



КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБНИЦТВ. ЧАСТИНА 1. РІЗАННЯ ТА ІНСТРУМЕНТ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13-Механічна інженерія
Спеціальність	131- Прикладна механіка
Освітня програма	Конструювання та дизайн машин
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС, 150 год., лекції – 36 год., практичні – 18 год., лабораторні – 18 год., СРС – 78 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Іспит, МКР, РР
Розклад занять	За розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц., Слободянюк Іванна Валентинівна, slobodianiuk.ivanna@iit.kpi.ua ; к.т.н., доц., Вовк Вячеслав Володимирович , Vovk.Vyacheslav@iit.kpi.ua ; Практичні: Слободянюк Іванна Валентинівна, к.т.н., доц., Вовк Вячеслав Володимирович, к.т.н., доц., к.т.н., доц. Ковальов Віктор Андрійович Лабораторні: к.т.н., доц., Слободянюк Іванна Валентинівна, к.т.н., доц., Вовк Вячеслав Володимирович, к.т.н., доц. Ковальов Віктор Андрійович
Розміщення курсу	Ресурс «Електронний кампус», Гугл клас: https://classroom.google.com/c/NTQ1ODI2NjEwOTAx?cjc=oiqihfe

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Різання та інструмент» є однією з базових у структурі підготовки бакалаврів у галузі механічної інженерії.

Дана дисципліна є одним з чотирьох із кредитних модулів ПО20 «Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівних виробництв» та є основою для підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних вирішувати базові науково-технічні задачі в області конструкторсько-технологічного забезпечення машинобудівних виробництв, які виготовляють та експлуатують різні види інструменту, застосовують різні види обробки при виготовленні різноманітних деталей.

Мета дисципліни: дати студенту теоретичне знання про фізико-механічних процесах в зоні різання (стружкоутворення) і про їхню залежність від умов (режимів) різання, про параметри стружки, стружкоутворення і основи якості обробки різанням, про різальні інструменти та їх конструкції, про різальний клин та його геометрію, його вплив на процес стружкоутворення, про параметри зрізаного шару формоутворення, про групи оброблюваності матеріалів, про зношування різальних інструментів, теорію абразивної обробки, про методикку розрахунку режимів різання в

неавтоматизованому і автоматизованому виробництвах, про роль і значення мастильно-охолоджуючого технологічного середовища (МОТС) при лезовій і абразивній обробці.

Завдання дисципліни: навчити майбутнього фахівця управляти процесами різання і формоутворення правильно вибираючи режими різання, різальний інструмент і інструментальний матеріал для конкретних умов лезової та абразивної обробки, вести розрахунки режимів різання в неавтоматизованому і автоматизованому виробництвах, визначати групу оброблюваності матеріалу, визначати знос різальних інструментів, призначати конструктивні і геометричні параметри різальних інструментів, призначати умови і область їх експлуатації, вибирати МОТС.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- основні параметри процесів механічного оброблення та їх вплив на якість та продуктивність оброблення;
- основних типів різального інструменту, їх параметри та особливості застосування;
- основні досягнення у галузі теорії різання та спеціальних методах обробки;
- фізичні явища під час різання металів та основні закономірності процесів пружно-пластичного деформування шару, якій зрізується при його перетворенні в стружку;
- основні особливості динаміки різання;
- теплові явища під час різання металів;
- вплив МОТС для різних видів механічної обробки різанням;
- закономірності формування параметрів якості обробленої поверхні;
- методикку призначення режимів різання лезовим та абразивним інструментом;
- вплив різних факторів на процес різання;
- шляхи інтенсифікації процесів обробки металів.

уміння:

- розрізняти різальні інструменти для різних операцій оброблення;
- виконувати розрахунки сил різання та потужності;
- розрахувати режими різання при різних видах обробки матеріалів різанням з умов раціональної експлуатації інструментів;
- вміти призначати МОТС для різних видів механічної обробки різанням;
- набути навичок проведення експериментальних досліджень, обробки й аналізу отриманих даних;
- користуватись довідковою літературою та комп'ютерними засобами інформації.

досвід:

- грамотно вирішувати задачі визначення режимів різання при обробленні деталей на верстатах;
- проведення експериментальних досліджень, обробки й аналізу отриманих даних;
- дослідження фізичних явищ під час різання металів.

Основні завдання навчальної дисципліни, згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають отримати наступні програмні **компетенції**:

ФК 11. Здатність ідентифікувати фізичну суть, закономірності та основні параметри базових процесів механічного оброблення, визначати та аналізувати режими оброблення.

ФК 12. Здатність розрізняти різальні інструменти за можливостями формоутворення, визначати та підбирати їх раціональні параметри з огляду на забезпечення якості обробленої поверхні та продуктивності технологічного переходу.

ФК13. Здатність синтезувати функціональні, структурні та кінематичні схеми технологічного оброблювального обладнання для заданих режимів роботи, умов експлуатації та показників працездатності.

ФК 14. Здатність конструювати модулі та приводи виконавчих і допоміжних рухів технологічного обладнання і машин з урахуванням особливостей їх функціонування і умов експлуатації та з урахуванням типових методик конструювання.

ФК 15. Здатність ідентифікувати технологічні процеси виготовлення і складання деталей, механізмів і машин з огляду на якість продукції, її кількість та вартість.

ФК 16. Здатність застосовувати комплекс методів розробки й побудови раціональних технологічних процесів, вибору заготовки, технологічного обладнання, оснащення та інструменту, встановлення технічно обґрунтованих норм часу.

ФК 17. Здатність застосовувати універсальний математичний апарат теорії автоматичного керування до моделювання, аналізу і синтезу процесів різання та технологічних оброблювальних систем з урахуванням їх суті, функціонального зв'язку і закономірностей як об'єктів керування.

ФК 18. Здатність розробляти функціональні схеми систем та об'єктів автоматичного керування за описом функціонування технологічної оброблювальної системи (ТОС), створювати математичні моделі процесів різання у замкненій ТОС, обирати методи і способи керування.

Та продемонструвати такі програмні **результати навчання**:

РН 17. Знати і розуміти фізичну суть і технологічні можливості базових процесів механічного оброблення, вміти призначати режими за рекомендаціями, визначати можливості оптимізації.

РН 18. Знати основні типи різальних інструментів та їх параметри, вміти призначати раціональні при вирішенні практичних задач проектування технологічних переходів.

РН 19. Аналізувати функціональні, структурні та кінематичні схеми існуючого технологічного оброблювального обладнання та розробляти нові з урахуванням заданих режимів роботи і умов експлуатації

РН 20. Враховувати функціональні та конструктивні особливості модулів та приводів виконавчих і допоміжних рухів технологічного обладнання і машин при розробленні їх конструкцій;

РН 21. Використовувати типові методики агрегатно-модульного конструювання технологічного оброблювального обладнання.

РН 22. Виявляти вплив основних технологічних процесів виготовлення і складання деталей, механізмів і машин на формування техніко-економічних показників та якість продукції.

РН 23. Вирішувати практичні завдання з вибору типових технологічних процесів та реалізації технологічних операцій з вибором заготовки, технологічного обладнання, оснащення та інструменту, встановленням технічно обґрунтованих норм часу та формуванням комплексу технологічної документації.

РН 24. Розв'язувати завдання, пов'язані з автоматичним керуванням на виробництві, а також з моделюванням технічних систем з використанням методів теорії автоматичного керування

РН 25. Розуміти принципи роботи систем автоматичного керування, розробляти функціональні схеми систем та об'єктів автоматичного керування за описом функціонування технологічної оброблювальної системи у виробничих умовах.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для вивчення даної дисципліни необхідні ґрунтовні знання з дисциплін: Вища математика. Частина 1. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної; Вища математика. Частина 2. Диференціальне та інтегральне числення багатьох змінних. Диференціальні рівняння; Вища математика. Частина 3. Ряди. Теорія функції комплексної змінної; Лінійна алгебра і аналітична геометрія; Теоретична механіка; Механіка матеріалів і конструкцій. Частина 1. Просте навантаження; Механіка матеріалів і конструкцій. Частина 2. Складне навантаження, стійкість і динаміка; Матеріалознавство.

У свою чергу дисципліна «Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівних виробництв. частина 1. Різання та інструмент» є базою для дипломного проектування та подальшого вивчення дисциплін модуля ПО20, а саме «Частина 2. Технологічне оброблювальне

обладнання», «Частина 3. Технологія машинобудування», «Частина 4. Автоматичне керування об'єктами і процесами в машинобудуванні».

3. Зміст навчальної дисципліни

- Розділ 1. Місце і значення різання серед інших методів оброблення.
- Розділ 2. Терміни та визначення теорії різання матеріалів.
- Розділ 3. Основи фізики процесу різання.
- Розділ 4. Статика і динаміка процесу різання.
- Розділ 5. Теплові явища у процесі різання.
- Розділ 6. Працездатність інструментів.
- Розділ 7. Формування характеристик обробленої поверхні.
- Розділ 8. Обробка матеріалів осьовим різальним інструментом.
- Розділ 9. Фрезерування. Особливості процесу та різальний інструмент.
- Розділ 10. Протягування. Особливості процесу та різальний інструмент.
- Розділ 11. Процес утворення різьб та різальний інструмент.
- Розділ 12. Різання з використанням технологічних середовищ.
- Розділ 13. Елементи та призначення режимів різання.
- Розділ 14. Процеси абразивного оброблення матеріалів.
- Розділ 15. Оброблюваність матеріалів різанням.
- Розділ 16. Перспективи розвитку різання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Теорія різання [Електронний ресурс] : Підручник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка / О. В. Глоба, В. В. Вовк, Д. А. Красновид, В. І. Солодкий. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 248 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48280>
2. 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.–422с. – Режим доступу: <http://ktp.kiev.ua/wp-content/uploads/2019/12/Mazur-M.-P.-Osнова-teori-rizannya-materialiv.pdf>

Додаткова література:

1. 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>
2. 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>
3. 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. <http://ela.kpi.ua/handle /123456789/27531>
4. Солодкий В.І. Проектування та технологічне забезпечення інструментальних систем інженерного дизайну / В.І.Солодкий, В.В.Вовк. Ю.І.Адаменко, Н.В.Мініцька. Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського. -2020. – 202 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Протокол № 7 від 27.02.2020 р. <http://ela.kpi.ua/handle /123456789/33069>
5. Різання матеріалів верстати та інструменти : Навчально-методичний посібник з лабораторних робіт [для студентів технологічного факультету] / Укл. Люлька В.С., Л.М.

Бивалькевич. – Чернігів : НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2018. – 104 с. – Режим доступу:

<https://epub.chnpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3286/1/%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2%20%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%20%20%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B7%20%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%96%D1%82.pdf>

6. Петраков Ю. В. Лабораторно-комп'ютерний практикум з теорії різання: Навчальний посібник для студентів, що навчаються за напрямом «Інженерна механіка». – К: Політехніка, 2006. – 190с.
7. Равська Н.С. Металорізальні інструменти // Н.С. Равська, П.П. Мельничук, Р.П. Родін / Київ, 2016. – 612 с.
8. ДСТУ 2249-93. Оброблення різанням. Терміни, визначення та позначення: чинний від 1995-01-01. Офіц.вид. К. : Держстандарт України, 1994. – 63с

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Під час лекційних занять викладаються теоретичні положення дисципліни та розглядаються типові задачі. Основна тематика лекцій наступна:

Розділ 1. Місце і значення різання серед інших методів оброблення.

- Місце та значення обробки різанням серед інших методів. Обробка різанням. Історичний огляд теорії різання. Періоди розвитку науки про різання.

Розділ 2. Терміни та визначення теорії різання матеріалів.

- Терміни та визначення. Класифікація видів різання: вільного, невільного, прямокутне (ортогональне), косокутне, постійне, переривчасте, стаціонарне і нестаціонарне різання. Геометричні параметри леза: головні елементи, різальна частина. Координатні площини: основна площина, площина різання, головна січна площина, нормальна площина. Елементи різання при точінні: швидкість різання, частота обертання, параметри зрізаного шару. Різці призначення та основні типи. Геометричні параметри різця.

Розділ 3. Основи фізики процесу різання.

- Утворення стружки. Методи дослідження стружки. Типи стружки при різанні: елементарна, суглобиста, зливна, надлому. Вплив режимів різання на тип стружки. Вплив матеріалу та геометричних параметрів на тип стружки. Утворення зливної стружки. Ступінь деформації стружки. Схема напруженого стану на умовної площині зсуву. Усадка стружки. Поняття усадки стружки, коефіцієнт усадки та його визначення різними методами: виміром довжини стружки, знятої з ділянки заготовки заданої довжини, ваговим способом. Вплив різних факторів (переднього кута, механічних властивостей матеріалу, швидкості різання, товщини зрізу) на усадку стружки. Зміна форми стружки в порівнянні зі зрізаним шаром. Взаємозв'язок явищ у процесі стружкоутворення: вплив кута дії, переднього кута, швидкості різання, оброблювального матеріалу, властивостей інструментального матеріалу, товщини зрізаного шару.
- Утворення наросту. Поняття наросту та гіпотеза його утворення, динаміка зародження та розвитку наросту, етапи утворення наросту. Наріст та процес обробки: якість обробленої поверхні, інтенсивність зносу різального інструмента, точність обробки. Перетворення наросту під дією: швидкості різання, фізико-механічних властивостей матеріалів, товщини

зрізаного шару, кутів різання, охолодження. Типи наросту. Позитивний та негативний вплив наросту на процес обробки

Розділ 4. Статика і динаміка процесу різання.

- Сили і потужність при різанні. Сили різання при точінні. Крутний момент різання. Потужність різання. Вплив параметрів різця на сили різання: головного кута в плані, радіусу кривизни вершини різця, глибини різання і подачі, швидкості різання, переднього і заднього кутів інструмента, куту нахилу головної різальної кромки, матеріалу заготовки, матеріалу різальної частини, МОТС, збільшення зносу інструменту.
- Коливання при різанні. Причини коливань. Вимушені коливання. Автоколивання за рахунок: зсуву за фазою, хвилястості поверхні. Вплив швидкості різання на амплітуду коливань. Способи гасіння автоколивань. Вплив коливань на якість обробленої поверхні і працездатність інструмента. Методи гасіння коливань при різанні. Діагностування стану інструменту

Розділ 5. Теплові явища в процесі різання.

- Теплові процеси. Взаємозв'язок теплових та інших фізичних явищ при різанні. Робота різання та її складові. Джерела виділення тепла. Потоки тепла в зоні різання. Баланс теплоти при різанні. Температурні поля. Експериментальне дослідження теплових процесів: калориметричний метод, метод плівок, метод термофарб, метод термодпар, біжуча термодпара, напівштучної термодпари, метод природної термодпари. Залежність температури від умов різання: властивості оброблювального матеріалу, швидкості різання, подачі та глибини різання, переднього кута, головного кута в плані, товщина і ширина зрізаного шару, радіусу округлення при вершині різця, кута нахилу головної різальної кромки. Використання натуральних термодпар для зворотного зв'язку при автоматичному регулюванні процесів обробки за температурою. Взаємозв'язок теплових та інших фізичних явищ при різанні

Розділ 6. Працездатність інструментів.

- Працездатність інструментів. Руйнування леза. Крихке руйнування. Пластичне руйнування різального леза. Зносостійкість різального інструмента. Прояв зношування інструменту. Зовнішній прояв. Геометричні параметри та знос. Фізична природа зносу різального інструмента. Абразивне зношування. Адгезійно-втомне зношування. Окислювальне зношування. Дифузійне зношування. Евтектичне зношування. Інтегральний знос інструмента. Критерій оптимального зносу. Методи визначення стійкісних залежностей. Діагностика різального леза. Прямі та непрямі методи вимірювання зносу.

Розділ 7. Формування характеристик обробленої поверхні.

- Формування характеристик обробленої поверхні. Терміни та визначення. Хвилястість поверхні. Шорсткість поверхні. Шорсткість обробленої поверхні. Розрахунок мікропрофілю оброблюваної поверхні. Вплив параметрів різання на шорсткість: швидкість різання, подачі, глибини різання, зношування інструменту. Шорсткість при шліфуванні. Фізико-механічні властивості поверхневого шару, методи їх визначення та вплив на експлуатаційні показники деталей. Залишкові напруження. Зміцнення поверхневого шару деталі. Формування фізико-механічних і хімічних характеристик поверхневого шару деталі. Вплив умов різання на параметри наклепу, залишкові поверхневі напруження першого і другого роду, зміну хімічного складу, фазові перетворення. Керування параметрами фізико-механічного і геометричного стану поверхневого шару деталі в процесі обробки у зв'язку з вимогами до експлуатації.

Розділ 8. Обробка матеріалів осьовим різальним інструментом

- Обробка матеріалів осьовим різальним інструментом. Загальні відомості про свердління, зенкерування та розвертання. Геометрія різальної частини свердла. Конструктивні особливості зенкерів, розверток. Особливості процесу свердління, геометрії гвинтового (спірального) свердла, параметрів шару, який зрізується, елементів режиму різання. Сили різання при свердленні. Вплив параметрів свердла на сили різання та швидкість різання: діаметр свердла і подачі, кута при вершині, довжини поперечної кромки, оброблювального

матеріалу, МОТС, глибини свердлення, знос свердла, кута нахилу перемички . Зношування осьового різального інструменту.

Розділ 9. Фрезерування. Особливості процесу та різальний інструмент.

- Фрезерування. Види фрезерування та основні типи фрез. Технологічні характеристики процесу фрезерування. Геометричні параметри фрез. Особливості фрезерування як процесу переривчастого різання, характеристики шару, який зрізується. Аналіз складових сил, які діють на різальну кромку при фрезеруванні циліндричними та торцевими фрезами. Знос фрез при обробці різних матеріалів. Умови рівномірного фрезерування. Особливості зустрічного та попутного фрезерування. Вплив на допустиму швидкість різання та сили різання елементів режиму різання, властивостей оброблювального, інструментального матеріалу та МОТС. Зношування фрез.

Розділ 10. Протягування. Особливості процесу та різальний інструмент

- Процес протягування. Особливості. Протяжки, прошивки. Призначення та основні типи – круглі, шпонкові, шліцьові, багатогранні, фасонні. Внутрішні та зовнішні протяжки. Профіль зубців та впадини протяжки, їх основні конструктивні залежності. Призначення основних елементів протяжки – хвостовики, різальна та інші частини. Схеми зрізання припуску. Крок зубів

Розділ 11. Процес утворення різьб та різальний інструмент.

- Процес утворення різьб. Інструмент для нарізання різьби. Різьбові різці та гребінки, їх конструктивні параметри. Кінематика процесу обробки, схеми зрізання припуску. Мітчики, забірна частина, геометрія забірної частини. Схеми затилування забірної частини, задні кути забірної частини. Калібруюча частина мітчика та її затилування по колу. Основні конструктивні розміри мітчиків та гребінок.

Розділ 12. Різання з використанням технологічних середовищ.

- Мастильно-охолоджувальні технологічні середовища. Види МОТС при різанні металів. Сутність дії МОТС на процес різання; мастильна, охолоджуюча та миюча дії. Властивість МОТС та їх вплив на пластичну деформацію; теплоутворення та якість обробленої поверхні. Принципи вибору оптимальних технологічних середовищ, як фактор підвищення ефективності процесів обробки різанням. Методи вводу технологічних середовищ в зону різання. Покриття як технологічне середовище.

Розділ 13. Елементи та призначення режимів різання.

- Елементи режимів різання. Призначення режимів різання. Загальні положення. Аналіз початкових даних. Вибір різального інструмента. Призначення подачі та швидкості різання. Визначення сил різання. Визначення потужності різання. Корекція режимів різання. Практична перевірка режимів різання. Чинники, що впливають на режими: матеріал інструменту, багатоцільові верстати, змінний інструмент, застосування матеріалів, охолоджувальні рідини, жорсткість системи, автоматизація. Методи розрахунку режимів. Табличний метод. Аналітичний метод. Оптимізація режимів різання.

Розділ 14. Процеси абразивного оброблення матеріалів.

- Особливості абразивного оброблення матеріалів. Елементи режимів різання при шліфуванні. Абразивні матеріали. Абразивні матеріали: поняття про зернистість, структуру кругів, зв'язку, концентрацію алмазів. Кінематичні та геометричні особливості абразивної обробки. Особливості процесу обробки абразивним інструментом, характеристики шару, який зрізується, складові сили різання та їх залежність від режимів шліфування. Методи абразивної обробки: шліфування, хонінгування, суперфінішування, доводка та магнітно-абразивна. Знос шліфувальних кругів, його критерії, та методи відновлення їх різальних властивостей. Особливості алмазного шліфування. Залежності для розрахунку сили та потужності при шліфуванні. Кінематичні схеми, призначення, якість обробленої поверхні, інструменти та їх характеристики. Особливості призначення режимів різання для різних видів абразивної обробки. Високопродуктивні процеси абразивної обробки: глибинне та швидкісне шліфування.

Розділ 15. Оброблюваність матеріалів різанням.

- Основні характеристики оброблюваності та методи їх визначення. Поняття оброблюваності різанням, як технологічної характеристики матеріалу. Основні показники оброблюваності. Оцінки параметрів, що характеризують оброблюваності. Критерії оброблюваності. Покращення оброблюваності матеріалів: використання оптимальних складів МОТС, підведення в зону різання додаткової енергії, регулювання мікроструктури матеріалу, введення присадок. Оброблюваність металевих матеріалів. Оброблюваність сталей. Оброблюваність чавунів. Оброблюваність жаростійких сплавів. Оброблюваність титанових сплавів.

Тема 16. Перспективи розвитку різання.

- Перспективи розвитку різання. Різання з попереднім підігрівом. Різання з випереджувальною деформацією. Композиційні матеріали. Обробка композитів. Дефекти при обробці. Особливості різання композитів. Вібраційне різання: осьові коливання, радіальні коливання, тангенціальні коливання. Гідроабразивне різання; фізична суть гідроабразивного різання. Струмінь, як різальний інструмент. Особливості високошвидкісного різання. Фізичні та технологічні особливості комбінованих методів обробки із використанням додаткових джерел енергії: лезової обробки з попереднім пластичним деформуванням, нагріванням оброблюваного шару, з застосуванням ультразвукових коливань та інших додаткових дій на оброблювану поверхню.

Практичні заняття

Основними завданнями циклу практичних занять є поглиблення теоретичних знань, набуття навичок роботи з нормативно-технічною та довідниковою літературою та вирішення практичних задач.

Основні теми практичних занять та перелік основних питань:

- Розрахунок параметрів зрізаного шару.
- Розрахунок періоду стійкості інструменту та його зносу.
- Математична обробка експериментів.
- Розрахунок складових сили різання при точінні.
- Розрахунок складових сили різання при свердленні.
- Розрахунок теплових потоків.
- Розрахунок режимів різання при точінні.
- Розрахунок режимів різання при свердленні.
- Розрахунок режимів різання при фрезеруванні.

Лабораторні роботи

Основні завдання циклу лабораторних занять - практична перевірка і закріплення знань, які отримували на лекційних заняттях.

Теми лабораторних робіт.

- Дослідження силових характеристик при токарному обробленні.
- Дослідження силових характеристик при свердлінні та розсвердлюванні.
- Дослідження силових характеристик при циліндричному фрезеруванні.
- Дослідження силових характеристик при торцевому фрезеруванні.
- Дослідження теплообміну при обробленні різанням.
- Дослідження силових характеристик при круглому врізному шліфуванні.
- Дослідження шорстковтві поверхні при токарній обробці.
- Визначення оптимального режиму різання при точінні.

6. Самостійна робота студента

Години, відведені на самостійну роботу студента, призначені для опанування навчальної дисципліни, зокрема, підготовка до виконання робіт на практичних заняттях; підготовка до лекцій та лабораторних робіт, виконання розрахункової роботи, а також підготовка до модульної контрольної роботи та екзамену.

Розрахункова робота

Метою розрахункової роботи є набуття практичних навичок вибору інструменту та обладнання для здійснення оброблення різанням зазначеної поверхні з заданими параметрами якості, розрахунку допустимих сил різання, розрахунку і призначення режимів різання виходячи з максимальної продуктивності оброблення, вміння працювати з довідковою літературою. Розрахункова робота повинна бути здана до закінчення залікової сесії.

Розрахункова робота складається з двох частин, перша з яких присвячена розрахунку режимів різання при точінні, друга – при свердлінні (розсвердлюванні, зенкеруванні, розвертанні).

Кожному студенту видається номер варіанту, який є однаковим для обох частин розрахункової роботи та лабораторних робіт.

Розрахункова робота складається з послідовного вирішення наступних завдань:

- визначення розміру заготовки та найбільшого припуску на обробку заданої поверхні;
- вибір моделі верстату для оброблення;
- призначення різального інструменту, марки матеріалу та геометричних параметрів;
- розрахунок глибини різання;
- розрахунок допустимих сил різання та подачі, обмеженими характеристиками деталі, інструменту та верстату;
- призначення величини подачі;
- призначення нормативного періоду стійкості інструменту;
- розрахунок швидкості різання, обмеженої стійкістю інструменту та потужністю верстату;
- зміна моделі верстату (за необхідності) і перерахунок вищезазначених величин;
- уточнення величин подачі та частот обертання (заготовки чи інструменту);
- розрахунок основного часу обробки.

Наведена послідовність є загальною (з незначними корективами) для обох частин розрахункової роботи.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Проте, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Відвідування лабораторних робіт є обов'язковим. У разі відсутності студента на лабораторній роботі, у тому числі і за станом здоров'я, йому необхідно пропущену роботу відпрацювати. На одному занятті (2 год.) можна відпрацювати лише одну пропущену лабораторну роботу. Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті до початку заліку.

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. Як правило, на останньому практичному занятті захищається розрахункова робота.

Відвідування модульних контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання модульної контрольної роботи на вищу оцінку не передбачено.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень. Детальніше: НАКАЗ №НОН/228/2022 ВІД 21.07.2022 "Про затвердження нової редакції положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського", https://document.kpi.ua/2022_HOH-228

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: лабораторні роботи, практичні роботи, модульна контрольна робота, розрахункова робота.

Календарний контроль: провадиться 2 раз на семестр за встановленим графіком як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист 8 лабораторних робіт - 32 бали;
- виконання розрахункової роботи - 20 балів;
- модульні контрольні роботи - 8 балів;
- відповідь на екзамені - 40 балів.

Лабораторні роботи

Ваговий бал однієї лабораторної роботи – 4 бали. Мінімальна кількість балів, яка повинна бути набраною, щоб лабораторна робота вважалась зарахованою складає 2,4 бали, тобто 60% від максимальної кількості за одну роботу:

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Бали	Критерії оцінювання
4,0	Робота виконана повністю, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
3,6	Робота виконана з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
3,2	Робота виконана з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань .
2,8	Робота виконана з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
2,4	Робота виконана із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Робота не виконана, звіт не представлений.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$r1_{min} = 4 \text{ бали} \times 8 = 32 \text{ бали.}$$

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$r1 = 2,4 \text{ балів} \times 8 = 19,2 \text{ балів.}$$

Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті.

Розрахункова робота

Розрахунково-графічна робота складається з двох частина, кожна з яких оцінюється в 10 балів. Термін здачі частин розрахункової роботи оголошується викладачем на практичних заняттях. Максимальна кількість балів нараховується за правильне та своєчасне виконання. Розрахункова робота оцінюється відповідно таблиці:

Рейтингові бали за розрахункову роботу

Бали	Критерій оцінювання
20	Завдання виконані, зауважень немає.
18	Завдання виконані з несуттєвими зауваженнями.
16	Завдання виконані з зауваженнями.
14	Завдання виконані з помилками.
12	Завдання виконані із значними помилками.
0,0	Завдання не виконані, звіт не представлений.

Мінімальна кількість балів за розрахункову роботу:

$$r2_{min} = 6 \text{ балів} \times 2 \text{ частини} = 12 \text{ балів.}$$

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$r2 = 10 \text{ балів} \times 2 \text{ частини} = 20 \text{ балів.}$$

Модульна контрольна робота

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робі по 1 годині кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділами 1-8. Контрольна робота-2 виконується за розділами 9-16.

Одна контрольна робота складається з кількох завдань. Завдання оновлюються кожного семестру. Ваговий бал однієї контрольної роботи – 4 бали.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3

Рейтингові бали за одну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
4	Вірна відповідь більш, ніж на 95 % питань
3,6	Вірна відповідь більш, ніж на 85 % питань
3,2	Вірна відповідь більш, ніж на 75 % питань
2,8	Вірна відповідь більш, ніж на 65 % питань
2,4	Вірна відповідь більш, ніж на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r3 = 4 \text{ бали} \times 2 = 8 \text{ балів}$$

Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали, які додаються до суми вагових балів усіх контрольних заходів.

Нарахування штрафних балів не передбачено.

Заохочувальні бали можуть нараховуватися за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць, аналіз сучасної нормативно-правової бази з дисципліни у країні та її відповідність вимогам міжнародних стандартів тощо. Кількість нарахованих балів залежить від отриманих результатів.

Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від рейтингової шкали, тобто $60 \times 0,1 = 6$ балів.

Умови календарного контролю

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

Критерії семестрового оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на останньому занятті з дисципліни в семестрі. Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання і захист всіх лабораторних робіт та виконання обох частин розрахункової роботи.

Друга складова – це екзаменаційна оцінка, призначена для оцінювання окремих завдань на екзамені.

Екзамен відбувається за розкладом екзаменаційної сесії, затвердженим директором інституту. Екзамен проводиться у письмовій формі. Час написання екзамену складає не менше 60 хвилин. Екзаменаційне завдання складається з чотирьох завдань – двох теоретичних і двох практичних завдань. Кожне питання максимально оцінюється у 10 балів. Максимальна кількість балів отриманих за екзамен складає 40 балів:

$$r4 = 10 \text{ балів} \times 4 = 40 \text{ балів.}$$

Критерій оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета:

Кількість балів за одне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
10	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
9	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
8	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
7	Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
6	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання, не може пояснити результати.
0,0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних, штрафних балів та екзамену:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = 32 + 20 + 8 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку:

Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

<i>Рейтингова оцінка здобувача</i>	<i>Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущений

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склали:

доц. каф. КМ, к.т.н

_____ Іванна СЛОБОДЯНЮК

доц. каф. КМ, к.т.н

_____ Вячеслав ВОВК

Ухвалено кафедрою конструювання машин (протокол № 13 від 19.07.2022р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 29.08.2022р.)