

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую



Голова Приймальної комісії

Ректор

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

04.05.2026

дата

**Навчально-науковий інститут
матеріалознавства та зварювання імені Є.О. Патона**

повна назва факультету/навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА

вступного іспиту зі спеціальності

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії
«Прикладна механіка»

за спеціальністю G9 Прикладна механіка

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю

G9 Прикладна механіка

Протокол № 7 від 28 квітня 2026 р.

Голова НМКУ

Віталій ПАСІЧНИК

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Програма вступного іспиту визначає форму організації, зміст та особливості проведення вступного іспиту зі спеціальності на освітньо-наукову програму підготовки докторів філософії «Прикладна механіка» за спеціальністю G9 Прикладна механіка.

Метою програми є перевірка набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю G9 Прикладна механіка для другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Освітня програма «Прикладна механіка» відповідає місії та стратегії КПП ім. Ігоря Сікорського, за якою стратегічним пріоритетом університету є фундаменталізація підготовки фахівців. Особливості освітньої програми враховані шляхом обрання відповідних розділів програми вступного іспиту. Проведення вступного випробування має виявити рівень підготовки вступника з обраної для вступу спеціальності.

У наступному розділі програми наведені лише ті теми з зазначених розділів, які стосуються виконання завдань вступного іспиту.

Інформація про правила прийому на навчання та вимоги до вступників освітньої програми «Прикладна механіка» наведено в розділі «Вступ до аспірантури» на веб-сторінці аспірантури та докторантури КПП ім. Ігоря Сікорського за посиланням <https://aspirantura.kpi.ua/>

*Відповідно доп.2 Розділу XV закону Про вищу освіту вища освіта за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліста прирівнюється до вищої освіти ступеня магістра

1.1 Перелік тем, що виносяться на вступне випробування

ТЕМИ ДЛЯ УСНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Розділ «ДИНАМІКА І МІЦНІСТЬ МАШИН»

В основу вступного іспиту по спеціалізації – "Динаміка і міцність машин" покладено вибрані проблеми з опору матеріалів, теорії пружності, теорії пластичності та повзучості, теорії коливань та стійкості, механіки тріщин, чисельних методів.

Вступ. Значення науки про міцність у прискоренні науково-технічного прогресу. Визначення задач, які розглядаються опором матеріалів, теорією пружності, пластичності, теорією коливань, та інших курсів, пов'язаних із міцністю та довговічністю машин та конструкцій. Основні поняття: деформації, напруження, пружність, пластичність, зовнішні та внутрішні сили. Принцип Сен-Венана. Принцип незалежності дії сил. Метод перерізів. Основні гіпотези деформованого тіла.

Розтяг та стиск. Силкові фактори, напружений та деформований стан стрижнів при розтягу та стиску. Умови міцності та жорсткості стрижнів при розтягу та стиску. Діаграма розтягу та діаграма деформування, їх значення при розрахунках на міцність.

Зсув та кручення. Силкові фактори, напружений та деформований стан стрижнів при зсуві та крученні. Розрахунок стрижнів на міцність та жорсткість при зсуві та крученні.

Розрахунок валів та стрижнів некруглого й тонкостінного перетину при крученні.

Згин. Силкові фактори, епюри моментів згину, поперечних сил та прогинів. Розподіл нормальних напружень в перетині балки при чистому згині. Розподіл дотичних напружень в перетині балки при поперечному згині. Диференційне рівняння зігнутої осі балки, його застосування при визначенні переміщень прямим інтегруванням. Метод початкових параметрів. Розрахунки на міцність та жорсткість елементів конструкцій при згинанні.

Складний опір. Косий згин. Позацентричний розтяг та стиск. Згин з крученням не круглих валів.

Теорії напружено-деформованого стану. Напружений стан у точці. Компоненти напружень та їх визначення. Тензор напружень. Визначення напружень у нахилений площадці. Головні напруження. Визначення розташування головних площадок та визначення величин головних напружень. Інваріанти тензора напружень. Графічний аналіз напруженого стану за допомогою кругів Мора. Тензор деформації. Інваріанти тензора деформації. Головні осі деформованого стану та головні деформації. Об'ємна деформація. Питома потенціальна енергія. Питома енергія зміни об'єму та питома енергія зміни форм. Класичні критерії міцності при складному напруженому стані.

Загальні теореми та методи опору матеріалів. Узагальнені сили й переміщення. Робота зовнішніх та внутрішніх сил, потенціальна енергія деформації стержня при довільному навантаженні. Начало можливих переміщень в пружних системах. Теореми про взаємність робіт та переміщень (Бетті та Максвелла). Теореми Кастільяно та Лагранжа. Теорема про мінімум потенційної енергії (Менабреа). Метод Мора визначення переміщень, спосіб Верещагіна. Статично невизначувані стрижневі системи, степінь їх статичної невизначеності. Канонічні рівняння методу сил. Вибір основної системи, врахування симетрії. Послідовність розрахунку статично невизначуваних балок та рамних систем; контроль вірності розв'язку.

Розрахунок пластин та оболонок. Згин пластин круглих і прямокутних пластин. Основні гіпотези Залежність між згинаючими моментами та переміщеннями. Диференціальні Рівняння зігнутої поверхні пластин. Граничні умови. Безмоментна теорія вісесиметрично навантажених тонкостінних оболонок обертання. Рівняння безмоментної теорії. Циліндрична, сферична та канонічна оболонки, що знаходяться під дією статичного та гідростатичного тиску. Розрахунок тонкостінних посудин, що мають форму тіл обертання.

Задача Ляме. Визначення напружень та переміщень в товстостінних циліндрах. Оцінка міцності товстостінних циліндрів.

Стійкість пружної рівноваги системи. Поняття про стійкість та нестійкість форми рівноваги. Критичне навантаження. Стійкість стиснутих стержнів. Формула Ейлера при різноманітних випадках опорних закріплень та межі її застосування. Поняття про втрату стійкості при напруженнях, що перевищують границю пропорціональності. Формула Ф.С. Ясинського. Розрахунок по коефіцієнтам зменшення допустимих напружень. Поняття про стійкість плоскої форми згинання.

Міцність при напруженнях, що циклічно змінюються в часі. Механізм втомного руйнування. Криві втоми та границя витривалості. Визначення границі витривалості. Розрахунки на міцність при повторно-змінних напруженнях. Фактори, що впливають на витривалість. Ефективні коефіцієнти концентрації при напруженнях змінних у часі. Характеристики циклів змінних напружень. Діаграми граничних напружень при асиметричних циклах. Розрахунок на міцність при одновісному напруженому стані та при обертанні для несиметричних циклів. Витривалість при сумісному згинанні та обертанні. Заходи по підвищенню втомної міцності.

Розрахунки на міцність при динамічних навантаженнях. Сили інерції. Ударне навантаження. Розрахунки по балансу енергії. Вплив власної маси, яка зазнає удару. Врахування сил інерції, що виникають при коливаннях.

Теорія лінійної пружності. Теорія напруженого стану в точці. Основні рівняння статички деформівного тіла. Граничні умови на поверхні. Рівняння рівноваги. Тензори великих і малих деформацій. Фізичні рівняння лінійної теорії пружності. Узагальнений закон Гука. Закон Дюамеля-Неймана. Основні методи розв'язання пружних крайових задач. Розв'язання задач теорії пружності в переміщеннях та напруженнях. Варіаційний принцип мінімуму потенціальної енергії (принцип Лагранжа).

Основні закони та рівняння теорії пластичності. Основні критерії, при яких виникають пластичні деформації. Фізичні рівняння теорії пластичності: теорія малих пружно-пластичних деформацій, теорія течії. Основна система рівнянь теорії пластичності, яка необхідна для розв'язання крайових задач. Розв'язання крайових задач в переміщеннях та напруженнях. Методи змінних параметрів пружності та додаткових навантажень для розв'язання крайових задач теорії пластичності. Розрахунок елементів машин, які працюють в умовах пластичності.

Основні закони та рівняння сталої та не сталої теорії повзучості. Основні закони та рівняння сталої та не сталої теорії повзучості. Методи розв'язання крайових задач в теорії повзучості. Повзучість та довговічність матеріалів при стаціонарному та нестаціонарному навантаженні. Довговічність елементів машин, які працюють в умовах повзучості.

Теорія коливань та стійкість руху. Рівняння Лагранжа другого роду. Потенціальні, гіроскопічні та дисипативні сили. Дисипативна функція Релея. Принцип Гамільтона-Остроградського. Коливання лінійних систем зі скінченною кількістю степенів свободи. Крутильні коливання валів. Критична швидкість обертання вала. Властивість коливань консервативних систем. Наближені методи визначення власних частот коливань пружних систем, формула Релея. Властивості власних частот та форм коливань, головні координати. Вимушені коливання, резонанс. Коливання систем з розподіленими параметрами: поздовжні, обертальні та поперечні коливання стержнів. Стійкість по Ляпунову. Метод функції Ляпунова.

Місцеві напруження. Поняття про концентрацію напружень та її показники. Контакт тіл, контактні напруження. Контактні міцність та втома.

Розрахунок конструкції за граничним станом. Розрахунок стрижневої системи за граничним станом при розтягу, крученні та згині.

Міцність та руйнування. Фізичні основи модуля Юнга та межі міцності матеріалу. Кристалічна будова металів та типи її дефектів. Пошкодження та пошкоджуваність матеріалів. Тріщини, три типи їх навантаження. Асимптотичний розподіл напружень у вершини тріщини. Основні показники та критерії тріщиностійкості металів. Феноменологічні основи міцності матеріалів. Узагальнений критерій міцності Писаренко-Лебедева.

Нові матеріали. В'язко-пружні та в'язко-пластичні матеріали, їх моделі. Анізотропні та композиційні матеріали: характеристики, критерії міцності.

Експериментальна механіка. Механічні характеристики конструкційних матеріалів і методики їх визначення.

Чисельні методи динаміки та міцності машин. Різновиди похибок наближеного числа, їх джерела. Дійсні числа у двійковій системі ЕОМ. Оцінки похибок при обчисленнях на ЕОМ. Наближення розв'язків крайових задач за методом Фур'є. Базисні функції, вимоги до них. Основні методи розв'язування крайових задач: Релея-Рітца, Бубнова-Гальоркіна, зважених похибок наближення, застосування варіаційного принципу Лагранжа. Ідея

наближення крайової задачі за методом скінченних різниць. Ідея наближення крайової задачі за методом скінченних елементів. Скінченні елементи та основні вимоги до них. Просторове скінченно-елементне наближення крайових стаціонарних задач. Метод Ньютона-Рафсона розв'язування нелінійних крайових стаціонарних задач. Просторово-часове скінченно-елементне наближення крайових задач параболічного типу. Класичні двошарові та тришарові схеми, умови стійкості та відсутності осциляцій розв'язку. Просторово-часове скінченно-елементне наближення крайових задач гіперболічного типу. Класичні тришарові схеми, умови застосування.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бабенко А.Є та ін. Теорія пружності. Частина 1: підручник. – К.: Основа, 2009. – 244 с.
2. Василенко М.В., Алексейчук О.М. Теорія коливань і стійкості руху: підручник. – К.: Вища шк., 2004. – 525 с.
3. Механіка матеріалів і конструкцій: Навчальний посібник для студентів, які навчаються на технічних спеціальностях усіх форм навчання / А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, С.М. Шукаєв, та ін. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 191 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19241>
4. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості: Підручник. – К.: Вища шк., 2002. – 308 с.
5. Опір матеріалів: Підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. – Київ.: Вища шк., 1993. – 655 с.
6. Пискунов, С. О. Пластини і оболонки. Основи розрахунків на міцність і жорсткість [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Динаміка і міцність машин» спеціальності Прикладна механіка / С. О. Пискунов, Є. Є. Онищенко, С. І. Трубачев ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.– 117 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47793>
7. Рудаков, К. М. Числові і аналітичні методи аналізу динаміки і міцності машин та стійкості руху [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Динаміка і міцність машин» спеціальності 131 «Прикладна механіка» / К. М. Рудаков ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 120 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47952>
8. Стрижало В.О., Бородій М.В. Експериментальні методи в механіці деформівного твердого тіла [Електронний ресурс]- Навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Динаміка і міцність машин» спеціальності 131 Прикладна механіка / Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.– 302 с.

Розділ «ГІДРАВЛІЧНІ І ПНЕВМАТИЧНІ МАШИНИ ТА СИСТЕМИ ПРИВОДІВ»

1. Принцип дії, типові структурна і функціональна схеми, основні параметри гідравлічного об'ємного приводу. Умовні позначення.
2. Особливості динаміки гідравлічного поршневого приводу, розрахунок основних параметрів.
3. Апаратні засоби керування в системах пневмоавтоматики. Приклади використання.
4. Гідроапаратура. Загальні відомості та визначення, Умовні позначення.
5. Гідравлічні підсилювачі та слідкуючі приводи. Загальні відомості, умовні позначення, приклади використання.
6. Струменеві пневматичні елементи та схеми виконання логічних функцій для систем пневмоавтоматики.
7. Перехідні процеси в гідравлічних механізмах з урахуванням розподіленої маси рідини. Частотні рівняння гідросистем.
8. Об'ємні насоси та гідродвигуни. Загальна характеристика об'ємних гідромашин. Умовні позначення.
9. Енергетичні показники та коефіцієнт корисної дії систем та пристроїв гідроприводів.
10. Перехідні процеси в гідравлічних механізмах з урахуванням розподіленої маси рідини. Критерії динамічної оцінки гідросистем.
11. Гідравлічні клапани тиску. Принцип дії, умовні позначення, основні характеристики, приклади застосування.
12. Підготовка повітря в системах пневмоприводу. Задачі, склад, принцип дії, умовні позначення.
13. Перехідні процеси в трубопроводах гідравлічних механізмів. Вільні та вимушені коливання тиску в рідині, наближений метод врахування гідравлічних опорів системи.
14. Гідроапаратура для регулювання витрати робочої рідини. Принцип дії, умовні позначення, приклади використання.
15. Дросельні елементи систем пневмоавтоматики. Типи, особливості, умовні позначення, розрахунок.
16. Золотникові гідропідсилювачі. Стохастичні параметри статичних характеристик керуючих дроселюючих гідророзподільників.
17. Шестеренні насоси і гідромотори. Основні характеристики, умовні позначення, загальні відомості.
18. Статика пневматичних проточних камер.
19. Процеси в ущільненнях рухомих з'єднань, витоки рідини, типи ущільнень.
20. Робочі рідини, які використовуються в об'ємному гідравлічному приводі.
21. Особливості застосування та критерії вибору.
22. Динаміка пневматичних камер.
23. Рівняння Д. Бернуллі для потоку реальної рідини. Рівняння витрати рідини. Гідравлічна провідність трубопроводів.
24. Чистота робочих рідин. Газу в рідинах. Явища кавітації та облітерації. Залежність властивостей рідин від умов експлуатації.
25. Характеристики пневматичних комунікаційних каналів.

26. Принципова схем гідравлічного привода. Статика силового циліндра. Допустимі швидкості руху рідини в трубопроводах.
27. Динаміка гідравлічного привода та способи регулювання швидкості руху робочого органу. Рівняння руху поршня гідроциліндра.
28. Пневматичні струменеві елементи дискретної дії. Типи, принципи дії, особливості використання.
29. Визначення властивостей елементів гідроприводу за допомогою комп'ютерного моделювання. Моделювання нелінійних сил тертя в напрямній втулці гідроциліндра.
30. Пластинчаті (шиберні) насоси та гідромотори. Принцип дії, робочий об'єм, особливості конструктивних рішень.
31. Конструкції та принципи дії пневматичних пристроїв керування та регулювання мембранного типу.
32. Гідропідсилювачі типу сопло-заслінка з голчастим дроселем та струминною трубкою. 32. Розподільні (направляючі) гідроапарати. Класифікація, умовні позначення, схеми під'єднання. Приклади застосування.
33. Пневматичний поршневий привід односторонньої дії. Умовні позначення, статичний та динамічний розрахунок.
34. Гідравлічні слідкуючі приводи. Статичні характеристики гідравлічних слідкуючих приводів.
35. Радіально-поршневі насоси і гідромотори. Принцип дії, особливості застосування, основні характеристики, умовні позначення.
36. Пневматичний поршневий привід двосторонньої дії. Умовні позначення, статичний та динамічний розрахунок.
37. Циклові гідроприводи. Діаграма та циклограма дій, загальна структура, логічний синтез, засоби контролю і керування.
38. Аксіально-поршневі насоси і гідромотори. Принцип дії, робочий об'єм, умовні позначення, приклади застосування.
39. Пневматичні дроселі. Типи, розрахунок, умовні позначення, приклади використання.
40. Гідродвигуни поступального руху. Гальмівні пристрої. Неповноповоротні гідродвигуни. Типові схеми, область застосування. Переваги та недоліки конструктивних схем.
41. Кондиціонери робочої рідини. Призначення, типи, склад, основні розрахунки, умовні позначення.
42. Пневматичні мотори та виконавчі пристрої систем пневмоприводів та пневмоавтоматики. Переваги, недоліки, обмеження у використанні.
43. Ультразвукова кавітація. Системи подачі рідини та регулювання витрати ультразвукових диспергаторів.
44. Релейні та аналогові датчики сигналів в системах гідроприводу, Основні параметри. Приклади застосування.
45. Циклові системи пневмоприводів з електрорелейним керуванням. Склад, структура, схеми керування. Сервісні режими роботи систем.
46. Лопатеві насоси і гідродинамічні передачі. Принцип дії, особливості застосування, основні характеристики, умовні позначення.

47. Керування швидкістю руху вихідної ланки в системах пневмоприводу. Типові схемні рішення, особливості використання.

48. Сенсори та датчики контролю параметрів дії приводів: тиску, витрати, навантаження, положення, швидкості. Основні характеристики та вимоги до засобів контролю.

49. Гідравлічний розрахунок трубопроводів та газопроводів. Гідравлічний удар.

50. Методи побудови та технічні засоби систем керування гідроприводу. Области застосування гідравлічних систем керування, порівняльні характеристики, приклад.

51. Застосування гідрогазових акумуляторів в циклових системах гідравлічних приводів. Основні параметри, розрахунок, приклади принципових схем.

52. Нестабілізований рух рідини в трубопроводах та газопроводах. Гідравлічний удар та його різновиди, врахування при проектуванні систем гідроприводу.

53. Методи побудови та технічні засоби систем керування пневмоприводу. Области застосування пневматичних клапанних та струминних систем керування, порівняльні характеристики, приклад.

54. Тепловий розрахунок в циклових системах гідравлічних приводів. Основні параметри, розрахунок, приклади корегування принципових схем.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Яхно О.М., Узунов О.В., Луговський О.Ф., Ковалев В.А., Мовчанюк А.В., Коц І.І., Губарев О.П. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка. Вінниця: ВНТУ, 2020. – 712 с.
2. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка. Підручник / За ред. О.М. Яхно. ВНТУ. – 2017. – 711 с.
3. Технічна гідромеханіка. Гідравліка та гідропневмопривод / За ред. В.О.Федорця. Житомир: ЖІТІ, 1998. – 412 с.
4. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика. Підручник. Федорець В.О., Педченко М.Н., Струтинський В.Б. та ін. – К.: Вища школа, 1995. – 463 с.
5. Буренніков Ю.А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник/ Ю.А.Буренніков, І.А. Немировський, Л.Г. Козлов. Вінниця: ВНТУ, 2013. – 273 с.

Розділ «МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ В МАШИНОБУДУВАННІ»

1. Системи мехатроніки, основні складові, узагальнена структура, особливості будови та приклади застосування.
2. Особливості динаміки гідравлічного поршневого приводу з дросельним регулюванням швидкості та пропорційним керуванням, розрахунок основних параметрів.
3. Апаратні засоби обробки інформації в механотронних системах. Приклади використання.
4. Електрогідравлічні засоби реалізації систем керування гідроприводу. Загальні відомості та визначення, Умовні позначення.
5. Електрогідравлічні підсилювачі та слідкуючі приводи. Загальні відомості, умовні позначення, приклади використання.
6. Алгоритмічна мова LD та структура керуючих програм для механотронних систем циклової дії.
7. Перехідні процеси в гідравлічних механізмах з урахуванням розподіленої маси рідини. Частотні рівняння гідросистем.
8. Об'ємні насоси з машинним керуванням. LS система, її основні характеристики. Приклад принципової схеми системи з двома виконавчими пристроями та LS регулюванням тиску. Умовні позначення.
9. Типові схеми розвантаження насосного агрегату та їх вплив на енергетичні показники та коефіцієнт корисної дії систем мехатроніки.
10. Перехідні процеси в гідравлічних механізмах з урахуванням розподіленої маси рідини. Критерії динамічної оцінки гідросистем.
11. Гідравлічні клапани з пропорційним керуванням, різновиди та особливості використання. Принцип дії, умовні позначення, основні характеристики, приклади застосування.
12. Алгоритмічна мова STL та структура керуючих програм для механотронних систем циклової дії
13. Врахування перехідних процесів в трубопроводах гідравлічних та пневматичних систем приводів на засоби та алгоритм керування.
14. Гідроапаратура для регулювання витрати робочої рідини з пропорційним керуванням. Принцип дії, умовні позначення, приклади використання.
15. Алгоритмічна мова ST та структура керуючих програм для механотронних систем циклової дії.
16. Електрогідравлічні золотникові гідропідсилювачі. Стохастичні параметри статичних характеристик керуючих дроселюючих гідророзподільників.
17. Мехатронні системи та їх основні структурні рівні. Приклад автоматизованої мехатронної системи та приклади технічних засобів наповнення структурних рівнів..
18. Електропневматичні засоби контролю і керування, призначення, приклади технічної реалізації, приклад виробничої системи з використанням засобів електро-пнеумоавтоматики.
19. Різновиди промислових контролерів, основні параметри, особливості використання в системах керування гідро- і пневмоавтоматики.
20. Релейні датчики та сенсори мехатронних систем автоматики.
21. Алгоритмічна мова LD та структура керуючих програм для багаторежимних механотронних систем циклової дії.

22. Опис системи дискретної дії за допомогою таблиць стану та таблиць переходів. Загальний вигляд СКНФ та СДНФ.
23. Вплив умов та режимів експлуатації на вибір засобів контролю і керування в системах мехатроніки.
24. Алгоритмічна мова STL та структура керуючих програм для багаторежимних механотронних систем циклової дії.
25. Опис систем циклової дії за допомогою циклограм. Зображення зв'язків між діями виконавчих пристроїв та зовнішніми сигналами і сигналами від датчиків контролю.
26. Моделювання динаміки гідравлічного приводу з програмованим керуванням і дросельним регулюванням швидкості руху робочого органу.
27. Алгоритмічна мова ST та структура керуючих програм для багаторежимних механотронних систем циклової дії.
28. Визначення властивостей елементів приводу за допомогою імітаційного моделювання. Моделювання дії клапану тиску в системі зі змінним навантаженням.
29. Таймер в PLC програмі, загальна структура, основні параметри, приклади програмування та використання в алгоритмі з кроковою структурою мовою LD.
30. Алгоритмічна мова STL та покрокова структура керуючих програм для механотронних систем циклової дії.
31. Гідропідсилювачі типу сопло-заслінка з електромагнітним керуванням та голчастим дроселем і струминною трубкою.
32. Розподільні (направляючі) гідроапарати з електромагнітним керуванням. Класифікація, умовні позначення, схеми під'єднання. Приклади застосування.
33. Алгоритмічна мова LD та покрокова структура керуючих програм для механотронних систем циклової дії.
34. Гідравлічні слідкуючі приводи мехатронних систем. Статичні характеристики гідравлічних слідкуючих приводів.
35. Використання пневматичних і гідравлічних виконавчих пристроїв в засобах автоматизації мехатронних систем.
36. Алгоритмічна мова ST та покрокова структура керуючих програм для механотронних систем циклової дії.
37. Циклові системи гідропровода з електрорелейним керуванням. Електрорелейна реалізація елементів пам'яті та логічних функцій.
38. Пневматичні виконавчі пристрої з бістабільним та моностабільним електромагнітним керуванням, особливості застосування та приклади використання.
39. Алгоритмічна мова LD та паралельна структура керуючих програм для механотронних систем циклової дії.
40. Циклові системи пневмоприводів з електрорелейним та програмованим керуванням. Склад, структура, схеми керування. Сервісні режими роботи систем, область застосування.
41. Таймер в PLC програмі, загальна структура, основні параметри, приклади програмування та використання в алгоритмі з кроковою структурою мовою STL.
42. Алгоритмічна мова ST та паралельна структура керуючих програм для механотронних систем циклової дії.
43. Ультразвукова кавітація. Системи подачі рідини та засоби регулювання витрати ультразвукових диспергаторів.

44. Датчики, сенсори та перетворювачі сигналів механотронних систем.
45. Алгоритмічна мова STL та паралельна структура керуючих програм для механотронних систем циклової дії.
46. Виконавчі пристрої механотронних систем на основі ультразвукових кавітаційних камер. Параметри, типові характеристики, області застосування.
47. Модульний підхід до побудови моделей та систем механотроніки.
48. Сенсори та датчики контролю параметрів дії приводів: тиску, витрати, навантаження, положення, швидкості. Основні характеристики та вимоги до засобів контролю.
49. Таймер в PLC програмі, загальна структура, основні параметри, приклади програмування та використання в алгоритмі з паралельною структурою мовою STL.
50. Методи структурного синтезу систем механотроніки. Области застосування, порівняльні характеристики, приклад.
51. Гідравлічні приводи з електрорелейним та програмованим керуванням. Структура принципових схем, приклади застосування.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Губарев О.П. Мехатроніка: Циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації / Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. // К.: НТУУ"КПІ", 2016. – 160 с.
2. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика. Підручник. Федорець В.О., Педченко М.Н., Струтинський В.Б. та ін. - К.: Вища школа, 1995. - 463 с.
3. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями: навч. посіб. /О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова, К.О. Беліков, А.М. Муращенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 14,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 104 с.
4. Буренніков Ю.А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник/ Ю.А.Буренніков, І.А.Немировський, Л.Г.Козлов. Вінниця: ВНТУ, 2013. – 273 с.

Розділ «АВТОМАТИЗОВАНІ ЛОГІСТИЧНІ СИСТЕМИ»

1. Проектування логістичних систем

- 1.1. Функціональна, фазова і інституційна структуризація логістичних систем.
- 1.2. Структура товару і послуги як логістичного продукту. Відмінності логістичних систем послуг (SRL) від логістичних систем товарів (CRL).
- 1.3. Етапи життєвого циклу логістичної системи. Логістичний цикл та його складові.
- 1.4. Поняття логістичної стратегії підприємства: визначення, призначення, основне завдання, принципи вибору та формування. Базові логістичні стратегії підприємства та шляхи їх реалізації.
- 1.5. Узагальнений алгоритм проектування логістичних систем. Порядок аналізу логістичної системи.
- 1.6. Фактори впливу зовнішнього і внутрішнього середовища на логістичну систему. Логістичний аудит підприємства.
- 1.7. Потужності логістичної системи, методи їх прогнозування і оптимізації.
- 1.8. Оцінка функціонування логістичної системи Категорії і характеристика показників оцінки логістичної системи.
- 1.9. Вантажна одиниця" як об'єкт гармонізації потужностей логістичної системи.
- 1.10. Логістична інфраструктура та її складові. Місце логістичної інфраструктури в системі ринкової інфраструктури.
- 1.11. Поняття аутсорсингу. Види аутсорсингу. Основні мотиви і критерії прийняття рішень про застосування аутсорсингу.
- 1.12. Логістичні оператори, їх типи і функції.
- 1.13. Віртуальні підприємства, їх класифікаційні ознаки, функціональні можливості і етапи створення.
- 1.14. Логістичні центри, їх класифікація і принципові моделі.
- 1.15. Традиційний та логістичний підходи до організації внутрішньовиробничих систем. Порівняння традиційної та логістичної виробничих філософій.

2. Проектування автоматизованих транспортно-складських систем

- 2.1. Класифікація транспортно-складських комплексів. Функції складів та їх типи.
- 2.2. Особливості складських комплексів для зберігання тарно-штучних вантажів. Обладнання, що використовується на складах тарно-штучних вантажів. Стелажі та їх класифікація.
- 2.3. Контейнерні пункти, їх розрахунок. Обладнання контейнерних пунктів.
- 2.4. Особливості складів сипучих вантажів. Обладнання складів сипучих вантажів. Розрахунок силосів, резервуарів, бункерів.
- 2.5. Класифікація промислових роботів. Кінематична структура, конструктивні елементи і привід промислових роботів. Види захватів промислових роботів. Системи управління промисловими роботами.
- 2.6. Гнучка виробнича система (ГВС). Структура та основні завдання ГВС. Функції компонентів ГВС стосовно транспортно складського комплексу.
- 2.7. Технічні засоби автоматизованого обліку вантажів. Технічні засоби вимірювання рівня вантажу в силосах, бункерах і резервуарах.
- 2.8. Економіко-математичні моделі для розв'язання оптимізаційних задач оперативного планування ТСК.

3. Логістичне обладнання транспортно-технологічних систем

- 3.1. Основні типи транспортно-технологічних систем. Призначення, класифікація технічних засобів ТТС. Класифікація транспортних систем у виробничому технологічному процесі.

3.2. Завантажувальні пристрої в автоматичних лініях. Конвеєри для безперервного примусового та переривчастого примусового транспортування штучних деталей.

3.3. Конструкції лотків для самотічного та напівсамотічного транспортування окремих деталей та їх розрахунок. Прохідність деталей в лотках.

3.4. Пневмотранспортні системи для транспортування сипучих вантажів.

3.5. Гідротранспортні системи для транспортування рідинних і сипучих вантажів. Безнапорний транспорт.

3.6. Метальні машини. Схеми металевих машин та їх розрахунок.

3.7. Бункери. Розрахунок бункерів.

3.8. Накопичувальні пристрої та живильники.

4. Динаміка підйомно-транспортних машин

4.1 Приведення зовнішніх навантажень, жорсткостей, мас і моментів інерції в розрахункових схемах машин.

4.2 Складання рівнянь динаміки жорстких систем.

4.3 Складання рівнянь динаміки пружних систем з обмеженим числом мас.

4.4 Врахування в математичних моделях вантажопідіймальних кранів приведеної сили приводу (в рушійних і гальмівних режимах).

4.5 Розрахункові схеми (динамічні моделі) та рівняння руху мостових кранів при їх пересуванні. Розрахунок коефіцієнтів диференціальних рівнянь руху мостових кранів при роботі механізмів пересування.

4.6 Методика оптимізації характеристик механізмів пересування вантажопідіймальних кранів за узагальненим критерієм.

4.7 Визначення пускових навантажень і умов резонансу механізмів пересування кранів.

4.8 Завдання утилізації енергії з метою запобігання її шкідливого або руйнівного впливу. Розрахунок буферів кранів (візків) при зіткненні з тупиковими упорами.

4.9 Тримасова розрахункова схема (динамічна модель) мостового крана при роботі механізму підйому. Розрахунок коефіцієнтів диференціальних рівнянь руху мостового крана при роботі механізму підйому.

4.10 Перехідні процеси при роботі механізму підйому вантажу з жорсткої основи. Визначення динамічних навантажень при підйомі вантажу з «підхопленням».

4.11 Розрахункова схема (динамічна модель) крана з розподіленою масою пролітної будови при роботі механізму підйому.

4.12 Перехідні процеси та динамічні навантаження в механізмах повороту стрілових кранів.

4.13 Ударне навантаження механізмів і машин. Ударне навантаження одномасової та двомасової систем.

4.14 Розрахунок віброізоляції елементів вантажопідіймальних машин.

4.15 Динамічні навантаження під час пуску і зупинки конвеєрів. Динамічні навантаження, що діють на тяговий орган ланцюгових конвеєрів.

4.16 Розгойдування вантажів, що переміщуються кранами.

4.17 Стійкість вантажопідіймальних кранів.

5. Діагностика і промислова безпека підйомно-транспортних машин

5.1 Основні поняття технічної діагностики і прогнозування. Діагностичні параметри технічного стану ПТМ.

5.2 Тестове діагностування. Функціональне діагностування.

5.3 Аналіз технічного стану ПТМ по методу Байеса.

- 5.4 Діагностика зубчастих передач, редукторів, валів, муфт.
- 5.5 Діагностика канатів, канатних блоків, барабанів, гакових підвісок.
- 5.6 Діагностика колодкових гальм (діагностичні параметри, норми, схеми пристроїв для діагностування).
- 5.7 Діагностика ходових коліс і підкранових колій.
- 5.8 Діагностування металоконструкцій вантажопідйомних машин.
- 5.9 Методика експертного обстеження металоконструкцій вантажопідйомних кранів.
- 5.10 Статичні та динамічні випробування вантажопідйомних машин.
- 5.11 Прогнозування залишкового ресурсу вантажопідйомних машин.
- 5.12 Діагностування електродвигунів, діагностування електричних схем силових ланцюгів і ланцюгів управління вантажопідйомних кранів.
- 5.13 Перевірка заземлення вантажопідйомних кранів.
- 5.14 Візуально-оптичні методи діагностування.
- 5.15 Електромагнітні (вихреструмові) методи і засоби діагностування.
- 5.16 Капілярні методи і засоби діагностування.
- 5.17 Магнітні методи і засоби діагностування.
- 5.18 Радіаційні методи і засоби діагностування.
- 5.19 Ультразвукові методи і засоби діагностування.
- 5.20 Контроль зварних швів за допомогою ультразвукових методів.
- 5.21 Метод акустичної емісії.
- 5.22 Вібродіагностика. Діагностика підшипників.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Організація та проектування логістичних систем: Підручник / за ред. проф. М. П. Денисенка, проф. П. Р. Лековця, проф. Л. І. Михайлової. - К.: Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
<http://www.lib.nau.edu.ua/booksfor nau/2010/Organiz%20ta%20proekt%20logistychnih%20sistem-Denisenko.pdf>
2. Крикавський Є. В., Чухрай Н. І., Чернописька Н. В. Логістика: компендіум і практикум. Навчальний посібник. – К., Кондор, 2009 – 338 с. <http://www.twirpx.com/file/1062636/>
3. Крикавський Є.В., Чернописька Н.В. Логістичні системи: Навч. посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка, 2009. – 264 с.
<http://www.twirpx.com/file/1001923/>
4. Проць Я.І. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. - 344 с.
http://libgen.io/_ads/E0F13EFFF134D61F2BB141A78C8B6E5A
5. Моделювання динаміки механізмів вантажопідйомних машин / [Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Діктерук М.Г., Пастушенко С.І.]. – К. – Миколаїв: РВВ МДАУ, 2004. – 286 с.
6. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О. Динаміка і оптимізація режимів руху мостових кранів. – К.: ЦП «КОМПРІНТ», 2016. – 310 с.
7. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник / В.С. Бондарев та ін. – К.: Вища шк., 2009. – 734 с.
8. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів: НПАОП 0.00-1.03-07. – К.: Основа, 2007. – 312 с.
9. Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів: НПАОП 0.00-1.02-08. – К.: Держгірпромнагляд, 2008.

Розділ «ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ»

1. Основні поняття і визначення технології машинобудування як науки

1.1. Технологічний процес. Операція, установ, технологічний перехід. Тип виробництва. Масове, серійне, одиничне, багатонаменклатурне виробництво. Методи визначення типу виробництва. Припуск, операційний припуск, заготовка.

1.2. Машина як об'єкт виробництва. Службове призначення машин. Вузол, складальна одиниця. Системи показників якості машин. Показники якості деталей: геометрична точність, якість поверхневого шару, міцність, зносостійкість тощо. Основи розробки конструкцій деталей. CAD-системи як складова CALS-технологій.

2. Технологічні основи досягнення якості машин

2.1. Основи базування. Теоретичні основи визначення положення твердого тіла у просторі. Поняття про базування, бази, види баз. Основи вибору технологічних баз. Принцип єдності баз.

2.2. Теорія розмірних ланцюгів. Основні поняття і визначення розмірних ланцюгів. Методика побудови розмірних ланцюгів. Розмірний аналіз технологічних процесів. Визначення операційних розмірів за допомогою графів.

2.3. Точність обробки. Складові похибки обробки. Відхилення розмірів деталей від номінальних. Визначення точності виготовлення методами математичної статистики. Закони розсіювання випадкових величин. Практичне застосування законів розсіювання розмірів для аналізу точності обробки.

2.4. Технологічна оброблювальна система. Вплив жорсткості ТОС на похибку обробки. Методи визначення жорсткості ТОС. Динамічні явища при обробці різанням. Коливання ТОС та методи їх усунення. Гранична глибина різання і сталість процесу обробки.

2.5. Вплив зносу інструменту на точність обробки. Розмірне зношування та зношування з втрачанням різальних властивостей. Настроювання та підналагодження розмірного ланцюга ТОС. Методи настроювання.

2.6. Вплив теплових явищ при обробці на точність та якість поверхневого шару. Температурні деформації ТОС. Перерозподіл внутрішніх напружень. Методи визначення температури в зоні різання. Методи вимірювання внутрішніх напружень. Методи визначення структури поверхневого шару та його дефектів.

2.7. Оптимізація технологічних процесів. Формулювання задачі оптимізації, визначення критерію (чи критеріїв), системи обмежень, керуючих вимірів. Методи розв'язання задачі оптимізації. Оптимізація технологічної операції.

3. Основи розробки технологічних процесів виготовлення машин

3.1. Розробка технологічного процесу як ітераційний процес проектування. Автоматизація технологічної підготовки виробництва. Системи автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП). Структура і основні завдання САПР ТП. Підготовка вхідної інформації, бази даних, алгоритми, вихідна інформація.

3.2. Вибір заготовки, як ітераційний процес, що базується на економічному критерії. Методи розрахунку припусків. Розробка послідовності обробки поверхонь деталей та визначення необхідних переходів. Обґрунтування вибору обладнання та іншої технологічної оснастки. Планування розміщення обладнання на дільниці механічного цеху. 3.3. Верстатні пристрої. Універсальні пристрої УСП, СРП. Базові, установчі та затискні елементи. Методика розрахунків верстатних пристроїв. Розрахунки на точність. Розрахунки для

визначення необхідної сили затиску. Вибір типу приводу. Розрахунки силових перетворювачів. Визначення жорсткості.

3.3. Методи підвищення продуктивності. Шляхи і засоби скорочення основного технологічного часу. Суміщення переходів. Диференціювання та концентрація операцій. Скорочення допоміжного часу. Групова технологія.

3.4. Поняття про собівартість виготовлення. Складові собівартості продукції. Методи калькуляції собівартості. Коефіцієнт завантаження обладнання.

4. Технологія виготовлення деталей машин

4.1. Методи лезової обробки поверхонь деталей машин. Типові технологічні схеми токарної обробки. Верстати, інструмент для токарної обробки. Режими обробки. Типові технологічні схеми свердлильної обробки. Верстати, інструмент для свердлильної обробки. Зенкерування, розвертування, нарізання різьби. Типові технологічні схеми фрезерної обробки. Верстати, інструмент для фрезерування поверхонь деталей. Типові схеми стругальної та довбальної обробки. Верстати, інструмент.

4.2. Методи обробки зубчастих коліс. Технологічні схеми зубообробних операцій для циліндричних, конічних, черв'ячних коліс. Верстати, інструмент. Абразивна обробка зубчастих коліс, технологічні схеми абразивної обробки. Верстати, інструмент.

4.3. Методи абразивної обробки поверхонь деталей машин. Технологічні схеми врізного круглого шліфування, повздовжнього круглого і плоского шліфування. Хонінгування, суперфінішування, обробка вільним абразивом. Абразивний і алмазний інструмент. Методика правки.

4.4. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки деталей машин. Технологічні схеми, верстати, інструмент. Зміцнювально-оздоблювальна обробка поверхонь деталей.

5. Автоматизація технологічних процесів

5.1. Автоматизовані і автоматичні виробництва. Гнучкі автоматизовані технологічні комплекси. Особливості та порядок побудови автоматизованих технологічних процесів. Цільові механізми для автоматизації технологічних процесів. Автоматизовані та автоматичні контрольно-вимірювальні комплекси. Автоматизація складальних робіт. Застосування роботів. Класифікація роботів. Роботизовані технологічні комплекси.

5.2. Технологічні процеси обробки на верстатах з ЧПУ. Основні технологічні схеми обробки. Багато операційні верстати з ЧПУ. Системи зміни інструменту. Технологічні схеми формоутворення складних поверхонь. Системи автоматизованого програмування САП для верстатів з ЧПУ. Вхідна інформація, структура і алгоритми САП, вихідна інформація. Корекція формоутворюючих рухів, оптимізація режиму різання. Напрямки розвитку САМ-систем як складової CALS-технології.

5.3. Циклові системи автоматичного управління. Функціональний модуль та типи функціональних модулів. Методи розробки логічних та циклових автоматів. Методи апаратної та програмної реалізації циклових САУ.

5.4. Безперервні системи автоматичного управління. Функціональні схеми САУ стабілізації, програмного управління, слідкуючих систем та адаптивних систем. Поняття передатної функції, структурної схеми САУ та об'єкту, що управляється. Характеристики систем і об'єктів: часові і частотні. Сталість та якість систем і об'єктів. Методи підвищення якості САУ в металообробці.

6. Основи управління технологічними операціями обробки різанням

6.1. Узагальнена структурно-параметрична модель процесу різання в замкненій пружній ТОС. Основні принципи оптимального управління. Методи управління за поточною, апріорною та апостеріорною інформацією.

6.2. Управління динамічними параметрами ТОС. Динамічні компенсатори коливань та їх розрахунок. Технологічна спадковість форми та її залежність від форми заготовки, динамічних параметрів ТОС і режиму різання. прогнозування технологічної спадковості.

6.3. Управління процесами абразивної обробки. Методи проектування оптимальних процесів абразивної обробки для врізного круглого шліфування, повздовжнього шліфування, плоского шліфування.

6.4. Управління процесами обробки на верстатах з ЧПУ. Загальні принципи управління. Математичні моделі токарної та фрезерної 2,5-D обробки поверхонь довільної форми.

6.5. Управління процесами обробки складних поверхонь деталей машин. Технологічні схеми та особливості обробки. САП як засіб управління процесом обробки на верстаті з ЧПУ за апріорною інформацією. Корекція формоутворюючих траєкторій та автоматичне визначення законів управління режимами різання.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Петраков Ю.В. Управління процесами різання на верстатах з ЧПК: монографія – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2025. – 296 с.
2. Петраков Ю.В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням / Київ.: УкрНДІАТ, 2004. – 383 с.
3. Петраков Ю.В. Теорія автоматичного управління в металообробці: Навч. Посібник. – К.: ІЗМН, 1999. – 212 с.
4. Петраков Ю.В. Методичні вказівки до виконання лабораторно-комп'ютерного практикуму з дисципліни «Теорія автоматичного управління технологічними системами», Політехніка, Київ.-2005. – 40 с.
5. Петраков Ю.В. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Теорія автоматичного управління технологічними системами», Політехніка, Київ.-2007.– 42 с.
6. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / [М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, А.І. Грабченко, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура.] – 3-є вид. перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2020. – 471 с.
7. Якимов О.В., Гусарев В.С. Якимов О.О., Лінчевський П.А. Технологія автоматизованого машинобудування: Підручник. -К.:ІСДО,1994. – 400 с.
8. Кирилович В.А., Сніцар В.Г., Юмашев В.Є. Технологія автоматизованого виробництва. Випуск 2. Лабораторний практикум. Навчально-методичний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 276 с.
9. Мельничук П.П. Технологія машинобудування. / П.П. Мельничук, А.І. Боровик, П.А. Лінчевський, Ю.В. Петраков. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 882 с.
10. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування : навч. посібник для студ. вищих техн. навч. закладів / С.Г. Бондаренко. – Львів : Магнолія, 2007. – 567 с.
11. Бондаренко С.Г. Розмірні зв'язки конструкцій і технологічних процесів: монографія / С. Г. Бондаренко, О. М. Чередніков. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 463 с.

Розділ «ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ В МАШИНОБУДУВАННІ»

I. ТЕОРІЯ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

1. Фізичні основи пластичної деформації. Будова металів і сплавів. Сили зв'язку в кристалах; типи кристалічних решіток; кристалографічні площини і напрямки та їх індекси.
2. Процес пластичної деформації в моно- і полікристалах; механізми холодної пластичної деформації; дефекти кристалічної решітки і їх роль в пластичній деформації; вплив розміру зерна на пластичність і опір пластичній деформації; криві зміцнення.
3. Вплив температури та швидкості деформування на процес і механізми пластичної деформації; класифікація і види пластичної деформації в залежності від температури і швидкості деформування; вплив температури на опір пластичній деформації; вплив швидкості на опір пластичній деформації; явище надпластичності.
4. Переміщення і деформації за пружної пластичної деформації; тензор деформацій і швидкостей деформацій, їх компоненти і інваріанти, умови сумісності деформацій і нестискаємості.
5. Напруження в твердому деформуємому тілі; тензор напружень, його компоненти і інваріанти. Напруження в площинах нахилених до осей координат. Плоский напружений стан.
6. Диференційні рівняння рівноваги.
7. Теорія головних дотичних напружень. Енергетична теорія пластичності. Окремі випадки основного рівняння пластичності. Канонічне рівняння пластичності. Коефіцієнт Лоде.
8. Методи визначення питомих зусиль і енергії деформування: метод сумісного рішення наближених рівнянь рівноваги і пластичності; метод ліній ковзання, енергетичні і варіаційні методи; поняття про методи нижньої оцінки, чисельні методи.
9. Визначення питомих зусиль і енергії при різанні, осаджуванні, прошивці, пресуванні, продольній прокатці, гнутті, витяжці.
10. Фізична природа контактного тертя. Види контактного тертя. Фактори, що впливають на контактне тертя. Експериментальні методи визначення коефіцієнту контактного тертя.

II. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

1. Нагрів металу під кування та об'ємне штампування; види нагріву їх характеристики і область застосування; теплообмін і теплопередача при нагріванні металу та охолодженні металу, режими нагріву і охолодження.
2. Класифікація операцій і розрахунок переходів вільного кування; термомеханічний режим кування металів і сплавів; особливості кування крупних зливків; вибір обладнання.
3. Різання сортового прокату на заготовки під об'ємне штампування; методи підвищення точності заготовок що відрізаються і якості поверхні зрізу.
4. Об'ємне штампування на молотах, КГШП, гідропресах і горизонтально-кувальних машинах; класифікація штампувань, розрахунок і проектування переходів, ручаїв і штампів в цілому; безоблойне та безнахилене штампування і його роль в підвищенні коефіцієнту використання металу.
5. Холодне висаджування і холодне об'ємне штампування (ХВ і ХОШ); матеріали для ХВ і ХОШ; класифікація деталей і побудова переходів; мастила для ХВ і ХОШ; вибір обладнання; отримання точних заготовок для ХВ і ХОШ.

6. Процеси прокатки, вальцювання, накатки, розкатки і обкатки; обробка на ротаційних машинах, розрахунок переходів і проектування оснастки.

7. Різання листового металу на ножицях; типи ножиць і область застосування. Гідромеханічне різання листових матеріалів і різання з використанням енергії випромінювання лазера, області їх раціонального застосування. Напружено-деформований стан роздільних операцій; вплив зазору на процес різання і якості поверхні зрізу; чистова вирубка і пробивка на спеціальних пресах; визначення зусиль і вибір обладнання; розрахунок виконавчих розмірів пуансонів і матриць.

8. Гнуття деталей з листових і профільних заготовок; класифікація деталей і типові технологічні процеси і схеми гнуття; напружено-деформований стан і згинальні моменти при пружному і чистопластичному згині; пружиніння при гнутті і його розрахунок при проектуванні штампів; особливості гнуття в штампах; розрахунок зусиль і вибір обладнання. Особливості гнуття з розтягом і область застосування цього процесу.

9. Витяжка, класифікація деталей і способів витяжки; напружено-деформований стан при витягуванні вісімметричних деталей з ізотропного матеріалу; вплив анізотропії на процес деформації при витягуванні; розрахунок заготовок при витягуванні вісесиметричних деталей: особливості процесу витягування деталей типу коробок. Розрахунок і побудова переходів при витягуванні деталей типових форм. Розрахунок тиску прижиму, зусилля та роботи витягування і вибір обладнання; методи інтенсифікації процесу витягування і область їх використання. Мастила при витягуванні, їх склад і класифікація.

10. Формувальні операції листового штампування: рельєфна формовка, відбортівка, обжим, роздача; напружено-деформований стан і визначення допустимого формозмінення; вибір обладнання і елементи конструкцій оснастки.

11. Проектування технологічних процесів і конструювання штампів для листового штампування, основні розрахунки на міцність і жорсткість; вибір матеріалів для деталей штампів, їх механічна і термічна обробка, методи підвищення стійкості штампової оснастки.

12. Основні поняття про структуру і задачі САПР технології і оснастки для кування, об'ємного і листового штампування, основні вимоги до оснастки для гнучких автоматизованих виробництв.

ІІІ. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

1. Кривошипні кувальсько-пресувальні машини; класифікація по кінематичним і конструктивним ознакам, їх кінематика, кінетостатика і динаміка, розрахунок вузлів приводу, графіки допустимих зусиль.

2. Муфти і гальма, системи управління і запобігання кривошипних кувальсько-пресувальних машин; засоби механізації і автоматизації в універсальних кувальсько-пресувальних машинах; розрахунок їх параметрів.

3. Розрахунок на міцність і жорсткість валів, шатунів, повзунів, станин; технологія і обладнання для виготовлення основних деталей і вузлів кривошипних кувальсько-пресувальних машин; складання і налагоджування машин.

4. Кривошипні і кривошипно-ричажні кувальсько-пресувальні машини спеціального призначення: преси для глибокого витягування і чистової вирубки, чеканки, гнуття; особливості кінематики і розрахунок основних параметрів.

5. Кривошипні преси для гарячого об'ємного штампування горизонтально-кувальні машини. Особливості конструкції і розрахунок основних параметрів; матеріали основних деталей, їх обробка і складання.

6. Листоштампувальні і кувальсько-пресувальні автомати; типи, призначення, особливості конструкції і кінематики; циклограми.

7. Гідравлічні преси для кування, об'ємного, листового штампування, пресування і брикетування; класифікація і типи приводів; конструкція і основи розрахунку елементів приводу, механізмів і апаратури управління і контролю; класифікація і конструкція станин; розрахунок станин, поперечин, колон; матеріали і обробка основних конструктивних елементів пресів; гнучкі автоматизовані модулі на базі гідропресів і перспективи розвитку гідропресового обладнання.

8. Машини ударної дії для обробки металів тиском; класифікація по типу привода, призначенню і конструктивним ознакам. Елементи теорії удару і енергетичний розрахунок привода машин ударної дії; режими і цикли роботи пароповітряних молотів і розрахунок їх основних параметрів; конструкція, розрахунок, виготовлення і складання основних вузлів пароповітряних молотів. Приводні пневматичні молоти; основні типи, схеми управління, цикл роботи, енергетика ККД; конструкції основних деталей, матеріали для їх виготовлення, обробка.

9. Спеціальні машини для обробки металів тиском; кувальні вальці і прокатні стани для виготовлення заготовок машинобудівних деталей; принцип дії і розрахунок приводу, ротаційні і радіально-кувальні машини; кінематичні схеми, елементи розрахунку приводу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. В.В. Хільчевський. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Підручник . Київ "Либідь" 2002. – 327 с.
2. Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. : підручник / В. В. Попович, В. В. Попович. – Львів : Світ, 2006. – 624 с. : іл.
3. Metal forming handbook / Schuler. – Berlin ; Heidelberg: Springer, 1998
4. А.М. Пашаєв, А.Х. Джанахмедов, Т.Г. Джаббаров. Авіаційне матеріалознавство. Баку, 2016. – 656 с.
5. Кривцов В.С. та ін. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки, - Харків, ХАІ, - 2002.
6. Деталі машин. Навчальний посібник. -К: Алерта, 2005. – 368 с.

Розділ «ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ВЕРСТАТІВ, РОБОТІВ ТА МАШИН»

1. Металорізальні верстати: кінематика, проектування, розрахунок

1.1. Загальні принципи проектування верстатів. Забезпечення показників працездатності сучасних верстатів. Розробка технічних характеристик та компоновок.

1.2. Класифікація виконавчих рухів верстата. Рівняння настроювання кінематичних ланцюгів. Методи формоутворення поверхонь різанням.

1.3. Методи виготовлення циліндричних прямозубих та косозубих зубчастих коліс. Методи виготовлення черв'ячних коліс. Методи нарізання конічних коліс, поняття про плоске виробляюче колесо.

1.4. Особливості кінематики верстатів з ЧПК та оброблюючих центрів.

1.5. Приводи металорізальних верстатів. Особливості проектування приводів головного руху та подач. Вибір електродвигунів та розрахунок їх режиму роботи і необхідної потужності.

1.6. Кінематичний аналіз коробок передач. Проектування приводів з безступінчастим регулюванням швидкостей.

1.7. Вимоги до тягових пристроїв приводів подач верстатів з ЧПК, забезпечення беззаяорності рухомих з'єднань.

1.8. Проектування шпиндельних вузлів металорізальних верстатів. Порівняльна характеристика опор ШВ. Конструктивна реалізація ШВ на опорах рідинного і газового тертя та на опорах кочення. Конструкції шпиндельних опор, засоби їх регулювання. Схеми живлення та конструкції дроселів шпиндельних опор ковзання. Системи змащування шпиндельних вузлів. Вибір типу та конструктивна реалізація ущільнень. Статичний та динамічний розрахунок ШВ.

1.9. Проектування тягових пристроїв приводів лінійного руху. Порівняльна характеристика тягових пристроїв. Розрахунок та конструктивна реалізація приводів з гвинтовими парами ковзання та кочення. Роликові планетарні гвинтові передачі.

1.10. Проектування напрямних металорізальних верстатів. Вибір типу напрямних та їх порівняльна характеристика. Конструктивна реалізація напрямних ковзання змішаного рідинного і газового тертя та тертя кочення.

1.11. Сучасні конструкції напрямних кочення. Засоби підвищення працездатності напрямних різного типу.

1.12. Розрахунки напрямних ковзання та кочення. Способи регулювання зазорів в напрямних ковзання та кочення.

1.13. Базові деталі верстатів. Основі вимоги та принципи розрахунку. Використання неметалевих матеріалів.

1.14. Функціональні механізми металорізальних верстатів. Загальні відомості про механізми повороту, фіксації та точної зупинки робочих органів.

1.15. Цільові механізми завантаження та затиску заготовок. Запобіжні механізми. Механізми мікропереміщень.

2. Обладнання автоматизованого виробництва

2.1. Методи і засоби жорсткої і гнучкої автоматизації обробки металів різанням.

2.2. Конструкція токарних багатшпиндельних автоматів і принципи побудови технологічного процесу обробки на цих автоматах.

- 2.3 Принципи побудови та особливості конструкції оброблюючих центрів.
- 2.4. Класифікація і конструкція механізмів автоматичної зміни інструментів на верстатах з ЧПК.
- 2.5. Засоби автоматичної зміни деталей та їх конструктивна реалізація.
- 2.6. Точність верстатів з ЧПК. Засоби забезпечення. Розрахунок точності кінцевих положень робочих органів поступальної і поворотної дії.
- 2.7. Маніпулятори та промислові роботи. Класифікація, компоновочні схеми, порівняльна характеристика.
- 2.8. Конструктивна реалізація вузлів промислових роботів. Класифікація захватних пристроїв промислових роботів і розрахунок зусиль затискних пристроїв.
- 2.9. Використання промислових роботів у складі РТК. Типові компоновки та вибір верстата і відповідного робота.
- 2.10. Особливості складальних роботів.
- 2.11. Верстати з паралельною кінематикою. Переваги і недоліки, класифікація.

3. Гідропневмопривід та гідропневмоавтоматика верстатів

- 3.1. В'язкість рідини. Кінематична та динамічна в'язкість. Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості від температури та тиску. Рівняння Д.Бернуллі. Гідравлічні втрати і витікання, розрахунок втрати тиску. Витрати робочої рідини через отвори або щілини.
- 3.2. Гідронасоси і гідродвигуни. Принцип роботи, особливості конструкцій і розрахунок продуктивності шестерних, лопатних і поршневих насосів і гідродвигунів. Статика і динаміка гідродвигунів поступального руху.
- 3.3. Регулювання швидкості гідросистем. Об'ємний і дросельний способи регулювання швидкості, їх переваги і недоліки.
- 3.4. Апаратура керування і розподілення рідини. Запобіжні переливні і редуційні клапани. Дроселі і регулятори швидкості. Гідророзподільники, допоміжні гідроагрегати.
- 3.5. Довести залежність витратної характеристики золотникового розподільника від величини зміщення золотника. Дати оцінку впливу дросельного ефекту золотника на роботу гідроприводу
- 3.6. Обґрунтувати залежність величини похибки слідкування гідравлічного слідкуючого привода з однокромковим золотником від тиску нагнітання.
- 3.7. Гідропідсилювачі: золотникові, типу сопло-заслінка, зі струмінною трубкою і голчастим дроселем. Принцип дії, конструктивні особливості, статичні характеристики.
- 3.8. Визначити ефективну область відкриття дроселя сопло-заслінка, а також зазор між соплом і заслінкою у нейтральному положенні.
- 3.9. Гідравлічні слідкуючі приводи з одно-, двох- і чотирьох кромочними золотниками. Принцип дії, статичні розрахунки. Слідкуючі приводи з підсилювачами типу соплозаслінка, із струмінною трубкою.
- Проаналізувати вплив конструювання копювальних гідравлічних слідкуючих приводів на можливість обробки ступінчастих валів
- 3.10. Пневмоавтоматика. Універсальна система елементів пневмоавтоматики, типи елементів, принцип дії. Виконання логічних операцій з використанням пневморелейних систем. Принцип побудови елементів струмінної техніки. Елементи неперервної і дискретної дії, синтез систем керування.
- 3.11. Визначити постійну часу наповнення пневмокамери за графіком перехідного процесу

4. Різальний інструмент та інструментальне забезпечення автоматизованого виробництва

4.1. Різці. Класифікація різців і їх конструктивні особливості. Геометричні параметри різців.

4.2. Свердла. Типи свердел. Конструктивні особливості спіральних свердел та геометричні параметри різальної частини.

4.3. Протяжки. Типи протяжок. Конструктивні особливості протяжок профільної, генераторної та групової схем різання. Конструктивні елементи протяжок для обробки отворів і особливості геометричних параметрів різальної та калібрувальної частини.

4.4. Інструменти для нарізання різьби. Дві основні схеми формування різьбових поверхонь. Типи інструментів для нарізання різьб та особливості їх геометричних характеристик.

4.5. Фрези. Класифікація фрез і їх конструктивні елементи. Особливості фрез з гостро заточеними та затилованими зубами.

4.6. Принципи профілювання різального інструменту для сучасних верстатів. Коротка характеристика особливостей інструменту іноземних фірм, які представлені на ринку України.

5. Математичне моделювання верстатів

5.1. Математичні моделі процесів та систем. Загальні символічні математичні моделі динамічних систем верстатів. Загальна характеристика системи графоаналітичного моделювання Simulink пакету Matlab. Зміст базових розділів бібліотеки Simulink та розділи бібліотеки, призначені для створення структури S-моделі. Додаткові розділи бібліотеки.

5.2. Постановка задачі, розробка динамічних моделей супортної групи верстата. Аналітичний опис динамічних переміщень різця, розробка моделі та перевірка її адекватності. Чисельний експеримент по визначенні впливу основних параметрів супорта на його динамічні властивості. Доопрацювання моделі з метою підвищення її універсальності. Розробка математичної моделі шпинделя і приводу головного руху. Математичне моделювання динамічної системи шпинделя під дією зовнішнього навантаження силою різання. Математичні моделі просторового руху динамічних систем верстатів

5.3. Розробка загальної моделі верстата і постановка задач моделювання. Порівняння результатів моделювання із експериментальними даними. Математичне моделювання випадкових процесів у динамічній системі верстата та їх експериментальні виміри.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Металообробне обладнання. Кінематичний аналіз металорізальних верстатів. Навч. Посіб. / Ю.М. Данильченко, О.В. Шевченко, В.А. Ковальов, В.Н. Волошин. – К: НТУУ «КПІ», 2007. – 57 с.
2. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика: Підручник / В.О.Федорець, М.Н.Педченко, В.Б.Струтинський та ін. за ред. В.О.Федорця. – К.: Вища школа 1987. – 463 с.
3. Технічна гідромеханіка. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика. Підручник / В.О.Федорець, М.Н.Педченко, О.О.Федорець та інш. за ред. В.О.Федорця. – Житомир, 1998. – 412 с.

4. Кузнєцов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія / Упоряд. Кузнєцов Ю.М., - К. - Тернопіль: Терно-граф, 2011. - 692 с
5. Кузнєцов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2. – К. – Тернопіль. ТОВ «ЗМОК» - ПП «Гнезіс», 2001. – 298 с.
6. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки. – Житомир : ЖДТІ, 2001. –612 с.
7. Струтинський В.Б., Мельничук П.П. Математичне моделювання металорізальних верстатів. – Житомир: ЖДТІ, 2002. –544 с.
8. Крижанівський В.А., Кузнєцов Ю.М., Кириченко А.М. та ін.. Агрегатно-модульне технологічне обладнання . Ч1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. – Кіровоград, 2003 – 422 с.

Розділ «ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМОУТВОРЕННЯ ДЕТАЛЕЙ»

1. Теорія формоутворення поверхонь різанням

- 1.1 Способи визначення вихідних інструментальних поверхонь.
- 1.2 Умови формоутворення поверхонь.
- 1.3 Загальна методика профілювання фасонних різальних інструментів.
- 1.4 Профілювання радіального призматичного різця для оброблення поверхонь обертання.
- 1.5 Профілювання стругального фасонного різця.
- 1.6 Профілювання точних фасонних фрез.
- 1.7 Профілювання фасонних фрез, затілених по колу.
- 1.8 Профілювання фрез, затілених по колу.
- 1.9 Графічне профілювання черв'ячних шліцевих фрез способом спільних нормалей.
- 1.10 Графо-аналітичне профілювання обточувальних інструментів.
- 1.11 Профілювання чашкового різця способом копіювання послідовних положень профілю деталі.
- 1.12 Визначення діаметру шліфувального круга при заточуванні протяжки.
- 1.13 Інструменти для обробки циліндричних зубчастих коліс, заснованих на схемах формоутворення першого класу. Визначення профілю їх вихідних поверхонь.
- 1.14 Перевірка конструкції довбача на відсутність інтерференції нарізаємих довбачем зубчастих коліс.
- 1.15 Визначення зони сточування зуборізних довбачів.

2. Теорія проектування різального інструменту

- 2.1 Геометричні параметри різальних інструментів. Їх вплив на працездатність різального інструменту.
- 2.2 Загальна теорія аналітичного визначення геометричних параметрів різальної частини інструментів.
- 2.3 Визначення дотичної до різальної кромки в її досліджуваній точці.
- 2.4 Основи теорії графічного визначення геометричних параметрів різальної частини інструментів

2.5 Геометрія задньої поверхні спірального свердла в статичній системі координат

2.6 Геометрія передньої поверхні свердла в статичній системі координат.

2.7 Геометрія перемички спірального свердла.

2.8 Геометрія різальної частини затілених фасонних фрез.

2.9 Визначення геометричних параметрів довбачів.

2.10 Визначення геометричних параметрів призматичних радіальних різців.

2.11 Визначення товщини зрізу в довільній точці різальної кромки спірального свердла.

2.12 Затілені задні поверхні. Їх аналіз при різних способах затілення.

2.13 Затілення черв'ячних фрез.

2.14 Теорія визначення швидкості різання при різних кінематичних схемах обробки.

2.15 Шляхи удосконалення конструкцій інструменту за рахунок перерозподілу завантаження ділянок різальних кромок і використання раціональних схем зрізування припуску.

3. Інструментальне забезпечення оброблення різанням

3.1 Надтверді матеріали. Інструменти з надтвердих матеріалів. Типи, особливості конструкцій та область застосування.

3.2 Тверді металокерамічні сплави. Класифікація. Область застосування.

3.3 Типи токарних різців. Їх застосування та конструктивні особливості.

3.4 Типи осьових інструментів, їх конструктивні особливості.

3.5 Типи розверток. Їх конструктивні особливості та область застосування.

3.6 Типи і особливості конструкцій торцевих фрез.

3.7 Інструменти для нарізання внутрішньої різьби. Їх конструктивні особливості.

3.8 Інструменти для нарізання зовнішньої різьби. Конструктивні особливості.

3.9 Типи протяжок, область їх застосування. Конструктивні особливості.

3.10 Довбачі, кінематика різання. Типи та їх конструктивні особливості.

3.11 Черв'ячні фрези для обробки зубчастих коліс. Конструктивні та геометричні параметри.

3.12 Інструменти для нарізання зубів конічних коліс.

3.13 Інструменти для чистової обробки зубчастих коліс. Особливості конструкцій та застосування.

3.14 Види автоматизованого виробництва та основні вимоги до інструментів, що застосовуються в них.

3.15 Структура САПР РІ та її проектних модулів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Равська Н.С. Металорізальні інструменти // Н.С. Равська, П.П. Мельничук, Р.П. Родін / Київ, 2016. – 612 с.
2. Солодкий В.І. Основи формоутворення поверхонь різанням / В.І.Солодкий, Д.О.Красновид, О.А.Плівак. - Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського. - 2019. – 441 с. Гриф надано Вченою Радою КПІ ім. Ігоря Сікорського Протокол № 2 від 11.02.2019 р.
3. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів : підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. – 2-е вид. перероб. і доп. – Львів : Новий світ-2000, 2011. – 422 с.

4. Солодкий В.І. Конструкторське забезпечення інструментальних систем: Основи різального інструмента [Електронний ресурс] : Підручник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка / В. І. Солодкий – Електронні текстові дані. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 331 с. Гриф надано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Протокол № 4 від 27.06.2022 р. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48281>
5. Кукляк М.Л.,Афтаназів І.С., Юрчишин І.І. Металорізальні інструменти. Проектування. – Львів: Львівська політехніка, 2002. – 455 с.
6. Швець С.В. Металорізальні інструменти: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2007. – 185 с.
7. Солодкий В.І. Проектування металорізальних інструментів: Навч. посіб. / В.І.Солодкий, С.В.Майданюк, О.А.Плівак. – Київ: НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017 -170 с. Гриф надано Вченою Радою КПІ ім. Ігоря Сікорського Протокол № 4 від 03.04.2017 р. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27532>
8. Солодкий В.В. Основи різального інструмента. Експериментальні дослідження/ В.І.Солодкий, О.А.Плівак. - Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського. - 2021. – 368 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Протокол № 2 від 09.12.2021 р. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/45844>
9. Солодкий В.І. Основи проектування різального інструмента. Частина 1 / В.І.Солодкий, О.А.Плівак. – Київ: НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020 -220 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Протокол № 2 від 01.10.2020 р. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/37258>
10. Солодкий В.І. Основи проектування різального інструмента. Частина 2 / В.І.Солодкий, О.А.Плівак. – Київ: НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021 -178 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Протокол № 6 від 15.02.2021 р. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/39956>
11. Равська Н.С. Технологія інструментального виробництва / [Н.С. Равська, П.П. Мельничук, А.Г. Касьянов, Р.П. Родін]. - Житомир: Житомирський інженернотехнологічний інститут, 2001, - 555 с.
12. Равська Н.С. Різальний інструмент: Лабораторний практикум/ [Н.С. Равська, П.Р. Родін, П.П. Мельничук, В.І. Солодкий та ін.]. – Житомир, "ЖІТІ", 2002. – 298 с.
13. В.І.Солодкий, Різальний інструмент. Лабораторний практикум / Солодкий В.І., Плівак О.А. - Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського. -2018. – 278 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Протокол № 7 від 29.03.2018 р. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27533>

Розділ «ЛАЗЕРНА ТЕХНІКА ТА ПРОЦЕСИ ФІЗИКО- ТЕХНІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ»

1. Лазерна технологія

1.1. Лазерний промінь - новий тип універсального інструменту.

Принципи роботи лазерів. Типи та конструкції лазерів. Загальні характеристики твердотільних, газових, напівпровідникових та рідинних лазерів. Перспективи розробки нових типів лазерів.

Характеристики лазерного випромінювання, монохроматичність, когерентність, направленість випромінювання. Просторово-часова структура випромінювання.

Управління лазерним випромінюванням. Зміна та контроль параметрів випромінювання. Методи формування випромінювання. Способи фокусування. Управління переміщеннями випромінювання у просторі.

Головні переваги лазерного променя як нового типу універсального інструменту.

1.2. Фізичні основи взаємодії лазерного випромінювання з речовиною.

Ефективність взаємодії лазерного випромінювання з речовиною.

Поглинання та відбиття випромінювання. Ефект поляризації променя.

Теплофізика дії лазерного променя на матеріал. Поглинання та передача енергії, нагрівання та плавлення. Теплові задачі в лазерній обробці.

Структурно-фазові перетворення, що відбуваються в матеріалах при лазерному опроміненні: у вуглецевих та легованих сталях, чавунах, кольорових металах та сплавах.

1.3. Лазерна поверхнева обробка матеріалів.

Зміцнення імпульсним, безперервним та скануючим випромінюванням. Визначення технологічних параметрів різних способів поверхневої обробки. Технологічні схеми та характеристики процесів лазерного зміцнення; приклади застосування. Способи лазерного поверхневого легування; особливості розрахунку режимів; технологічне обладнання. Способи лазерного поверхневого наплавлення; особливості розрахунку та визначення технологічних параметрів процесу; способи реалізації та пристрої для дозування та подачі легуючих добавок чи матеріалів, що наплавляються, в зону дії лазерного променя. Технологічні закономірності процесів лазерного легування та наплавлення.

1.4. Лазерне прототипування трьохвимірних виробів.

Лазерна стеріолітографія. Пошарове створення трьохвимірних як металевих, так і неметалевих виробів з застосуванням лазерного випромінювання. Лазерне газопорошкове рідинно-фазне спікання трьохвимірних металевих виробів.

1.5. Лазерна розмірна обробка.

Обробка отворів. Основні технологічні закономірності. Вибір режимів, якість обробки. Точність обробки. Способи удосконалення обробки отворів. Типові технологічні процеси та обладнання. Розрізання лазерним променем. Основні технологічні закономірності різання імпульсним випромінюванням. Технологічні параметри. Вибір режимів. Якість процесу. Технологічні характеристики процесу розрізання безперервним випромінюванням. Розрізання металевих матеріалів. Особливості розрізання неметалевих матеріалів. Лазерне скрайбування та терморозколювання крихких матеріалів. Галузі застосування та типові технологічні процеси і обладнання. Лазерне маркування та гравірування. Лазерне динамічне балансування промислових виробів.

1.6. Лазерне зварювання матеріалів.

Способи лазерного зварювання та його технологічні особливості. Фізичні процеси утворення зварного з'єднання при зварюванні матеріалів малих товщин. Фізичні процеси утворення зварного з'єднання при лазерному зварюванні з глибоким проплавленням. Технологічні процеси лазерного зварювання матеріалів малої товщини та процеси лазерного зварювання з глибоким проплавленням. Гібридні технології лазерного зварювання. Приклади промислового застосування лазерного зварювання.

1.7. Інші нові застосування лазерного випромінювання.

Інтенсифікація механічної обробки використанням додаткового лазерного нагрівання. Лазерна правка абразивних кругів. Особливості дії лазерного випромінювання на біологічні об'єкти. Лазерна гіпертермія, зварювання та абляція біологічних тканин. Медичне обладнання на базі лазерів різних типів.

2. Фізико-технічні методи обробки

2.1. Електророзрядна обробка.

Фізика процесу. Генератори імпульсів. Параметри імпульсів току. Технологічні характеристики електророзрядної обробки. Типові технологічні процеси та обладнання.

2.2. Електрохімічна обробка.

Закони Фарадея. Електрохімічний еквівалент. Електроліти для обробки.

Електро-хіміко-гідравлічна обробка. Технологічні характеристики. Типові технологічні операції та обладнання. Розрахунок режимів та інструменту.

Електро-хіміко-механічна обробка. Схеми процесу та параметри. Типові технологічні процеси та обладнання.

2.3. Ультразвукова обробка.

Методи генерування механічних коливань ультразвукового діапазону. Розмірна обробка у середовищі абразивної суспензії. Механізм обробки. Обладнання. Розрахунки інструменту. Галузі застосування. Типові операції.

Інтенсифікація механічної обробки за допомогою УЗ - коливань. Застосування УЗ коливань для зварювання матеріалів та очищення виробів.

2.4. Електронно-променева обробка.

Методи створення електронного променя. Технологічні характеристики та типові процеси електронно-променевої обробки. Обладнання.

2.5. Плазмова обробка.

Створення плазмового струменю. Плазмоутворюючі гази. Типи плазматронів. Різні застосування плазмової обробки.

2.6. Гідроструменева обробка.

Механізм обробки матеріалів гідроструменем високого тиску. Вимоги до обладнання. Галузі застосування. Гідроабразивна струменева обробка.

2.7. Вибухова обробка.

Механізм формування виробів. Розрахунок потужності заряду. Умови обробки. Галузі застосування методу.

2.8. Магніто-імпульсна обробка.

Механізм обробки матеріалів. Розрахунок параметрів магнітних полів. Обладнання для реалізації обробки. Галузі застосування методу.

2.9. Магніто-абразивна обробка.

Механізм видалення матеріалу. Схеми процесу. Основні технологічні закономірності. Обладнання. Особливості обробки різних матеріалів. Типові технологічні процеси.

2.10. Комбіновані методи обробки.

Анодно-механічна обробка. Схеми. Параметри. Типові процеси та обладнання. Електроерозійно-хімічна обробка. Схеми. Технологічні характеристики. Ультразвукова електрохімічна обробка. Різні види обробки. Технологічні дані. Електролазерна обробка. Схеми. Параметри. Лазерна-електрохімічна обробка. Схеми. Параметри.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Мажейка О.Й., Головка Л.Ф., Лутай А.М., Солових Є.К. Вакуумні іонно-плазмові технології зміцнення деталей машин триботехнічного призначення.- Кіровоград: «КОД», 2014.-316с.
2. Котляров В.П. Технологія лазерної обробки (операції розмірної обробки). Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, - 2010. – 308с
3. Лазерні технології та комп'ютерне моделювання. Під ред. Л.Ф. Головка, С. О. Лук'яненко. – К.: Вістка, 2009. – 296 с.
4. Ющенко К.А., Борисов Ю.С., Кузнецов В.Д., Корж В.М. Інженерія поверхні. – К.: Наукова думка, 2007. – 559 с.
5. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів. Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков та ін. у 2-х томах, М.: Вища школа, 1983, 180 с.

Розділ «ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖИНІРИНГ У ЗВАРЮВАННІ»

1. Найважливіші способи зварювання (класифікація, принципи, значення, перспективи)

Дугове зварювання плавким електродом. Дугове зварювання неплавким електродом. Плазмове та мікроплазмове зварювання. Електрошлакове зварювання. Газове зварювання. Зварювання електронним променем. Зварювання лазером. Контактне зварювання (стикове, шовне, точкове). Конденсаторне зварювання. Високочастотне зварювання. Дифузійне зварювання. Автовакуумне зварювання тиском. Зварювання тертям. Зварювання вибухом. Ультразвукове зварювання.

2. Зварювальна дуга

Особливості дугового розряду. Електронна емісія. Явища у катодній області. Процеси у стовпі дуги. Температура стовпа дуги. Анодна область.

Баланс енергії на катоді та аноді. Вольт - амперна характеристика дуги. Вимоги до стійкого існування зварювальної дуги з плавким електродом. Саморегулювання дуги. Фактори, які визначають проплавлення металу зварювальною дугою. Вплив компонентів флюсів, захисних газів та електродів на глибину проплавлення дугою.

3. Інші джерела енергії для зварювання і споріднених процесів

Шлакова ванна як джерело нагріву. Електропровідність шлаку в залежності від температури. Ацетиленокисневе полум'я, температурні зони. Електронний промінь як джерело нагріву. Лазерне випромінювання як джерело нагріву при зварюванні. Плазма як джерело нагріву. Особливості високочастотного нагрівання з індукційним та контактним підводом струму. Нагрів при контактному точковому зварюванні. Нагрів при контактному стиковому зварюванні опором, вплив тиску на стан поверхні. Нагрів при контактному зварюванні оплавленням.

4. Розповсюдження тепла при зварюванні

Основні фактори, які визначають розповсюдження тепла у виробі при зварюванні. Основи розрахункових методів нагрівання виробу зварювальними джерелами тепла. Рівняння теплопровідності. Миттєві та безперервно діючі джерела зварювального нагріву. Розрахункові схеми процесів нагрівання металу дугою. Нагрівання потужними швидкорухомими джерелами. Основні параметри, що характеризують зварювальну ванну. Відмінності процесів розповсюдження тепла при електрошлаковому, електроннопроменевому, лазерному, контактному та газовому зварюванні.

5. Термічні цикли зварювання

Основні характеристики термічного циклу (миттєва швидкість охолодження, максимальна температура, тривалість нагрівання вище даної температури). Регулювання термічних циклів при зварюванні та наплавленні. Відмінні особливості термічних циклів при електрошлаковому, лазерному, контактному та газовому зварюванні. Методи математичного моделювання теплових процесів при зварюванні.

6. Перенос металу під час зварювання плавленням

Особливості плавлення електрода при різноманітних способах зварювання. Кінетика плавлення та переносу металу. Сили, які діють на краплю. Види переносу електродного металу. Вплив режимів зварювання, складу покриття (флюсів, газів) на перенос електродного

металу. Роль полярності струму. Управління переносом металу при дуговому зварюванні плавким електродом.

7. Зварювальна ванна та формування шва

Вплив параметрів режиму на форму та розміри зварювальної ванни при дуговому та електрошлаковому зварюванні. Температура зварювальної ванни та методи її вимірювання. Перемішування металу в зварювальній ванні та його причини. Методи впливу на процес перемішування.

8. Захисні гази для зварювання. Взаємодія металу з газами

Окиснювальні, відновлювальні та інертні захисні гази. Вуглекислий газ, вимоги до його складу. Аргон та гелій. Газові суміші, їх склади та властивості. Газова фаза при дуговому зварюванні. Розчинення газів в металах, вплив температури. Хімічна взаємодія газів та металу. Поведінка газів при кристалізації металу. Причини виникнення пор в зварних швах, роль водню, азоту та окису вуглецю. Вплив способу, полярності та режиму зварювання на виникнення пор. Методи запобігання утворенню пор при зварюванні сталей штучними електродами, під флюсом, порошковим дротом, в захисних газах, електрошлаковому зварюванні.

9. Зварювальні шлаки

Класифікація зварювальних шлаків. Будова шлаків. Зв'язок між концентрацією та активністю компонентів шлаку. Вплив температури на в'язкість та електропровідність шлаків. "Довгі" та "короткі" шлаки. Відділення шлаку з поверхні шва. Хімічне зчеплення шлаку та металу. Механічне утримання шлаку на шві. Поверхневий та міжфазний натяг шлаків.

10. Взаємодія шлаків з металом при зварюванні

Відновлення та окиснення кремнію та марганцю. Окиснення вуглецю при зварюванні. Вміст кисню в металі шва та неметалеві включення. Вміст сірки та фосфору в металі шва. Вплив режиму зварювання на інтенсивність взаємодії шлаку та металу.

11. Типи електродних покриттів

Класифікація електродів за вітчизняними та міжнародними стандартами. Особливості металургійних процесів зварювання електродами з різноманітними типами покриття (руднокисле, рутилове, фтористо-кальцієве, органічне). Зварювально-технологічні характеристики електродів. Особливості взаємодії металу з газами та шлаком. Причини виникнення пористості швів при зварюванні електродами різних типів та методи боротьби з пористістю. Сучасні технології виготовлення електродів.

12. Типи флюсів та зварювального дроту для дугового та електрошлакового зварювання

Основні вимоги до флюсу для дугового зварювання. Плавлені та керамічні флюси. Типи та марки флюсів і дротів для зварювання і наплавлення.

13. Легування та модифікування наплавленого металу

Порівняльна характеристика легування через дріт, покриття електродів та флюс. Розрахунок складу наплавленого металу шва при зварюванні під флюсом та в захисних газах.

14. Первинна кристалізація металу

Особливості первинної кристалізації зварних швів. Розподіл легуючих елементів та домішок при кристалізації зварювальної ванни. Мікроскопічна, хімічна та фізична неоднорідність.

15. Структура металу шва

Первинна та вторинна структури при зварюванні низьковуглецевих, низьколегованих та високолегованих сталей. Вплив швидкості охолодження та хімічного складу металу на структуру швів. Аналіз структури сталевих швів з використанням термодинамічних діаграм перетворення аустеніту. Включення в металі шва та принципи їх утворення.

16. Зона термічного впливу при зварюванні

Структура зони термічного впливу при зварюванні низьковуглецевих та гартівних легуваних сталей. Вплив способу та режимів зварювання на розмір та структуру зони термічного впливу. Особливості структури ділянки перегріву при зварюванні плавленням.

17. Тріщини в зварних з'єднаннях

Класифікація тріщин. Механізм утворення гарячих та холодних тріщин у пришовній зоні та металі шва при зварюванні вуглецевих та легуваних сталей, основні фактори, що впливають на утворення тріщин. Методи оцінки опору зварних з'єднань утворенню холодних та гарячих тріщин.

18. Деформації та напруження при зварюванні

Класифікація зварювальних напружень та деформацій. Механізм утворення поздовжніх напружень та деформацій в найпростіших елементах зварних конструкцій. Методи розрахунку залишкових напружень та деформацій при зварюванні. Методи експериментального визначення залишкових напружень при зварюванні. Особливості розподілу зварювальних напружень та деформацій в типових зварних конструкціях. Вплив зварювальних напружень та деформацій на якість зварних виробів. Методи регулювання напружень та деформацій при зварюванні.

19. Технологічні особливості зварювання вуглецевих та легуваних сталей

Склад та властивості низьковуглецевих та легуваних сталей. Особливості їх зварювання. Особливості зварювання середньо- та високовуглецевих сталей. Зварювання термічно зміцнених низьковуглецевих та низьколегованих сталей.

20. Технологічні особливості зварювання низько- та середньолегованих сталей

Склад та властивості низько- та середньолегованих сталей, вплив легуючих елементів на їх структуру та властивості. Особливості зварювання. Вплив термічного циклу зварювання, складу зварювальних матеріалів, коливань електрода, нахилу електрода або виробу та інших технологічних факторів на структуру і властивості металу шва та пришовної зони.

21. Технологічні особливості зварювання високолегованих сталей

Класифікація високолегованих сталей за структурою та призначенням. Загальні правила зварювання нержавіючих сталей. Класифікація електродів для зварювання нержавіючих сталей. Вплив легуючих елементів на структуру високолегованих сталей та зварних швів.

22. Металургійні та технологічні особливості зварювання кольорових металів і сплавів

Найважливіші особливості та основні способи зварювання алюмінію, титана, міді та сплавів на їх основі. Дефекти при зварюванні кольорових металів зі сталями та між собою.

Найважливіші особливості зварювання хімічно активних металів та сплавів на їх основі.

Причини утворення пор та тріщин, засоби їх усунення.

23. Наплавлення

Наплавлення, особливості відновлювального наплавлення та наплавлення шарів зі спеціальними властивостями. Структура наплавленого металу та його властивості.

24. Споріднені процеси (принципи, значення для зварювальної технології)

Газополуменеве та плазмове різання. Газотермічні та вакуумно-конденсаційні способи наплення. Паяння матеріалів. Класифікація методів паяння. Особливості утворення паяних з'єднань. Змочування основного матеріалу та розтікання припою. Затікання припою в зазори, капілярні явища. Розчинення припоєм основного металу. Припої, принципи їх розробки та вибору.

25. Контроль якості

Класифікація методів контролю якості зварних з'єднань. Фізичні основи та класифікація ультразвукових та радіаційних методів контролю.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Напруження та деформації у зварних з'єднаннях і конструкціях [Текст]: навч. посіб./ В.М. Прохоренко, О.В. Прохоренко. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 268 с.. – Бібліогр.: с.267. – 400 пр. ISBN 978-966-622-331-2
2. Кузнецов В.Д., Пащенко В.М. Фізико-хімічні основи створення покриттів. – К.:МЕНЦ ВО, 1999. – 170 с.
3. Напруження та деформації при зварюванні. Навчальний посібник / В.І. Махненко, В.В. Квасницький, Г.В. Єрмолаєв, А.В. Лабарткава // Миколаїв: НУК, 2011. – 240 с.
4. Обробка матеріалів концентрованими потоками енергії. Навчальний посібник / В.М. Пащенко, В.Д. Кузнецов, В.В. Квасницький // К. Гнозіс, 2013. - 149 с.
5. Паяння матеріалів. Підручник / Г.В. Єрмолаєв, В.Ф. Квасницький, В.В. Квасницький, С.В. Максимова, В.Ф. Хорунов, В.В. Чигарьов // Миколаїв: НУК, 2014. - 387 с.
6. Спеціальні способи зварювання. Навчальний посібник / В.В. Квасницький // Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 437 с.
7. Мажейка О.Й., Головка Л.Ф., Лутай А.М., Солових Є.К. Вакуумні іонно-плазмові технології зміцнення деталей машин триботехнічного призначення.- Кіровоград: «КОД», 2014. – 316 с.

Розділ «ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ ІНЖЕНЕРІЇ З'ЄДНАНЬ І ПОВЕРХОНЬ»

1. Найважливіші способи зварювання (класифікація, принципи)

Дугове зварювання плавким електродом. Дугове зварювання неплавким електродом. Плазмове та мікроплазмове зварювання. Електрошлакове зварювання. Газове зварювання. Зварювання електронним променем. Зварювання лазером. Контактне зварювання (стикове, шовне, точкове). Дифузійне зварювання. Зварювання тертям. Зварювання вибухом.

Ультразвукове зварювання.

2. Розповсюдження тепла при зварюванні

Основні фактори, які визначають розповсюдження тепла у виробі при зварюванні. Основи розрахункових методів нагрівання виробу зварювальними джерелами тепла. Рівняння теплопровідності. Особливості розповсюдження тепла при дуговому, електрошлаковому, електронно-променевому, лазерному, контактному та газовому зварюванні. Термічні цикли зварювання, їх характеристики. Регулювання термічних циклів при зварюванні та наплавленні.

Методи математичного моделювання теплових процесів при зварюванні.

3. Первинна кристалізація металу

Особливості первинної кристалізації зварних з'єднань. Розподіл легуючих елементів та домішок при кристалізації зварювальної ванни. Мікроскопічна, хімічна та фізична неоднорідність. Первинна та вторинна структури при зварюванні низьковуглецевих, низьколегованих та високолегованих сталей. Вплив швидкості охолодження та хімічного складу металу на структуру зварних з'єднань.

4. Зона термічного впливу при зварюванні

Структура зони термічного впливу при зварюванні низьковуглецевих та гартівних легованих сталей. Особливості структури ділянки перегріву при зварюванні.

5. Роботизація, механізація, автоматизація зварювання

Роботизація, механізація, автоматизація зварювання: мета, задачі, переваги, проблеми, області застосування. Принципи автоматичного керування.

Роботизація (он-лайн и офф-лайн програмування, моделювання, гнучкі виробничі системи).

Системи комп'ютерного проектування CAD/CAM. Віртуальне виробництво, моделювання виробництва. Типові різновиди роботів, області застосування, проблеми, способи вирішення.

Технологічність роботизованого зварювання. Методи початкової і поточної адаптації.

6. Дугове зварювання

Особливості дугового розряду. Баланс енергії на катоді та аноді. Вольт - амперна характеристика дуги. Фактори, які визначають проплавлення металу зварювальною дугою. Розрахункові схеми процесів нагрівання металу дугою.

Основні параметри, що характеризують зварювальну ванну. Особливості плавлення електрода при різноманітних способах зварювання. Кінетика плавлення та переносу металу. Сили, які діють на краплю. Види переносу електродного металу. Способи керування переносом електродного металу.

Вплив параметрів режиму на форму та розміри зварювальної ванни. Перемішування металу в зварювальній ванні та його причини. Способи керування кінетикою кристалізації зварювальної ванни.

Порівняльна характеристика легування через дріт, покриття електродів та флюс. Розрахунок складу наплавленого металу шва при зварюванні під флюсом та в захисних газах.

Особливості первинної кристалізації зварних швів. Розподіл легуючих елементів та домішок при кристалізації зварювальної ванни. Мікроскопічна, хімічна та фізична неоднорідність.

Окиснювальні, відновлювальні, інертні захисні гази та суміші газів. Поведінка газів при плавленні та кристалізації металу. Хімічна взаємодія газів та металу.

Основні вимоги до флюсу для дугового зварювання. Плавлені та керамічні флюси, їх взаємодія з металом зварювальної ванни.

Саморегулювання дуги. Автоматичне регулювання напруги на дузі. Автоматичне регулювання вильоту електрода.

Стеження за стиком, типи та області застосування. Орбітальне дугове зварювання (MIG/MAG, TIG).

Дефекти зварних швів та причини їх виникнення, способи запобігання утворенню.

7. Джерела живлення для дугового зварювання

Технічні характеристики джерела живлення. Вольт-амперні характеристики джерел живлення (ВАХ). Властивості джерел живлення з жорсткою ВАХ. Властивості джерел живлення зі спадною ВАХ. Зварювальні трансформатори, будова, характеристики, особливості застосування. Зварювальні випрямлячі, будова, характеристики, особливості застосування. Зварювальні випрямлячі з транзисторним ключем, будова, характеристики, особливості застосування. Зварювальні інверторні джерела живлення, будова, характеристики, особливості застосування. Багатопостові джерела живлення. Вибір джерела зварювання. Режим роботи джерел живлення.

8. Електрошлакове зварювання

Сутність процесу. Різновиди електрошлакового зварювання і техніка його виконання. Параметри, що регулюються та керувальні дії. Особливості структури і властивості зварного з'єднання. Методи стабілізації зварювального струму. Регулювання рівнів металевої та шлакової ванн. Системи автоматичного керування на основі сумісного використання регуляторів напруги, подавання електродного дроту, рівня металевої ванни. Керування розподілом енергії в зоні зварювання. Дозування компонента шлаку при електрошлаковому зварюванні протяжних швів. Особливості керування при ЕШЗ з плавким мундштуком. Автоматизовані системи керування технологічним процесом електрошлакового зварювання.

Дефекти зварних швів та причини їх виникнення, способи запобігання утворенню.

9. Електронно-променеве зварювання

Особливості нагріву металу при ЕПЗ. Основні типи зварних з'єднань. Типова функціональна схема установки для електронно-променевого зварювання. Параметри, що регулюються та керувальні дії.

Стабілізація прискорювальної напруги електронно-променевої гармати. Регулятори струму електронного променю, потужності променю, струмів фокусувальних лінз і відхилювальних котушок. Системи регулювання глибини провару при електронно-променевому зварюванні. Системи автоматичного направлення електронного променю по стику зварюваних кромок. Структура і особливості роботи установок електронно-променевого зварювання з системами керування на основі ЕОМ.

Дефекти зварних швів та причини їх виникнення, способи запобігання утворенню.

10. Контактне точкове зварювання тиском

Особливості утворення зварних з'єднань при контактному точковому зварюванні. Електропровідність зони утворення зварної точки. Нагрів металу в зоні зварювання. Технологія точкового, рельєфного, шовного зварювання. Зварювання неоднорідних матеріалів.

Особливості технологічних процесів при зварюванні машинами змінного струму промислової і підвищеної частоти, конденсаторними машинами, машинами постійного струму. Кількісна оцінка впливу основних параметрів процесу точкового зварювання на якість зварних з'єднань. Особливості вибору керувальних дій і роботи автоматичних регуляторів параметрів зварювання. Узагальнена структура машин змінного струму промислової і підвищеної частоти, конденсаторних машин, машин постійного струму. Особливості приводів стискання машин контактного зварювання. Типова функціональна схема регуляторів циклу зварювання. Контактори для точкових (шовних) машин. Зварювальні електроди, методи підвищення стійкості.

Дефекти зварних точок, причини їх виникнення, способи запобігання утворенню.

11. Стикове контактне зварювання

Особливості утворення зварних з'єднань при стиковому контактному зварюванні опором і оплавленням. Узагальнена структура машин контактного стикового зварювання. Умови забезпечення стійкості процесу оплавлення. Контактне стикове зварювання з попереднім підігріванням. Системи керування процесом оплавлення: розімкнуті, з корегувальними зв'язками за напругою, за струмом, за частотою пульсації струму. Системи автоматичного контролю і керування на основі мікроЕОМ. Автоматизації процесів термообробки з'єднань при стиковому контактному зварюванні.

Дефекти зварних з'єднань та причини їх виникнення, способи запобігання утворенню.

12. Тріщини в зварних з'єднаннях

Класифікація тріщин. Механізм утворення гарячих та холодних тріщин у пришовній зоні та металі шва при зварюванні вуглецевих та легованих сталей, основні фактори, що впливають на утворення тріщин.

13. Деформації та напруження при зварюванні

Класифікація зварювальних напружень та деформацій. Механізм утворення повздовжніх напружень та деформацій в найпростіших елементах зварних конструкцій. Вплив зварювальних напружень та деформацій на якість зварних виробів. Методи регулювання напружень та деформацій при зварюванні.

14. Технологічні особливості зварювання вуглецевих та легованих сталей

Склад та властивості низьковуглецевих та легованих сталей. Особливості їх зварювання. Особливості зварювання середньо- та високовуглецевих сталей. Зварювання термічно зміцнених низьковуглецевих та низьколегованих сталей.

15. Технологічні особливості зварювання низько- та середньолегованих сталей

Склад та властивості низько- та середньолегованих сталей, вплив легуючих елементів на їх структуру та властивості.

16. Технологічні особливості зварювання високолегованих сталей

Класифікація високолегованих сталей за структурою та призначенням. Загальні правила зварювання нержавіючих сталей. Класифікація електродів для зварювання нержавіючих сталей. Флюси для дугового та електрошлакового зварювання нержавіючих сталей.

17. Металургійні та технологічні особливості зварювання кольорових металів і сплавів

Найважливіші особливості та основні способи зварювання алюмінію, титана, міді та сплавів на їх основі. Дефекти при зварюванні кольорових металів зі сталями та між собою. Найважливіші особливості зварювання хімічно активних металів та сплавів на їх основі.

18. Наплавлення

Наплавлення, особливості відновлювального наплавлення та наплавлення шарів зі спеціальними властивостями. Структура наплавленого металу та його властивості.

19. Споріднені технології зварювання

Газополуменеве та плазмове різання. Газотермічні способи напилення. Паяння матеріалів. Класифікація методів паяння. Особливості утворення паяних з'єднань. Змочування основного матеріалу та розтікання припою, розчинення припоєм основного металу.

Капілярні явища при паянні. Припої, принципи їх розробки та вибору.

20. Інженерія поверхні і нанотехнології

Поверхневі фізико-хімічні процеси. Модифікування поверхні концентрованими потоками енергії. Вакуумне осадження. Іонна імплантація. Електроіскрове легування. Дифузійне насичення. Деформаційне зміцнення. Нанотехнології та наноматеріали. Особливості процесів і закономірності отримання покриттів. Структура і властивості поверхневих шарів.

21. Вимірювання, контроль та реєстрація результатів у зварюванні

Засоби і методи вимірювань параметрів зварювального режиму і вимоги до них. Калібрування, верифікація і валідація зварювального обладнання, періодичність калібрування та підтвердження метрологічних характеристик.

22. Контроль якості

Класифікація методів контролю якості зварних з'єднань. Руйнівний і неруйнівний контроль. Органолептичні методи контролю. Ультразвуковий контроль. Контроль методами акустичної емісії. Капілярні методи контролю. Магнітопорошковий метод контролю. Метод вихрових струмів. Метод магнітної анізотропії. Радіографічний метод.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Напруження та деформації у зварних з'єднаннях і конструкціях [Текст]: навч. посіб./ В.М. Прохоренко, О.В. Прохоренко. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 268 с.
2. Кузнецов В.Д., Пащенко В.М. Фізико-хімічні основи створення покриттів. – К.: МЕНЦ ВО, 1999. – 170 с.
3. Напруження та деформації при зварюванні. Навчальний посібник / В.І. Махненко, В.В. Квасницький, Г.В. Єрмолаєв, А.В. Лабарткава // Миколаїв: НУК, 2011. – 240 с.
4. Обробка матеріалів концентрованими потоками енергії. Навчальний посібник / В.М. Пащенко, В.Д. Кузнецов, В.В. Квасницький // К. Гнозіс, 2013. – 149 с.
5. Паяння матеріалів. Підручник / Г.В. Єрмолаєв, В.Ф. Квасницький, В.В. Квасницький, С.В. Максимова, В.Ф. Хорунов, В.В. Чигарьов // Миколаїв: НУК, 2014. – 387 с.
6. Спеціальні способи зварювання. Навчальний посібник / В.В. Квасницький // Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 437 с.
7. Інженерія поверхні. Підруч. / К. А. Ющенко, Ю. С. Борисов, В. Д. Кузнецов, В. М. Корж; НАН України. Ін-т електрозварювання ім. Є.О.Патона. – К. : Наук. думка, 2007. – 559 с.

Розділ «ІНЖИНІРИНГ ПАКОВАНЬ ТА ПАКУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ»

1. Загальні положення

Технологічні процеси. Основи теорії переносу: перенос імпульсу, енергії, маси. Основне рівняння кінетики процесів. Поняття про швидкість процесу, рушійну силу процесу та його опір. Класифікація основних технологічних процесів. Періодичні (циклічні) та безперервні процеси. Загальні принципи інженерно-технічних розрахунків параметрів і характеристик апаратів і машин: статика процесів (закони рівноваги), матеріальний та енергетичний баланси, кінетичні параметри, розміри апаратів.

Сучасні методи аналізу та моделювання технологічних процесів. Фізичне моделювання. Поняття про подібність фізичних явищ. Умови однозначності. Аналіз диференціальних рівнянь методами теорії подібності. Числа (критерії) подібності. Узагальнення експериментальних даних із застосуванням рівнянь подібності; межі застосування рівнянь. Метод аналізу розмірностей. Основи планування експериментів.

Математичне моделювання. Зв'язок математичного та фізичного моделювання. Аналітичне та числове розв'язання рівнянь, що описують процеси. Моделі процесів за відсутності повного математичного опису, моделі із зосередженими і поширеними параметрами.

Техніко-економічні оцінки ефективності технологічних процесів. Оптимізація процесів. Критерії оптимальності процесів.

2. Гідромеханічні процеси

Класифікація та характеристика неоднорідних систем. Класифікація гідромеханічних процесів. Матеріальний баланс гідромеханічних процесів.

3. Основи гідродинаміки

Основні характеристики потоків рідин. Режимы течії. Рівняння нерозривності (суцільності) потоку рідини. Рівняння Нав'є-Стокса. Ньютонівські й неньютонівські рідини. Точні розв'язки рівнянь руху рідин. Аналіз рівняння Нав'є-Стокса методами теорії подібності. Узагальнені (критеріальні) рівняння гідродинаміки.

4. Фільтрування

Фізична сутність процесу фільтрування та його застосування. Фільтрування під дією перепаду тисків. Рушійна сила, опір і швидкість процесу. Основне кінетичне рівняння фільтрування. Режимы постійного перепаду тиску та постійної швидкості фільтрування. Фільтрувальна апаратура. Фільтри для пилу. Фільтри періодичної та безперервної дії для суспензій. Схема розрахунків параметрів і характеристик фільтрувальних апаратів.

5. Перемішування у рідкому середовищі

Фізична сутність процесу перемішування та його застосування. Інтенсивність та ефективність процесів перемішування. Типи перемішувальних пристроїв. Перемішування неньютонівських рідин. Критеріальна залежність для визначення потужності механічних перемішувальних пристроїв за модифікованими числами подібності (критеріями) Ейлера і Рейнольдса. Схема розрахунку параметрів і характеристик перемішувальних пристроїв.

6. Механічні процеси

Фізична сутність процесів подрібнення твердих матеріалів. Методи подрібнення (теорії Ребіндера, Кіка-Кирпичова, Рітінгера, Журкова та ін). Схеми установок для подрібнення твердих тіл. Схеми розрахунку параметрів і характеристик дробарок.

7. Теплові процеси.

Роль теплових процесів. Тепловий баланс. Промислові теплоносії.

Види теплових процесів, їх особливості. Основні параметри і характеристики у процесах теплопередачі. Рушійна сила теплових процесів.

Теплопровідність. Закон Фур'є–Біо. Температурний градієнт. Коефіцієнти теплопровідності. Диференціальне рівняння теплопровідності Фур'є–Кірхгофа. Формули для розрахунків теплопередачі через плоскі та циліндричні стінки за стаціонарного теплового режиму. Термічні опори. Методика рішень задач у випадках нестаціонарних теплових режимів.

Конвективний теплообмін. Види руху рідин та газів (вільна та вимушена конвекція). Режими руху рідин і газів (ламінальний, турбулентний). Закон Ньютона–Ріхмана. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну. Коефіцієнти тепловіддачі та теплопередачі, методика визначення і розрахунків коефіцієнтів. Рівняння подібності (критеріальні рівняння) для процесів конвективного теплообміну, методика їх інженерного застосування.

Теплообмін випромінюванням: фізичні особливості процесу. Основні закони випромінювання (Планка, Стефана–Больцмана, Кірхгофа). Складні (радіаційно-конвективні) процеси теплообміну, їх особливості. Коефіцієнти тепловіддачі при випромінюванні.

8. Нагрівання, охолодження

Значення нагрівання, охолодження при здійсненні технологічних процесів. Границі застосовуваних температур, вибір відповідного теплоносія і охолоджуючого агента. Класифікація теплообмінної апаратури. Теплообмінна апаратура. Кожухотрубні теплообмінники, одно- і багатходові. Інші типи теплообмінників. Схема розрахунків основних параметрів і характеристик теплообмінної апаратури. Обчислення середньої різниці температур для прямотечії, протитечії.

9. Сушіння

Фізична сутність процесу сушіння та його застосування. Способи теплового сушіння. Рівноважна вологість і зв'язок вологості з висушуваними матеріалами. Властивості вологого повітря. Побудова « $I-d$ »-діаграми для вологого повітря, методика практичного використання діаграми. Матеріальний і тепловий баланси сушіння. Зображення процесів сушіння на « $I-d$ »-діаграмі вологого повітря. Принципові схеми процесів сушіння та розрахунки із використанням « $I-d$ »-діаграми. Основні типи промислових сушарок. Схема розрахунку параметрів і технічних характеристик сушарок.

10. Машини і технології пакування

Типові конструктивні схеми пристроїв для барометричного фасування рідких продуктів. Принципи та використання методів дозування рідких продуктів за рушійною силою. Гідравлічні схеми заповнення тари рідкою продукцією. Типові конструктивні схеми пристроїв для дозування сипких продуктів без рухомих робочих органів, з обертовим робочим органом, з поступальним та коливальним рухом робочих органів. Типові конструктивні схеми пристроїв для фасування рідких продуктів барометричним, надбарометричним та вакуумним способами. Фізичні властивості в'язких продуктів. Типові конструктивні схеми пристроїв для їх дозування. Фізичні властивості пластичних продуктів. Типові конструктивні схеми пристроїв для їх дозування. Критерії оцінки похибки дозування. Класифікація і типові конструктивні схеми машин для пакування штучних виробів. Узагальнена структура та схема пристрою для пакування продукції в м'яке пакування. Види зварювання полімерних пакувань. Класифікація

та типові конструктивні схеми пристроїв подачі рулонних пакувальних матеріалів. Схеми механізмів, що забезпечують рух рулонних матеріалів. Схеми та принцип дії пакувальних машин вертикального типу, створюючих плоский пакет.

11. Сучасні методи розрахунків обладнання

Класифікація існуючих числових методів дослідження напружено- деформованого стану машин і обладнання, що знаходяться під дією складних статичних, циклічних та температурних навантажень.

12. Конструкції та принцип роботи машин та обладнання

Класифікація умов роботи машин та обладнання. Силове статичне навантаження. Циклічні навантаження періодичної дії. Температурні навантаження. Граничні умови. Схеми руйнування машин та обладнання.

13. Основні співвідношення механіки деформованого твердого тіла

Геометричні співвідношення. Фізичні співвідношення. Співвідношення рівноваги. Граничні умови. Механіка руйнування. Умови накопичення дефектів в елементах машин та обладнання.

14. Класифікація та аналіз гіпотез теорій оболонок

Вибір системи гіпотез, що дозволяють моделювати неоднорідний розподіл деформацій поперечного зсуву для можливості побудови математичної моделі руйнування багатошарових композитних елементів обладнання хімічних виробництв. Математична модель розрахунку міцності елементів обладнання на основі безмоментної теорії пластин та оболонок. Математична модель розрахунку міцності елементів машин та обладнання на основі моментної теорії оболонок.

15. Основи числових методів розрахунків обладнання

Основи варіаційного підходу до вирішення задач визначення деформованого стану конструкцій. Функціонали та їх властивості. Варіація функціоналу. Варіаційний принцип Лагранжа. Основні положення методу Ритца та методу Бубнова-Гальоркіна. Метод скінчених елементів. Основні поняття про дискретну модель. Класифікація видів скінчених елементів. Поняття про апроксимуючі функції. Матриця жорсткості скінченого елемента. Загальна процедура виводу вираження для отримання коефіцієнтів матриці жорсткості скінченого елемента. Фізичний зміст коефіцієнтів матриці жорсткості скінченого елемента. Поняття про глобальну нумерацію вузлів конструкції, вузлове навантаження. Граничні умови. Процедура побудови загальної матриці жорсткості конструкції. Глобальна система рівнянь рівноваги. Прямі та ітераційні методи вирішення систем лінійних рівнянь. Основні положення про фізично нелінійне деформування матеріалу. Лінеаризація нелінійних рівнянь механіки. Методи вирішення нелінійних рівнянь. Аналіз сучасних алгоритмів динамічного розрахунку конструкцій. Алгоритми розрахунку конструкцій при примусових коливаннях. Ефект резонансу.

16. Основи механіки суцільних середовищ (МСС)

Гіпотези МСС і їх роль при розробці математичних моделей. Задачі механіки суцільного середовища. Поняття континууму. Лагранжеві та Ейлереві координати для опису руху тіл, матеріальна або субстанціональна похідна за часом. Координатні системи. Поняття вектора. Представлення векторів в прямокутних і косокутних прямолінійних координатах. Основний і взаємний векторні базиси. Ніймий, вільний, коваріантний і контраваріантний

індекси. Визначення тензора. Представлення тензорів через вектори основного і взаємного базисів, векторний супровід. Унарні дії над тензором: транспонування, скалярна згортка, векторна згортка, слід тензора. Бінарні операції з тензорами: сума тензорів, скалярний добуток, подвійний скалярний добуток, векторний добуток, тензорний добуток. Диференціювання тензорів. Оператор Гамільтона. Оператори градієнта, дивергенції і ротора, їх фізичний та математичний зміст. Приклади застосування цих операторів в рівняннях МСС. Криволінійні координати. Диференціювання тензорів в криволінійних координатах. Фізичні закони для твердих тіл. Представлення фізичних рівнянь стану в тензорній формі. Співвідношення між напруженням і швидкістю деформації для рідин і газів. Закон Нав'є-Стокса. Девіаторні та середні напруження в рідині. Закон збереження маси. Вивід рівняння нерозривності. Інваріантна форма рівняння збереження маси. Рівняння руху. Форми запису диференціального рівняння руху. Рівняння рівноваги і тензори напружень в Лагранжевих змінних. Тензори Піоли та Коші-Ейлера. Зв'язок між тензором напруження і вектором напруження. Нормальне зусилля і напруження на поверхні. Дотичне напруження на поверхні. Принцип Даламбера. Закон збереження кількості руху (імпульсу). Закон збереження механічної енергії. Закон збереження повної енергії. Основна система диференціальних рівнянь МСС. Основні рівняння МСС для рідин та газів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Процеси та обладнання хімічної технології : підручник в 2-х т. / Я. М. Корнієнко, Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульонок [та ін.] — К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 716 с.
2. Мікульонок І. О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підручник / І. О. Мікульонок. — К. : НТУУ «КПІ», 2014. — 340 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38169>
3. Мікульонок І. О. Механічні та гідромеханічні процеси, апарати і машини хімічної технології : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 172 с.
4. Коваленко І. В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв / І.В. Коваленко, В. В. Малиновський. — К. : Інрес, Воля, 2006. – 262 с.
5. Гавва О.М., Беспалько А.П. Пакувальне обладнання. - К.: Упаковка, 2008.
6. Коваленко І.В. Пакувальне обладнання. Конспект лекцій: Навч. посібник / І.В. Коваленко – К.: 2014. – 210 с.
7. Константінов С. М. Теоретичні основи теплотехніки / С. М. Константінов, Є. М. Панов. – К. : Золоті ворота, 2012. – 592 с.
8. Механіка суцільних середовищ – 1. Механіка суцільних середовищ в інженерних розрахунках [Електронний ресурс]: Текст лекцій / Уклад.: О. С. Сахаров, А.Я. Карвацький Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 233 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19011>
9. Карвацький А. Я. Механіка суцільних середовищ. Теоретичні основи навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 290 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23917>
10. Карвацький А.Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів: навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. 392 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11636>

Розділ «ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

1. Конічні перерізи. Поверхні другого порядку.
2. Перетворення координат (ортогональні, афінні, проєктивні).
3. Метод проєкцій. Центральне, паралельне та ортогональне проєкціювання.
4. Класифікація ліній, поверхонь і тіл.
5. Еволюти та евольвенти.
6. Перетин ліній, поверхонь і тіл.
7. Розгортки поверхонь.
8. Дотична, кривина та скрут лінії. Формули Серре-Френе.
9. Параметричні поверхні. Криві на поверхнях.
10. Перша та друга квадратичні форми поверхні.
11. Геодезичні лінії.
12. Складені криві та поверхні.
13. Методи інтерполяції та апроксимації.
14. Криві та поверхні Безьє.
15. Раціональні В-сплайни.
16. Раціональні В-сплайнові поверхні.
17. Параметричне геометричне моделювання ліній, поверхонь і тіл.
18. Твердотільне моделювання. В-гер, С-гер та О-гер методи.
19. Параметричне конструювання деталей і складаних одиниць.
20. Автоматизоване геометричне моделювання технічних об'єктів і процесів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Курбатова І.М.. Диференціальна геометрія. Частина І: метод. посіб. – Одеса: ОНУ, 2020. – 66 с.
2. Грабченко А.І., Доброскок В.Л. Теорія 3D моделювання: навч. посіб. – Харків: НТУ "ХПІ", 2009. – 230 с.
3. Пальчевський Б.О. Системи 3D моделювання: навч. посіб. / Пальчевський Б.О., Валецький, Б.П., Вараніцький Т.Л.– Луцьк: ЛНТУ, 2016. – 176 с.
4. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Збруцький О.В. Теоретичні основи комп'ютерного геометричного моделювання авіаційної техніки: навч. посіб. Київ: НТУУ "КПІ", 2013. 124 с.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПИСЬМОВОГО ТЕСТУВАННЯ

1. ІНФОРМАТИКА

1. Основи інформатики

Предмет та задачі інформатики. Структура інформаційної системи, визначення терміну інформації, інформаційної системи, технології. Основні напрямки та етапи розвитку сучасних інформаційних технологій.

Інформація та її властивості. Класифікація і кодування інформації. Інформація та дані. Інформація як відображення закону всебічного зв'язку і взаємодії явищ і процесів в природі та суспільстві; джерело інформації, сигнал, методи реєстрації і опрацювання сигналів і їх перетворення в інформацію. Об'єктивна і суб'єктивна складова інформації, її суперечливість.

Тенденції сучасних інформаційних технологій. Нейронні мережі. Штучний інтелект. Інформаційні технології обробки даних, керування – структура, види. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень, експертних систем тощо.

«Industry» 4.0. Четверта промислова революція. Структура сучасного виробництва (розумна фабрика). Industry 4.0 – Смартизація.

Логічна структура персонального комп'ютера (ПК). Основи алгебри логіки – позначення, основні логічні функції, формування логічних схем для представлення алгоритмів виконання команд в ПК. Обробка логічної інформації. Основні закони логіки і логічні функції.

2. Опрацювання різних форм інформації в двійковому коді. Кодування символної (текстової) інформації.

Представлення інформації в персональному комп'ютері (ПК). Символьна і аналогова форма представлення інформації. Кодування інформації: методи кодування, база, довжина і ємність коду, системи числення (СЧ). Правила переходу від однієї СЧ до іншої. Переваги двійкового коду. Арифметичні дії в різних системах числення. Прямий, доповнюючий і зворотний коди від'ємного числа і їх застосування в обчислювальній техніці.

Кодування аудіо і відео інформації. Цифрові та аналогові сигнали. Аналогова і цифрова форма відображення інформації (АЦП і ЦАП). Кодування графічних даних; растрова і векторна графіка; принцип декомпозиції при кодуванні кольорової графіки; кодування звуку (аудіо інформації); формати FM і Wave Table.

3. Структурно-логічна схема комп'ютера і будова персональних комп'ютерів.

Класифікація ПК – великі, малі, супер ПК, персональні, переносні. Тенденції розвитку ПК – мініатюризація, швидкодія, обсяг пам'яті, програмовані можливості.

Функціонально-структурна організація ПК. Основні блоки ПК, їх призначення і характеристики. Структурно-логічна схема і основні елементи ПК, їх взаємодія; пристрій керування (генератор тактової частоти); пристрої вводу і виводу та зберігання інформації (внутрішня і зовнішня пам'ять); арифметично логічний пристрій.

Системний інтерфейс, типи мікропроцесорів, їх структура. Материнська плата – роль, функціональні характеристики.

Поняття програмованого контролеру – роль в обчислювальній системі, можливості та перспективи застосування.

Файлова організація пам'яті для роботи з інформацією; програмні файли і файли даних; атрибути файлів; стиснення і архівація файлів; зберігання файлів на зовнішніх носіях.

Апаратне забезпечення ПК: базові і додаткові пристрої для опрацювання, збереження і обміну інформацією.

Комп'ютерні мережі – архітектура, апаратні можливості. Локальні мережі, особливості організації, методи доступу.

4. Програмне забезпечення персональних комп'ютерів.

Класифікація програмного забезпечення. Системне програмне забезпечення. Поняття про системне програмне забезпечення та його призначення. Операційна система ПК і її складові. Типи і версії операційних систем. Робота з файлами в ОС Windows. Ієрархія об'єктів файлової системи Windows. Microsoft Office.

Поняття про драйвери та їх призначення. Типи і призначення утиліт. Прикладне програмне забезпечення. Призначення і основні можливості текстових редакторів (ТР). Логічна організація інформації у ТР. Типи сучасних ТР і їхні особливості.

Призначення і основні можливості електронних таблиць (ЕТ). Логічна організація інформації у ЕТ. Принципи формування формул і побудови діаграму ЕТ. Типи сучасних ЕТ та їх особливості. Табличний процесор Excel: інтерфейс, технологія роботи в електронній таблиці.

Призначення і основні можливості систем управління базами даних (СУБД). Логічна організація інформації в СУБД. Принципи формування таблиць, запитів, форм і звітів в СУБД. Типи сучасних СУБД та їхні особливості.

Призначення і основні можливості графічних редакторів (ГР). Типи сучасних ГР та їх особливості.

Програмне забезпечення для Інтернету. Браузери, основні типи і функціональні можливості. Пошукові системи. Утиліти для роботи в Інтернет. Навчальні програми. Електронні підручники та енциклопедії. Програми для тестування і перевірки знань.

Приклади спеціалізованого програмного забезпечення. Програмні продукти та їх основні характеристики. Системи автоматизованого проєктування (CAD), системи автоматизації інженерних розрахунків і досліджень (CAE), системи автоматизації виробництва (CAM), системи автоматизації документообігу (PDM).

Інтелектуальні системи – поняття штучного інтелекту, напрямки розвитку, експертні системи та їх класифікація.

5. Алгоритмізація і програмування

Мови програмування. Алфавіт мови програмування. Ідентифікатор. Машинний код. Транслятори-компілятори та інтерпретатори.

Основи алгоритмізації і програмування. Алгоритм і його властивості. Способи запису алгоритму. Зображення і функціональний зміст основних символів блок-схем. Приклади побудови алгоритмів. Принципи структурного програмування і базові структури алгоритмів.

Структура та принцип побудови програм, дизайн. Основні блоки програми, правила формування. Задача, алгоритм, програма, програмна система. Етапи розробки програм: постановка задачі; аналіз, формалізований опис задачі і вибір моделі; проєктування загальної структури програми; програмування; налагодження і верифікація; отримання та інтерпретація результату; публікування і передача результатів замовнику; супровід програми.

Налагодження програм. Типи помилок, які можуть траплятись при розробці програм. Режими і команди налагодження. Втручання у хід виконання програми. Встановлення точок спостереження.

Загальні поняття про вирази, операнди, операції. Правила складання виразів. Формування арифметичних виразів. Арифметичні операції. Вирази і операції відношення. Логічні вирази і операції. Пріоритет виконання операцій.

Базові оператори мови програмування. Внутрішні математичні функції. Прості оператори, їхні типи, призначення і правила запису. Структуровані оператори. Призначення і правила формування. Оператори вводу-виводу інформації.

Оператори перевірки умови, їхні типи призначення і правила запису. Реалізація розгалужених алгоритмів за допомогою операторів перевірки умови. Оператори вибору. Приклади використання операторів перевірки умови і вибору.

Оператори циклу, їх типи, призначення і правила запису. Оператор циклу із наперед відомою кількістю повторень, параметри і особливості використання. Оператори переривання і продовження циклів. Оператор циклу із наперед невідомою кількістю повторень; параметри і особливості використання. Цикли і робота з масивами; пошук максимального і мінімального елементів; сортування і впорядкування масиву.

Структуроване (модульне) програмування. Процедури (функції і підпрограми) внутрішні і зовнішні процедури.

Загальні поняття про процедури та їх призначення. Розділення процедур на функції і підпрограми, на внутрішні та зовнішні функції і підпрограми, особливості їх використання.

Рекурсивне використання підпрограм; призначення; пряма і непряма рекурсія. Приклади рекурсивних підпрограм.

6. Основи математичного моделювання на комп'ютері

Моделювання процесів і систем в інженерній практиці. Аналогові і цифрові моделі. Види моделей – натурні, масштабні, числові, аналогові фізичні, аналогові, математичні, дискретні (чисельні). Комп'ютерне моделювання в науці і техніці.

Підготовка до розробки програм. Формалізація, алгоритмізація. Розробка і тестування програми. Розробка графічної частини. Проектування інтерфейсу і оформлення програмного забезпечення.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Пасічник В.А. Інформатика: Навч. посібник / В.А. Пасічник. – К.: НТУУ «КПІ». – 2006. – 540 с.
2. Баженов В.А. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: Підручник/ В.А Баженов, П.С. Венгерський, В.С. Гарвона та ін. / Наук. ред. Г.А. Шинкаренко, О.В. Шишов – К.: Каравела, 2019. – 592 с.
3. Ковалюк Т.В. Основи програмування / Т.В. Ковалюк. – Київ: Видавнича група BVH, 2005. – 384 с.
4. Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології [Текст] : Підруч. для студ. вузів / За ред. О.І Пушкаря. – К.: Академія, 2003. – 704с. – (Альма-матер). – ISBN 966580-135-X
5. Інформатика. Конспект лекцій. / Уклад.: Холявік О.В., 2021. – 78 с. Ухвалено комісією ММІ, Протокол від 20.01. 2021 р. № 6
6. Інформатика. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. / Уклад.: Холявік О.В. 2021. – 78 с. Ухвалено комісією ММІ, Протокол від 20.01. 2020 р. № 6.

2 МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

1. Головні поняття, гіпотези та принципи

Реальний об'єкт та його розрахункова схема. Основні моделі матеріалу, форми тіла, навантажень. Основні принципи механіки матеріалів і конструкцій; внутрішні сили та методи їх визначення, напруження, переміщення, деформації. Опорні пристрої їх реакції. Епюри внутрішніх сил для стержнів.

2. Геометричні характеристики плоских перерізів

Площа, статичні моменти площ, моменти інерції. Визначення моментів інерції відносно паралельних осей та при повороті осей координат. Головні осі та головні моменти інерції, їх визначення. Моменти інерції простих та складних фігур.

3. Розтягання і стискання стержнів. Механічні характеристики матеріалів за чистого розтягу і стиску

Визначення напружень і деформацій за розтягу-стиску. Потенціальна енергія деформації стержня за розтягу-стиску. Визначення основних механічних характеристик матеріалів при розтяганні і стисканні. Визначення допустимих напружень. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів за розтягання і стискання. Умови міцності і жорсткості. Розрахунок статично невизначуваних стержнів

4. Основи теорії напруженого і деформованого стану

Напружений стан тіла в точці: поняття про напруження, тензор напружень; диференціальні рівняння рівноваги (рівняння Нав'є-Коші); закон парності дотичних напружень; визначення напружень на довільній площадці; головні осі та головні напруження; види напруженого стану; октаедричні площадки та октаедричні напруження; найбільші дотичні напруження; плоский і лінійний напружений стан; пряма і обернена задачі теорії напруженого стану в точці.

Деформований стан тіла в точці: тензор деформацій; об'ємна деформація; взаємозв'язок між переміщеннями і деформаціями (рівняння Коші); рівняння нерозривності деформацій (умова Сен-Венана).

Узагальнений закон Гука. Повна система рівнянь пружності. Потенціальна енергія деформації в загальному випадку напруженого стану.

5. Розрахунки на міцність. Критерії міцності

Методи розрахунків; призначення теорій міцності. Класичні теорії міцності; Поняття про граничну поверхню міцності. Критерії міцності і пластичності частково ізотропних матеріалів.

6. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів при чистому крученні

Кручення круглого стержня: напруження і деформації; умови міцності й жорсткості при крученні валу з круглим поперечним перерізом; розрахунок валів на міцність і жорсткість при крученні; аналіз напруженого стану і руйнування. Кручення стержнів некруглого перерізу: кручення стержнів з некруглим перерізом; кручення тонкостінних стержнів з незамкненим профілем; кручення тонкостінних стержнів з замкненим профілем; про раціональну форму перерізу стержня при крученні. Потенціальна енергія деформації стержня при крученні. Розрахунок гвинтових циліндричних пружин.

7. Зсув. Розрахунок на зріз

Визначення напружень при зсуві (зрізі) стержня. Чистий зсув. Практичні розрахунки на зріз і зминання: розрахунок заклепкових з'єднань; розрахунок зварних з'єднань, виконаних кутовими швами.

8. Згинання стержнів

Напруження в прямому стержні при згинанні. Основні гіпотези та визначення. Розрахункова модель стержня. Нормальні напруження в перерізі прямого стержня при згинанні. Дотичні напруження в стержні при плоскому поперечному згинанні. Розрахунки на міцність при плоскому поперечному згинанні. Аналіз напруженого стану балки по висоті перерізу за плоского поперечного згинання. Раціональна форма поперечного перерізу.

Розрахунки на міцність при плоскому поперечному згинанні. Потенціальна енергія деформації стержня при згинанні.

9. Місцеві напруження

Концентрація напружень: поняття про концентрацію напружень; теоретичний коефіцієнт концентрації; концентрація напружень за розтягання; концентрація напружень за кручення; концентрація напружень за згинання; ефективний коефіцієнт концентрації напружень. Контактні напруження: основні поняття; загальний випадок контакту двох тіл; стиск двох куль; стиск двох циліндрів; розрахунок на контактну міцність.

10. Загальні теореми про пружні системи. Загальні методи визначення переміщень

Потенціальна енергія деформації тіла в загальному випадку його навантаження. Теорема Кастіліано. Інтеграл Мора. Спосіб Верещагіна. Теореми про взаємність робіт і переміщень.

11. Статично невизначувані системи

Метод сил для розкриття статичної невизначеності. Каноничні рівняння методу сил.

12. Складний опір

Складне і косе згинання стержня. Згинання з розтяганням (стисканням). Позацентрове розтягання (стискання) прямого стержня. Згин з крученням. Загальний випадок дії сил на стержень.

13. Стійкість стиснених стержнів

Стійка та нестійка пружна рівновага. Задача Ейлера з визначення критичної сили для стисненого стержня. Формула Ясинського. Умова стійкості. Практичні розрахунки на стійкість стиснених стержнів.

14. Елементи теорії тонкостінних оболонок

Напруження в осесиметричній оболонці. Розпірні кільця в оболонках.

15. Товстостінні труби і обертові диски

Напруження, переміщення і деформації в товстостінних циліндрах. Розрахунки обертових дисків.

16. Пластичні деформації. Основи розрахунків елементів конструкцій, що працюють за границями пружності

Фізичні основи пластичного деформування. Розрахунки стержнів і стержневих систем за наявності пластичних деформацій.

17. Руйнування матеріалів

Види руйнувань матеріалів елементів конструкцій. Основи механіки руйнування.

18. Оцінка міцнісної надійності конструкцій при динамічних навантаженнях

Розрахунки рухомих об'єктів з урахуванням сил інерції. Розрахунки при ударних навантаженнях. Пружні коливання. Опір матеріалів дії повторно-змінних навантажень.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Механіка матеріалів і конструкцій: Навчальний посібник для студентів, які навчаються на технічних спеціальностях усіх форм навчання / А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, С.М. Шукаєв, та ін..– К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017.– 191 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19241>
2. Писаренко Г.С. Опір матеріалів: підруч. / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.
3. Збірник задач з опору матеріалів *Електронний ресурс+: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін. – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – 570 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1885>.
4. Збірник задач з опору матеріалів: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін.; За ред. М.І. Бобира. – К.: Вища шк., 2008. – 399 с.: іл.
5. Збірник задач з опору матеріалів [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін. – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – 570 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1885>.
6. Заховайко О.П. Збірник конкурсних задач з опору матеріалів [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / О.П. Заховайко, В.А. Колодежний, С.І. Трубачев. – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – 320 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1007>

3. ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

1. Основні поняття ТММ

Зміст дисципліни ТММ та її значення для інженерної освіти. Зв'язок ТММ з іншими галузями знань. Машина. Механізм. Прилад. Апарат. Знаряддя праці. Механічний пристрій. Ланка механізму. Вхідні та вихідні ланки. Початкові, ведучі та ведені ланки. Кінематична пара. Класифікація кінематичних пар за числом степенів вільності та числом зв'язків

Алгоритм визначення класу кінематичної пари. Нижчі та вищі кінематичні пари.

Кінематичні ланцюги. Кінематична схема механізму. Масштабний коефіцієнт ТММ. Структурна схема механізму. Алгоритм побудови структурної схеми механізму.

2. Основні види механізмів

Плоскі та просторові механізми з нижчими парами. Кулачкові, зубчасті, фрикційні механізми. Механізми з гнучкими зв'язками. Рядові, ступінчасті, планетарні, хвильові передачі. Гідравлічні та пневматичні механізми.

3. Структурний аналіз механізмів

Число степенів вільності просторового механізму. Формула Сомова-Малишева. Число степенів вільності плоского механізму. Формула Чебишева. Зв'язки механізму. Надлишкові (пасивні) зв'язки. Усунення надлишкових зв'язків зміною класу кінематичних пар. Місцеві рухомості (зайві степені вільності). Заміна вищих кінематичних пар нижчими. Алгоритм заміни вищої кінематичної пари нижчими. Утворювання механізмів шляхом нашарування структурних груп (груп Ассура). Механізм 1-го класу. Структурна група або група Ассура. Класифікація механізмів. Механізми паралельної структури.

4. Кінематичний аналіз механізмів

Задачі кінематичного аналізу механізмів. Аналоги швидкостей та прискорень. Послідовність кінематичного аналізу механізмів. Плани механізму. Побудова планів положень механізму методом "засічок". Кінематичний аналіз методом планів швидкостей та прискорень. Властивості планів швидкостей. Методика побудови планів швидкостей механізмів 2-го класу. Визначення кутових швидкостей за планами швидкостей. Властивості плану прискорень. Методика побудови плану прискорень механізму 2-го класу. Визначення кутових прискорень за планами прискорень. Аналітичні методи кінематичного аналізу механізмів.

5. Кінетостатичний аналіз механізмів

Задачі кінетостатичного аналізу механізмів. Сили, що діють на ланки механізму. Принцип кінетостатики. Урахування сил інерції ланок механізму. Плоскопаралельний рух ланки. Поступальний рух ланки. Обертальний рух відносно центральної осі. Обертальний рух відносно довільної осі. Умови статичної визначеності кінематичного ланцюга. Кінематичний ланцюг з нижчими парами. Кінематичний ланцюг з вищими парами. Просторовий кінематичний ланцюг. Силовий розрахунок структурних груп 2-го класу 2-го порядку. Силовий розрахунок початкової ланки в робочій машині. Силовий розрахунок початкової ланки в машині-двигуні. Теорема М.Є. Жуковського.

6. Тертя в механізмах

Види тертя. Основні закони тертя ковзання незмащених тіл. Тертя спокою. Тертя руху. Сучасні положення про сили сухого тертя. Тертя в поступальній кінематичній парі. Умови руху повзуна. Геометрична форма зображення взаємодії сил. Тертя при русі клинчастого повзуна. Тертя в гвинтовій кінематичній парі. Тертя в обертальній кінематичній парі (тертя шипа по підшипнику та п'яти по підп'ятнику). Тертя ковзання змащених тіл. Тертя кочення. Тертя в передачах з гнучкими ланками.

7. Динамічний аналіз механізмів

Задачі динамічного аналізу механізмів. Режими руху машини. Рівняння руху механізму в формі кінетичної енергії. Механічний коефіцієнт корисної дії (ККД). ККД машини при послідовному, паралельному та комбінованому з'єднанні механізмів. Метод зведення мас і сил. Зведена маса (зведений момент інерції). Зведена сила (зведений момент сили). Рівняння руху механізму. Рівняння руху в інтегральній формі. Рівняння руху в диференціальній формі. Функції зведених моментів сил. Розв'язання рівнянь руху. Графічний метод визначення суми робіт (метод графічного інтегрування). Коефіцієнт нерівномірності руху. Регулювання періодичних коливань швидкості (ПКШ). Механіка роботи маховика. Рівняння руху маховика. Визначення моменту інерції маховика методом Грунауера.

8. Зрівноважування та віброзахист машин

Причини та задачі зрівноважування та віброзахисту машин. Умова зрівноваженості обертової ланки. Статичне та динамічне балансування обертових мас. Зрівноважування механізмів на фундаменті. Статичне зрівноважування механізмів. Засоби віброзахисту. Динамічне віброгасіння. Віброізоляція.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин: підручник./ Я.Т. Кіницький. – К.: «Наукова думка», 2002. – 660 с.
2. Кіницький Я.Т. Практикум із теорії механізмів і машин / Я.Т. Кіницький. – Львів: «Афіша», 2002. – 452 с.
3. Теорія механізмів і машин. Динамічний аналіз механізмів [Електронний ресурс] : навчальний посібник з кредитного модуля для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. А. Кірієнко. – Електронні текстові дані – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 64 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49902>

4. МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ

1. Точність деталей машин

Основні положення метрології, взаємозамінності, стандартизації, сертифікації. Точність та похибки геометричної точності деталей машин, їх класифікація та причини виникнення. Систематичні та випадкові похибки. Основні закони розподілення випадкових величин.

2. Нормування розмірної точності деталей машин

Основні терміни та визначення системи допусків і посадок ISO, розміри, відхилення, допуски, системи посадок. З'єднання, їх елементи, характеристики та розрахунок. Розрахунки оптимальних натягів чи зазорів у трьох типах посадок: з натягом, з зазором, перехідних. Вибір квалітетів. Вибір посадок. Посадки рекомендовані та переважні.

Контроль деталей гладких циліндричних з'єднань. Міри та калібри, розрахунки виконавчих розмірів.

3. Нормування геометричної точності деталей

Точність форми поверхонь деталей. Точність розташування поверхонь. Залежні та незалежні допуски. Призначення допусків форми та розташування та їх позначення на креслениках. Структура та шорсткість поверхонь. Нормування шорсткості та позначення шорсткості на креслениках.

4. Взаємозамінність типових з'єднань

Підшипники кочення. Допуски та посадки підшипників кочення. Вимоги до точності поверхонь деталей, що з'єднуються з підшипниками.

Основні експлуатаційні вимоги до шпонкових та шліцевих з'єднань. Взаємозамінність шпонкових та шліцевих з'єднань з прямобічним профілем. Взаємозамінність шліцевих з'єднань з евольвентним профілем.

Основні експлуатаційні вимоги до різбових з'єднань. Геометричні параметри метричних різьб. Взаємозамінність метричних різьб. Посадки різьб з зазором, перехідні та з натягом. Трапецієподібні різьби. Вибір допусків і посадок та позначення їх на креслениках. Комплексний та поелементний контроль різьб. Різбові калібри.

Допуски кутів та конусів. Конічні посадки. Методи і засоби вимірювання кутів і конусів.

Взаємозамінність зубчастих коліс та передач. Норми кінематичної точності, норми плавності та контакту циліндричних зубчастих коліс та передач. Норми бічного зазору. Види спряжень. Допуски конічних і черв'ячних зубчастих коліс та передач.

5. Нормування точності на основі розрахунку розмірних ланцюгів

Розмірні ланцюги, основні властивості, пряма та обернена задачі, порядок побудови розмірних ланцюгів. Методи розрахунку. Вибір методу досягнення необхідної точності. Складання з повною та неповною взаємозамінністю.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 1 [Текст]: навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, В.А. Пасічник, Н.В. Міні-цька, С.В. Майданюк, О.А. Плівак. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 164 с. ISBN978-966-286-096-2
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30119>

2. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 2 [Текст]: навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, В.А. Пасічник, Н.В. Мініцька, С.В. Майданюк, О.А. Плівак . – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2016. – 188 с. ISBN 978-966-286-097-9 <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30120>
3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум: підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, Полянський П.М.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 428 с. ISBN 978-617-714919-3.
4. Івченко Л.Й. Взаємозамінність, стандартизація та метрологічне забезпечення технічних вимірювань: навч. посібник [для вищих навчальних закладів]/Л.Й. Івченко, В.В. Петрикін, С.І. Дядя, Б.М. Левченко; під заг. ред. Л.Й.Івченка – Запоріжжя, Вид. комплекс ВАТ «Мотор Січ», 2010 - 451 с. ISBN 966-87-2.

5. ДЕТАЛІ МАШИН І ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ

1. Основні вимоги до деталей і вузлів машин. Основні критерії працездатності деталей машин.

Умови роботи деталей машин: вид навантажень, характер напруженого стану, поверхневе зношування, вплив температурних коливань. Критерії працездатності деталей машин. Надійність конструкції. Критерії надійності, працеспроможності та ремонтпридатності.

Матеріали для виготовлення деталей машин. Технологічні вимоги до конструкції деталей машин.

2. Механічні передачі

Передачі та їх використання. Класифікація передач. Основні характеристики передач. Схема приводу механізмів. Передачі зачепленням та тертям. Важільні механізми.

3. Зубчасті передачі

Загальні відомості про зубчасті передачі. Класифікація, переваги та недоліки, їх параметри.

Область застосування. Технологія виробництва. Сили в передачах. Критерії працездатності. Розрахункові навантаження. Матеріали зубчастих коліс, термообробка допустимі напруження. Види руйнування зубчастих коліс. Розрахунок прямозубої циліндричної передачі на контактну міцність і згин.

Передачі з осями, що схрещуються і перетинаються. Схема прямозубого конічного зачеплення та його параметри. Концепція еквівалентного колеса. Розподіл навантаження по довжині зуба та особливості розрахунку прямозубих конічних коліс на контактну та згинальну міцність. Конічні передачі із круговим зубом.

4. Черв'ячні передачі

Загальні відомості про черв'ячні передачі, їх класифікація, переваги і недоліки. Область застосування. Геометрія та кінематика передачі з архімедовим черв'яком. Основні параметри. Черв'ячні передачі без зміщення та зі зміщенням.

Умови роботи черв'ячних передач. Види ушкодження та критерії працездатності. Матеріали. Особливості розрахунку. Втрати енергії у черв'ячній передачі та ККД. Умова самогальмування. Глобоїдні передачі. Переваги при застосуванні.

5. Планетарні механізми, хвильові механічні передачі, передачі з зачепленням Новикова

Планетарні механізми: переваги планетарних механізмів, умови сполучення коліс. Диференціальні механізми як пристрої для підсумовування руху. Особливості розрахунку планетарних передач та диференціалів.

Хвильові механічні передачі: геометричні, кінематичні параметри та принцип дії. Критерії працездатності та методика проектування хвильових передач.

Особливості конструювання передач з зачепленням Новикова.

6. Вали та осі

Вали та осі. Призначення і класифікація осей та валів. Матеріали для їх виготовлення. Термообробка. Розрахунок валів та осей на статичну та втомну міцність, на жорсткість та поперечні коливання. Особливості конструювання валів.

7. Опори валів та осей

Призначення і класифікація опор валів та осей. Підшипники ковзання. Конструкції та матеріали підшипників. Мазильні матеріали. Методи утворення рідинного тертя в підшипниках ковзання. Практичні розрахунки підшипників ковзання.

Підшипники кочення, умови їхньої роботи, конструкції, розмірні серії, класи точності, матеріали. Вибір підшипників кочення за статичною та динамічною вантажопідйомністю. Схеми установки підшипників на валах і способи закріплення кілець. Ущільнення підшипникових вузлів. Регулювання підшипників.

8. Муфти

Типи муфт, їх призначення і класифікація. Вибір та конструкція. Застосування різних типів муфт на практиці. Некеровані, керовані, самокеровані та комбіновані муфти, їхні конструкції (глухі, компенсуючі, пружні, кулачкові, зубчасті, фрикційні, запобіжні, відцентрові та обгінні муфти. Параметри, вибір і розрахунок. Електромагнітні муфти та гальма. Умови роботи муфт. Розрахунки муфт.

9. Фрикційні, пасові та ланцюгові передачі

Фрикційні передачі. Загальні відомості та класифікація. Кінематика. Конструкції. Розрахунок циліндричних фрикційних передач на контактну міцність. Особливості конструкції і розрахунку конічної, жолобчастої та лобової фрикційних передач. Матеріали передач. Варіатори, їх конструктивне виконання. Передавальний крутний момент.

Загальні відомості про пасові передачі. Будова, характеристики і типи пасових передач. Геометричні та кінематичні співвідношення. Сили в передачі і напруження в пасах. Криві ковзання та ККД пасових передач. Розрахунок пасових передач на тягову здатність і довговічність. Натяжні пристрої. Конструювання шківів. Клинопасові, пласкопасові та поліклинові передачі.

Загальні відомості про ланцюгові передачі. Схема передачі. Основні типи приводних кіл. Переваги й недоліки. Область застосування. Геометрія та кінематика ланцюгової передачі. Нерівномірність руху ланцюгової передачі. Сили у гілках ланцюгової передачі. Види пошкодження та критерій працездатності ланцюгової передачі. Проектна розрахункова залежність визначення кроку приводного роликового ланцюга.

10. З'єднання деталей машин

Розрізні з'єднання. Визначення та класифікація. Призначення, конструкції, розрахунок (різбові, шпонкові, шліцьові, клинові і клемові). Нерозрізні з'єднання. Визначення. Класифікація. Особливості конструкцій. Розрахунок з'єднувальних елементів за умовами встановлення (зварні, заклепкові, з гарантованим натягом, клейові).

11. Різьблення

Класифікація за призначенням та геометричною формою. Основні параметри (з прикладу метричної різьби). Стандарти. Види різбових з'єднань. Кріпильні деталі: болти, гвинти, шпильки, гайки – їх конструктивні форми та призначення. Гайкові ключі.

Передача гвинт-гайка. Загальні відомості та особливості розрахунку різьблення гвинтових механізмів. Профіль різьблення. Різьби, що самогальмуються і не самогальмуються.

Взаємодія між витком та гайкою. Розподіл осьової сили з витків гайки – рішення Н.Е.Жуковського. Залежність між осьовою силою на гвинті та крутним моментом, прикладеним до гайки. Момент загвинчування та його складові. ККД різьблення, що враховує

втрати енергії на тертя у різьбленні. Момент відгвинчування та умова самогальмування різьблення. Перевірочний розрахунок елементів різьблення на зріз та зминання.

Розрахунок на міцність гвинта, навантаженого осьовою силою та крутним моментом. Розрахунок на міцність ексцентрично-навантаженого гвинта. Виникнення згинального моменту та оцінка його впливу на величину сумарної напруги

Розрахунок на міцність затягнутого болтового з'єднання, навантаженого силою та моментом у площині стику. Розрахунок затягнутого різьбового з'єднання, навантаженого після затягування зовнішньою осьовою силою. Коефіцієнт зовнішнього навантаження болта.

12. Шпонкові з'єднання

Шпонкові з'єднання. Основні типи шпонок. Область застосування. Особливості навантаження. Призматичні шпонки. Типи. Матеріали. Стандартизація перерізів та вибір шпонок. Перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань.

13. Електричні приводи механізмів машин

Використання асинхронних двигунів. Вибір двигуна за умовами навантаження. Перевірка двигуна за пусковим моментом.

14. Конструювання несучих елементів

Корпуси і базові елементи: призначення та технічні вимоги. Види корпусів. Обґрунтування конструкції та основні вимоги, що забезпечуються при конструюванні. Рами, основи для приводів. Типи та вимоги до конструкції.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Стадник, В. А. Деталі машин [Електронний ресурс] : курс лекцій / В. А. Стадник ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 24,1 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2012. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1602>
2. Бондарев В.С., Дубинець О.І., Колісник М.П., Бондарюв С.В., Горбатенко Ю.П., Барабанов В.Я. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. К.: Вища школа, 2009. – 734 с.
3. Муфти [Електронний ресурс] : навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. Г. Архипов, Ю. П. Горбатенко, О. П. Мариношенко, Н. І. Галабурда. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,89 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 231 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45679>.
4. Полешко О.П. Деталі машин. Лабораторний практикум: Навчальний посібник / О.П. Полешко, М.С. Блощин. –К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 87 с.
5. Скуратовський, А. К. Конструкції механічних муфт [Електронний ресурс]: навчальний наочний посібник / А. К. Скуратовський ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 3,68 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1826>
6. Підшипники кочення. Ч.1. Кулькові підшипники [Електронний ресурс] : навчальний наочний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. А. К. Скуратовський. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,94 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 51 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/24465>
7. Підшипники кочення. Ч. 2. Роликові підшипники [Електронний ресурс] : навчальний наочний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»,

- 133 «Галузеве машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. А. К. Скуратовський. – Електронні текстові дані (1 файл : 2,53 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 52 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26725>
8. Підшипники ковзання [Електронний ресурс] : навчальний наочний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. А. К. Скуратовський. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,03 МВ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 38 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31982>
9. Вибір електродвигуна, кінематичний та силовий розрахунки механічного приводу. Розрахунок і конструювання передач гнучкою в'яззю: Методичні вказівки до виконання домашніх контрольних робіт з дисципліни «Деталі машин» для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання: Електронне навчальне видання / Укл.: В.А.Стадник - К.: НТУУ «КПІ», 2012, - 57 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1852>
10. Розрахунок та конструювання зубчастих передач [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання домашніх контрольних робіт з дисципліни «Деталі машин» для студентів машинобудівних і механічних спеціальностей усіх форм навчання / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. А. Стадник. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,07 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – 112 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2680>
11. Розрахунок та конструювання черв'ячних передач: Методичні вказівки до виконання домашніх контрольних робіт з дисципліни, «Деталі машин» для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання: Електронне навчальне видання / Укл. В.А.Стадник – К.: НТУУ «КПІ» 2013, - 47 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2681>
12. Стадник, В. А. Розрахунок та конструювання валів. Вибір підшипників кочення за динамічною вантажопідйомністю [Електронний ресурс] : навчальний посібник / В. А. Стадник ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 15,2 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 128 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/7848>
13. Рудь Ю.С. Р. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженернотехнічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
14. Коновалюк Д.М. Деталі машин. Практикум / Д.М. Коновалюк, Р.М. Ковальчук, В.О. Байбула, М.М. Толстушко. – К.: Кондор, 2009. – 278 с.
15. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків. Навчальний посібник. – Харків: Харківський політехнічний інститут, Планета – Принт, 2020. – 275 с.
16. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин: Підруч. – 2-ге вид.перероб. – Львів: Афіша. 2003. – 560 с.

1.2. Порядок проведення вступного іспиту зі спеціальності

Вступний іспит зі спеціальності проводиться у змішаній формі та передбачає письмові відповіді на **десять тестових завдань** у письмовій формі та усні відповіді на **два питання**.

Методика проведення вступного випробування наступна. Члени комісії інформують вступників про порядок проведення вступного іспиту зі спеціальності, видають вступникам екзаменаційні білети з відповідними варіантами та заздалегідь роздруковані підписані листи для письмового тестування та листи для нотаток при підготовці до усної відповіді.

Тривалість відповіді на тестові питання та підготовки вступника до відповіді на усні питання – 2 академічні години.

На організаційну частину іспиту (пояснення по проведенню, оформленню і критеріям оцінювання іспиту, видачі білетів і листів для написання роботи) відводиться 10 хвилин від усього часу іспиту.

Відповідь на кожне усне питання вступник повинен закінчувати повідомленням, що відповідь закінчена. Якщо такого повідомлення немає, члени атестаційної комісії повинні уточнити у вступника, чи він закінчив відповідь.

КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ перебивати усну відповідь вступника додатковими питаннями, уточненнями чи зауваженнями. **КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ БУДЬ-ЯКЕ ОПИТУВАННЯ ЧИ ДООПИТУВАННЯ** вступника після того, як він закінчив усну відповідь на питання, для уточнення оцінки.

Після закінчення письмового тестування та усної відповіді на два питання проводиться перевірка відповідей вступника та їх оцінювання всіма членами комісії. Члени атестаційної комісії приймають спільне рішення щодо виставлення оцінки на відповідь до кожного з питань екзаменаційного білету та тестування.

Підведення підсумку вступного іспиту зі спеціальності здійснюється шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість. Ознайомлення вступника з результатами іспиту проводиться згідно з правилами прийому в університет.

1.3. Допоміжні матеріали для складання вступного іспиту

Під час вступного випробування дозволяється використання допоміжного матеріалу (довідників).

1.4. Критерії оцінювання вступного іспиту

Максимальна сума балів за відповіді на два усні питання складає 70, тобто кожне із усних питань оцінюється в діапазоні від 0 до 35 балів за такою системою:

32...35	балів за	90...100 %	правильної відповіді
28...32	балів за	80...89 %	правильної відповіді
24...28	балів за	70...79 %	правильної відповіді
20...24	балів за	60...69 %	правильної відповіді
17...20	балів за	51...59 %	правильної відповіді
14...17	балів за	41...50 %	правильної відповіді
11...14	балів за	31...40 %	правильної відповіді
7...11	балів за	21...30 %	правильної відповіді
4...7	балів за	11...20 %	правильної відповіді
0...4	балів за	0...10 %	правильної відповіді

Правильною відповіддю на **усні питання** вважається повне і адекватне висвітлення питання згідно з Програмою вступного іспиту.

У відповідях на усні питання оцінюють:

- повноту розкриття питання;
- наявність розрахунків, принципової чи конструктивної схеми (за потреби);
- уміння чітко формулювати визначення понять/термінів та пояснювати їх;
- здатність аргументувати відповідь;
- аналітичні міркування, порівняння, формулювання висновків;
- наявність помилок або неточностей у відповідях, їх кількість та критичність стосовно конкретного питання.

Тестові завдання із вибором однієї правильної відповіді оцінюються у 3 бали за кожне. Кількість тестових завдань – 10 (десять). Максимальна сума балів за десять тестових завдань складає 30.

Загальна оцінка за вступне випробування обчислюється як арифметична сума балів за відповіді на два усні питання та десять тестових завдань у письмовій формі. За результатами вступного випробування вступник може набрати від 0 до 100 балів.

З метою обчислення конкурсного балу вступника результат вступного випробування перераховується з шкали від 0 до 100 балів до шкали, визначеної Порядком прийому на навчання для здобуття вищої освіти (100...200 балів) згідно з таблицею відповідності:

Таблиця переведення балів стобальної шкали до шкали 100 - 200

Бал за шкалою 0 - 100	Бал за шкалою 100 - 200	Бал за шкалою 0 - 100	Бал за шкалою 100 - 200
60	100	81	162
61	105	82	164
62	110	83	166
63	115	84	168
64	120	85	170
65	125	86	172
66	128	87	174
67	131	88	176
68	134	89	178
69	137	90	180
70	140	91	182
71	142	92	184
72	144	93	186
73	146	94	188
74	148	95	190
75	150	96	192
76	152	97	194
77	154	98	196
78	156	99	198
79	158	100	200
80	160		

Вступники, результати фахового іспиту яких за 100-бальною шкалою складають від 0 до 59 балів, отримують оцінку "незадовільно" і не допускаються до участі в наступних вступних випробуваннях (за наявності) і в конкурсному відборі.

1.5. Приклад типового білету з усними питаннями вступного іспиту

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Освітній ступінь	доктор філософії
Спеціальність	G9 Прикладна механіка
Освітня програма	Прикладна механіка
Іспит	Вступний іспит зі спеціальності

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № XX

1. Теорія розмірних ланцюгів. Основні поняття і визначення розмірних ланцюгів. Методика побудови розмірних ланцюгів. Розмірний аналіз технологічних процесів. Визначення операційних розмірів за допомогою графів.

2. Управління динамічними параметрами ТОС. Динамічні компенсатори коливань та їх розрахунок. Технологічна спадковість форми та її залежність від форми заготовки, динамічних параметрів ТОС і режиму різання. прогнозування технологічної спадковості.

Затверджено Науково-методичною комісією
за спеціальністю G9 Прикладна механіка
протокол № 7 від 28 квітня 2026 р.

Голова НМК за спеціальністю
G9 Прикладна механіка

Віталій ПАСТІЧНИК

2. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Особи, які без поважних причин не з'явилися на вступне випробування у визначений розкладом час, особи, знання яких було оцінено балами нижче встановленого рівня, до участі в наступних вступних випробуваннях і в конкурсному відборі не допускаються.

2. Перескладання вступних випробувань не допускається.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

канд. техн. наук, доцент
кафедри ДММ та ОМ НН ММІ

Сергій ТРУБАЧЕВ

канд. техн. наук, доцент
кафедри ПГМ НН ММІ

Андрій ТІТОВ

докт. техн. наук, професор,
професор кафедри КМ НН ММІ

Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

докт. техн. наук, професор,
професор кафедри ПГМ НН ММІ

Сергій СТРУТИНСЬКИЙ

канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри ТМ НН ММІ

Сергій САПОН

докт. техн. наук, професор,
завідувач кафедри ЗВ НН ІМЗ ім. Є.О. Патона

Віктор КВАСНИЦЬКИЙ

докт. техн. наук, професор,
професор кафедри ХПСМ ФАПЕ

Валерій ЩЕРБИНА

канд. техн. наук, професор,
професор кафедри ХПСМ ФАПЕ

Володимир СІВЕЦЬКИЙ

докт. техн. наук, професор,
професор кафедри ХПСМ ФАПЕ

Антон КАРВАЦЬКИЙ

докт. техн. наук, професор,
завідувач кафедри ХПСМ ФАПЕ

Олександр СОКОЛЬСЬКИЙ

докт. техн. наук, професор,
завідувач кафедри НГІ та КГ ФМФ

Геннадій ВІРЧЕНКО