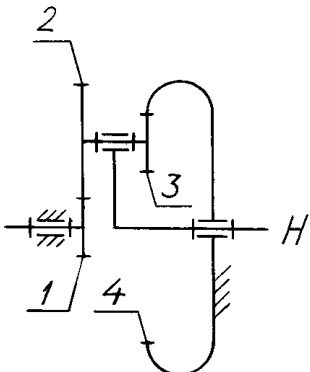
ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
55. Яким параметром характеризується маховик?	А – масою; Б – діаметром; В – моментом інерції; Г – шириною обода.
56. Яким параметром не оцінюється рівномірність руху механізму?	А – коефіцієнт корисної дії; Б – коефіцієнт нерівномірності руху; В – коефіцієнт динамічності руху; Г – узагальнений коефіцієнт оцінки руху.
57. Як визначається коефіцієнт нерівномірності руху механізму?	А – $\delta = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{\omega_{\text{сеп}}}$; Б – $\delta = \frac{\omega_{\text{сеп}}}{(\omega_{\max} + \omega_{\min})}$; В – $\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{сеп}}}$; Г – $\delta = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2 \cdot \omega_{\text{сеп}}}$.
58. Як визначається коефіцієнт динамічності руху механізму?	А – $H = \frac{\varepsilon_{\max}}{\omega_{\text{сеп}}}$; Б – $H = \frac{\varepsilon_{\max}}{\omega_{\text{сеп}}^2}$; В – $H = \frac{\varepsilon_{\max}}{\omega_{\text{сеп}}^3}$; Г – $H = \frac{\varepsilon_{\max}}{\omega_{\text{сеп}}^4}$.
59. Як визначається середнє значення кутової швидкості ведучої ланки механізму?	А – $\omega_{\text{сеп}} = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{2}$; Б – $\omega_{\text{сеп}} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{\omega_{\max} - \omega_{\min}}$; В – $\omega_{\text{сеп}} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2}$; Г – $\omega_{\text{сеп}} = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\max} + \omega_{\min}}$.

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
60. Яке призначення маховика в механізмі?	А – акумулятор енергії; Б – передавальний механізму; В – для плавного запуску механізму; Г – ніяке.
61. Який кулачковий механізм зображено на рисунку?	 А – центровий з гострим штовхачем; Б – центровий з роликівим штовхачем; В – позацентровий з гострим штовхачем; Г – позацентровий з роликівим штовхачем.
62. Який кулачковий механізм зображено на рисунку?	 А – центровий з гострим штовхачем; Б – центровий з роликівим штовхачем; В – позацентровий з гострим штовхачем; Г – позацентровий з роликівим штовхачем.
63. Який кулачковий механізм зображено на рисунку?	 А – позацентровий тарілчастий; Б – коромисловий; В – позацентровий з гострим штовхачем; Г – позацентровий з роликівим штовхачем.
64. Який кулачковий механізм зображено на рисунку?	 А – позацентровий з тарілчастим штовхачем; Б – коромисловий; В – позацентровий з гострим штовхачем; Г – позацентровий з роликівим штовхачем.
65. Який із профілів на зображеній схемі кулачкового механізму є теоретичним, а який практичним?	 А – 1 – практичний, 2 – теоретичний; Б – 1 – теоретичний, 2 – практичний; В – 1 – одночасно теоретичний і практичний; Г – 2 – одночасно теоретичний і практичний.

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
66. Яким методом визначається мінімальний радіус кулачка тарілчастого кулачкового механізму?	А – методом оберненого руху; Б – методом Мерцалова; В – методом Геронімуса; Г – методом Віттенбауера.
67. Який із фазових кутів кулачкового механізму є холостим?	А – кут віддалення φ_B ; Б – кут дальнього стояння φ_D ; В – кут повернення φ_{II} ; Г – кут ближнього стояння φ_B .
68. Яким методом із діаграми першої передаточної функції отримується діаграма переміщення штовхача?	А – методом графічного інтегрування; Б – методом графічного диференціювання; В – методом графічного додавання; Г – методом графічного віднімання.
69. Яким методом будується профіль кулачка?	А – методом оберненого руху; Б – методом Мерцалова; В – методом Геронімуса; Г – методом Віттенбауера.
70. Яка діаграма будується для визначення мінімального радіуса кулачка центрального кулачкового механізму з роликівим штовхачем?	А – діаграма залежності переміщення штовхача від його другої передаточної функції; Б – діаграма залежності першої передаточної функції штовхача від його другої передаточної функції; В – діаграма залежності переміщення штовхача від його першої передаточної функції; Г – діаграма залежності переміщення штовхача від кута передачі руху.
71. При якому з наведених мінімальних значень кута передачі руху краще працюватиме кулачковий механізм?	А – $\gamma_{\min} = 55^0$; Б – $\gamma_{\min} = 60^0$; В – $\gamma_{\min} = 65^0$; Г – $\gamma_{\min} = 50^0$.
72. У якого кулачкового механізму значення кута передачі руху буде незмінним в процесі його роботи?	А – з тарілчастим штовхачем; Б – коромислового; В – з гострим штовхачем; Г – з роликівим штовхачем.

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
73. Як визначається передаточне відношення від першого зубчастого колеса до другого, що обертаються з кутовими швидкостями ω_1 та ω_2 відповідно?	<p>А – $i_{12} = \omega_1 - \omega_2$;</p> <p>Б – $i_{12} = \omega_1 + \omega_2$;</p> <p>В – $i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$;</p> <p>Г – $i_{12} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$.</p>
74. Яке буде зачеплення двох зубчастих коліс із кількістю зубців $z_1 = 15$ та $z_2 = 21$ відповідно?	<p>А – нульове;</p> <p>Б – рівнозміщене;</p> <p>В – нерівнозміщене;</p> <p>Г – кількість зубців на зміщення не впливає.</p>
75. Яке буде зачеплення двох зубчастих коліс із кількістю зубців $z_1 = 13$ та $z_2 = 18$ відповідно?	<p>А – нульове;</p> <p>Б – рівнозміщене;</p> <p>В – нерівнозміщене;</p> <p>Г – кількість зубців на зміщення не впливає.</p>
76. Як визначається мінімальне значення коефіцієнта зміщення при мінімальній кількості зубців зубчастого колеса z_{\min} ?	<p>А – $\xi = 17 - z_{\min}$;</p> <p>Б – $\xi = \frac{17 - z_{\min}}{17}$;</p> <p>В – $\xi = \frac{17 + z_{\min}}{17}$;</p> <p>Г – $\xi = \frac{17 + z_{\min}}{z_{\min}}$.</p>
77. Що таке лінія зачеплення?	<p>А – лінія, яка окреслює профіль зубця;</p> <p>Б – лінія, яка проходить через центри коліс;</p> <p>В – загальна нормаль до профілів зубців в точці контакту;</p> <p>Г – дотична до профілю зубців у точці контакту.</p>
78. Який кут називається кутом зачеплення?	<p>А – геометричне місце точок контакту профілів зубців;</p> <p>Б – кут між лінією зубця і твірною циліндра колеса;</p> <p>В – кут між лінією центрів і лінією зачеплення;</p> <p>Г – кут між лінією зачеплення та прямою, перпендикулярною лінії центрів.</p>

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
79. Що таке крок по ділильному колу?	<p>А – відстань між профілями сусідніх зубців;</p> <p>Б – відстань між однойменними профілями сусідніх зубців по ділильному колу;</p> <p>В – ширина зубця по ділильному колу;</p> <p>Г – довжина дуги ділильного кола між сусідніми зубцями.</p>
80. Що називається коефіцієнтом перекриття зубчастої передачі?	<p>А – відношення кута зачеплення до кількості зубців;</p> <p>Б – відношення кута перекриття до кута зачеплення;</p> <p>В – відношення кутової швидкості на вході передачі до кутової швидкості на виході;</p> <p>Г – відношення довжини активної лінії зачеплення до кроку по основному колу.</p>
81. Як визначається модуль m зубчастого зачеплення двох зубчастих коліс з кількістю зубців z_1 і z_2 та кроком по ділильному колу p ?	<p>А – $m = \frac{p}{\pi}$;</p> <p>Б – $m = p \cdot \pi$;</p> <p>В – $m = \frac{(z_1 + z_2)}{\pi}$;</p> <p>Г – $m = (z_1 + z_2) \cdot \pi$.</p>
82. Формули для визначення радіусів ділильних кіл циліндричного евольвентного зубчастого зачеплення:	<p>А – $r_{w1} = r_{b1} / \cos \alpha_w$; $r_{w2} = r_{b2} / \cos \alpha_w$;</p> <p>Б – $r_1 = \frac{m \cdot z_1}{2}$; $r_2 = \frac{m \cdot z_2}{2}$;</p> <p>В – $r_{f1} = r_1 - (h_a + c - b_1) \cdot m$;</p> <p>$r_{f2} = r_2 - (h_a + c - b_2) \cdot m$;</p> <p>Г – $r_{b1} = r_1 \cdot \cos \alpha$; $r_{b2} = r_2 \cdot \cos \alpha$.</p>
83. Чому дорівнює ступінь рухомості планетарних зубчастих механізмів?	<p>А – 1;</p> <p>Б – 2;</p> <p>В – 3;</p> <p>Г – 4.</p>
84. Чому дорівнює ступінь рухомості диференціальних зубчастих механізмів?	<p>А – 1;</p> <p>Б – 2, 3, 4, ...;</p> <p>В – кількості зубчастих коліс;</p> <p>Г – кількості зовнішніх зачеплень.</p>

ПИТАННЯ	ВАРІАНТИ ВІДПОВІДЕЙ
<p>85. Вибрати формулу для визначення передаточного відношення дворядного планетарного механізму з одним внутрішнім зачепленням.</p> 	<p>А – $i_{1H} = 1 + \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3}$;</p> <p>Б – $i_{1H} = \frac{z_4}{z_1}$;</p> <p>В – $i_{1H} = 1 + \frac{z_3}{z_1}$;</p> <p>Г – $i_{1H} = 1 - \frac{z_4}{z_1}$.</p>
<p>86. Чому дорівнює передаточне відношення кількох послідовно з'єднаних зубчастих передач?</p>	<p>А – добутку чисел зубів коліс передач, які входять до складу з'єднання;</p> <p>Б – сумі чисел зубів коліс, які входять до складу з'єднання;</p> <p>В – добутку передаточних відношень кожної окремої передачі, що входить до складу з'єднання;</p> <p>Г – сумі передаточних відношень передач, які входять до складу з'єднання.</p>

Коди правильних відповідей

№ питання	1	2	3	4	5	6	7	8
Вірна відповідь	А	Б	В	А	Г	В	Г	А

№ питання	9	10	11	12	13	14	15	16
Вірна відповідь	Б	В	Б	А	Г	В	Г	Б

№ питання	17	18	19	20	21	22	23	24
Вірна відповідь	В	Г	А	В	Г	Г	А	А

№ питання	25	26	27	28	35	30	31	32
Вірна відповідь	Б	Б	В	В	В	Г	В	А

№ питання	33	34	29	36	37	38	39	40
Вірна відповідь	В	Б	А	Б	Б	Г	Б	Г

№ питання	41	42	43	44	45	46	47	48
Вірна відповідь	А	Г	Б	Г	Б	В	Г	Б

№ питання	49	50	51	52	53	54	55	56
Вірна відповідь	Б	Б	Г	В	А	В	В	А

№ питання	57	58	59	60	61	62	63	64
Вірна відповідь	В	Б	В	А	Г	В	Б	А

№ питання	65	66	67	68	69	70	71	72
Вірна відповідь	Б	В	Г	А	А	В	В	А

№ питання	73	74	75	76	77	78	79	80
Вірна відповідь	А	Б	В	Б	В	Г	Б	Г

№ питання	81	82	83	84	85	86
Вірна відповідь	А	Б	А	Б	А	В

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕОРІЇ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН»

Законодавчі документи:

1. Наказ МОН України від 23.03.2021 року № 358 «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти» – URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/standarty/2021/03/23/185-Naftohaz.inzhen.tekhnol-bakalavr-VO-zatv.stand.01.11.pdf>.

2. Наказ МОН України від 28.05.2021 року № 593 «Про внесення змін до деяких стандартів вищої освіти» – URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti>.

3. Освітньо-професійна програма «Нафтогазова інженерія та технології» першого бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології». – Київ: КНУБА, 2022. – 16 с. – URL: https://knuba365-my.sharepoint.com/personal/delembovskyi_mm_knuba_edu_ua/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fdelembovskyi_mm_knuba_edu_ua%2FDocuments%2FЦентр%20якості%2FOСВІТНІ%20ПРОГРАМИ%2FCATALOG%2F2023-2024%2FEngineering_systems%2F50642%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fdelembovskyi_mm_knuba_edu_ua%2FDocuments%2FЦентр%20якості%2FOСВІТНІ%20ПРОГРАМИ%2FCATALOG%2F2023-2024%2FEngineering_systems&ga=1

Підручники:

4. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин: підручник. – Київ: Наукова думка, 2002. – 662 с.

5. Руденко М.В., Калениченко Р.А., Капосльоз Г.В., Корчова Г.Л. Основи професійної освіти: підручник. – Київ: КНУБА, 2018. – 613 с.

Навчальні посібники:

6. Ловейкін В.С., Почка К.І. Курсове проектування з теорії механізмів і машин: навчальний посібник. – Київ: ЦП «Компринт», 2023. – 311 с.

7. Ловейкін В.С., Почка К.І. Лабораторний практикум з теорії механізмів і машин: навчальний посібник. – Київ: ЦП «Компринт», 2014. – 266 с.

8. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин: короткий довідник для студентів інженерно-технічних спеціальностей. – вид. 3-тє, випр. і доп. – Хмельницький: ХНУ, 2013. – 59 с.

9. Ловейкін В.С., Почка К.І. Курсове проектування з теорії механізмів і машин: навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2010 – 240с.

10. Пелевін Л.Є., Почка К.І., Гаркавенко О.М. Механіка механізмів. Частина І. Структура і класифікація механізмів, їх кінематичний та силовий аналіз: навчальний посібник. – Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2017. – 170 с.

11. Черниш О.М., Березовий М.Г., Яременко В.В. Теорія механізмів і машин: навчальний посібник. Частина 1. – Київ: Центр навчальної літератури, 2018. – 464 с.

12. Ловейкін В.С., Ярошенко В.Ф., Почка К.І. Теорія механізмів і машин: навчальний посібник. – Ніжин: Міланік, 2007. – 140 с.

13. Пирогов В.В., Філімоніхін Г.Б., Невдаха А.Ю. Теорія механізмів і машин. Частина 1: навчальний посібник. – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – 88 с.

14. Кінденко М.І. Теорія механізмів і машин: навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей всіх форм навчання. – Краматорськ: ДДМА, 2018. – 82 с.

15. Руденко М.В., Красильник Ю.С., Корчова Г.Л. Методика викладання у вищій школі: навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2022. – 296 с.

16. Красильник Ю.С., Корчова Г.Л., Руденко М.В. Методика проведення навчальних занять в умовах дистанційного навчання: навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2021. – 156 с.

17. Красильник Ю.С., Корчова Г.Л., Руденко М.В. Педагогіка: навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2020. – 152 с.

18. Руденко М.В., Ніколаєнко С.В., Мороз І.М. Методика професійного навчання. Дидактичне проектування: навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2016. – 132 с.

19. Руденко М.В., Мороз І.М. Комунікативні процеси у педагогічній діяльності. Креативні технології навчання: навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2016. – 204 с.

20. Зайченко І.В. Педагогіка і методика навчання у вищій школі: навчальний посібник. – 2-е вид., переробл. і доп. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 456 с.

Конспекти лекцій:

21. Заховайко О.П. Теорія механізмів і машин. Курс лекцій. – Київ: НТУУ «КПІ», 2010. – 243 с.

Методичні роботи:

22. Ловейкін В.С., Почка К.І. Теорія механізмів і машин: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальностей 015 «Професійна освіта (Машинобудування)», 131 «Прикладна механіка» та 133 «Галузеве машинобудування». – Київ: КНУБА, 2019 р. – 100 с.

23. Красильник Ю.С. Педагогічна майстерність викладача професійної освіти: методичні вказівки до вивчення навчальної дисципліни для студентів спеціальності 015 «Професійна освіта». – Київ: КНУБА, 2022. – 56 с.

24. Красильник Ю.С. Комунікативні аспекти педагогічної діяльності: методичні вказівки до вивчення навчальної дисципліни. – Київ: КНУБА, 2019. – 88 с.

Інформаційні ресурси:

25. <https://mon.gov.ua/ua> – сайт Міністерства освіти і науки України.

26. <http://library.knuba.edu.ua> – сайт бібліотеки КНУБА.

27. <http://org2.knuba.edu.ua> – освітній сайт КНУБА.

Навчально-методичне видання

ОСНОВИ ТЕОРІЇ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

Методичні вказівки

до вивчення навчальної дисципліни для студентів
спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»
галузі знань 18 «Виробництво та технології»

Укладач **ПОЧКА** Костянтин Іванович

Комп'ютерне верстання К.І. Почка

Підписано до друку 01.09.2023 р. Зам. № 90.
Формат 60x84 1/16. Папір офсетний. Друк – цифровий.
Наклад 50 прим. Ум. друк. арк. 3,9.
Друк ЦП «КОМПРИНТ». Свідоцтво ДК №4131 від 04.08.2011 р.
м. Київ, вул. Васильківська, 32
067-209-54-30, 097-533-18-07
email: komprint@ukr.net