



ПРОЄКТУВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Програма навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	13 – Механічна інженерія
Спеціальність	131- Прикладна механіка
Освітня програма	Конструювання та дизайн машин
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС, 120 год., Лекції – 36 год., практичні – 36 год., лабораторні – 0 год., СРС 48 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	За розкладом на сайті університету. http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор, практичні роботи: канд. тех. наук, доцент, доцент: Солодкий Валерій Іванович https://: km.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjQyNTg0OTI5MTQ0

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Проектування різальних інструментів" є вибірковою для підготовки бакалаврів за освітньою програмою «Конструювання та дизайн машин».

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти професійних компетентностей, необхідних для ефективного розв'язання типових інженерних завдань у сфері проектування різального інструменту. Зокрема, передбачається набуття здатностей:

- здійснювати обґрунтований вибір раціонального типу інструменту для обробки поверхонь заданої геометричної форми;
- проектувати та конструювати різальні інструменти на основі сучасних методик і технічних рішень;
- вирішувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що виникають в процесі інструментального виробництва;
- виконувати розрахунки та проводити аналіз змін геометричних параметрів різального леза з метою розробки оптимізованого інструменту, адаптованого до конкретних умов експлуатації.

Предметом навчальної дисципліни є системне опанування теоретичних засад та практичних аспектів професійної діяльності у сфері проектування різального інструменту. Здобувачі вищої освіти ознайомлюються з:

- ключовими досягненнями та сучасними тенденціями в галузі інструментального виробництва;
- існуючими методиками проектування, профілювання та вдосконалення конструкцій різального інструменту;
- галузями застосування різальних інструментів, їх конструктивними особливостями та експлуатаційними характеристиками.

Навчальна дисципліна «Проектування різальних інструментів» належить до вибіркового компоненту циклу професійної підготовки. Вона не передбачає самостійного формування окремих компетентностей, однак відіграє важливу роль у їхньому поглибленні та розвитку. Зокрема, дисципліна сприяє підсиленню результатів навчання, передбачених нормативними освітніми компонентами, шляхом розширення прикладного контексту, формування міждисциплінарних зв'язків та актуалізації знань у сфері інструментального виробництва.

Вивчення дисципліни сприяє підсиленню наступних компетентностей:

Фахові компетентності

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

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.

Завершитись навчання має наступними програмними результатами:

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.

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

Для вивчення дисципліни "Проектування різальних інструментів" необхідно вивчити наступні дисципліни:

- Математика;
- Лінійна алгебра та аналітична геометрія;
- Технологія конструкційних матеріалів;
- Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівного виробництва. Частина 1. Різання та інструмент.

У свою чергу дисципліна "Проектування різальних інструментів" може бути корисною для підготовки з дисциплін:

- Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівних виробництв. Частина 3. Технологія машинобудування;
- Переддипломна практика;
- Дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Різці токарні, прості та фасонні

Тема 1.1. Типи і призначення різців. Конструктивне виконання різальної частини. Геометричні параметри. Розрахунок токарного різця на міцність та жорсткість.

Тема 1.2. Різці фасонні, їх профілювання та геометричні параметри.

Розділ 2. Інструмент для обробки отворів

Тема 2.1. Загальні положення побудови конструкції інструментів для обробки отворів.

Тема 2.2. Свердла спіральні (гвинтові) - конструкція, геометричні параметри, методи проектування та поліпшення конструктивних, геометричних і експлуатаційних параметрів.

Тема 2.3. Зенкери та розвертки. Конструктивні особливості, геометричні параметри.

Тема 2.4. Комбіновані інструменти для обробки отворів.

Розділ 3. Протяжки

Тема 3.1. Принцип роботи протяжок та схеми різання. Розрахунок конструктивних розмірів основних елементів. Визначення розміру круга для заточування.

Тема 3.2. Особливості конструкції і проектування окремих видів протяжок.

Розділ 4. Інструмент для утворення різьб

Тема 4.1. Різьбові різці і гребінки. Корегування профілю.

Тема 4.2. Мітчики, види і призначення, умови роботи, проектування елементів конструкції.

Тема 4.3. Круглі плашки, конструкція, ріжуча та калібрувальна частина, умови роботи й елементи конструкції. Проектування плашок із заданими геометричними параметрами.

Тема 4.4. Різьбонарізні головки, призначення, типи, ефективність застосування, умови роботи, основи проектування.

Розділ 5. Фрезерний інструмент

Тема 5.1. Фрези призначення, типи та конструкція кріплення різальних елементів.

Тема 5.2. Фрези фасонні, їхнє призначення. Поняття про затилування. Форма задньої поверхні, розрахунок параметрів затилування.

Тема 5.3. Визначення профілю фасонних дискових фрез.

Тема 5.4. Визначення профілю фасонних торцевих фрез.

Тема 5.5. Основи проектування фрез.

Розділ 6. Інструмент для обробки зубчатих коліс

Тема 6.1. Евольвентне зчеплення, побудова евольвенти, її рівняння, інволюта.

Тема 6.2. Проектування інструментів, що працюють за методом копіювання.

Тема 6.3. Проектування інструментів, що працюють за методом огинання.

Тема 6.4. Зуборізні гребінки та черв'ячні фрези для зубообробки, їхні типи, конструкція, методи проектування розмірів профілю зубів, геометричні параметри.

Тема 6.5. Зуборізні довбачі, принцип роботи, типи, конструкція, проектування.

Тема 6.6. Шевери, їхні типи та конструкція, призначення, ефективність, принцип роботи, параметри установки й основні кінематичні співвідношення.

Тема 6.7. Інструменти для утворення зубів конічних коліс. Основи проектування.

Розділ 7. Інструмент що працює методом обкатки

Тема 7.1. Принцип роботи і види обкатних інструментів. Умови формоутворення. Визначення умов порушення формоутворення та прогнозування можливості обробки деталі заданої форми.

Тема 7.2. Обкатні різці, схема роботи, основні конструктивні ознаки, профілювання. Особливості інструмента що працює за кінематичною схемою кочення початкового кола по початковій прямій.

Тема 7.3. Довбачі, схема роботи, основні конструктивні ознаки, профілювання. Особливості інструмента що працює за кінематичною схемою кочення початкового кола по початковому колу.

Тема 7.4. Черв'ячні фрези для деталей прямолінійного профілю. Особливості інструмента що працює за кінематичною схемою кочення початкової прямої по початковому колу.

Розділ 8. Інструмент для утворення гвинтових поверхонь

Тема 8.1. Гвинтові поверхні в інструментальному виробництві та інженерному дизайні. Властивості гвинтових поверхонь.

Тема 8.1. Дисковий інструмент для обробки гвинтових поверхонь. Графічне, графоаналітичне та аналітичне профілювання фасонного дискового інструмента для гвинтових поверхонь.

Тема 8.2. Кінцевий інструмент для оброблення гвинтових поверхонь. Графічне, графоаналітичне та аналітичне профілювання фасонного кінцевого інструмента для гвинтових поверхонь.

Тема 8.3. Загальні принципи проектування (профілювання) інструмента для утворення гвинтових поверхонь. Основні конструктивні елементи.

Тема 8.3. Кінематичні схеми які застосовують для обробки гвинтових поверхонь. Базові методи проектування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. 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>
2. 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>
3. 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>
4. 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>
5. 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>
 6. Солодкий В.І. Різальний інструмент. Лабораторний практикум / В.І.Солодкий, О.А.Плівак. - Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського. - 2020. – 224 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Протокол № 4 від 10.12.2020 р. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/38458>
 7. 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>
 8. 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>
 9. 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>
 10. 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. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48281>
 11. Солодкий В.І. 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. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48280>
 12. Солодкий В.І. Проектування різальних інструментів. Різці токарні (Друга редакція) [Електронний ресурс] : Навчальний посібник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка / В. І. Солодкий – Електронні текстові дані. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 121 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 7 від 27.04.2023 р) <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/55926>
 13. Проектування різальних інструментів. Фрези [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавр за освіт. програмою “Конструювання та дизайн машин” спец. 131 – Прикладна механіка/ В. І. Солодкий : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2-ге вид. перероблене та доповн. – Електрон. текст. дані (1 файл). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 178 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/66518>
 14. Проектування різальних інструментів. Свердла [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавр за освіт. програмою “Конструювання та дизайн машин” спец. 131 – Прикладна механіка / В. І. Солодкий : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2-ге вид. перероблене та доповн. – Електрон. текст. дані (1 файл). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 155 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/71715>

15. Солодкий В.І. Формоутворення гвинтових поверхонь. Метод рухомої площини : монографія за освіт. програмою “Конструювання та дизайн машин” спец. 131 – Прикладна механіка / В. І. Солодкий ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во “Політехніка”, 2025. – 231 с. ISBN 978-966-990-149-1
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/74416>

Додаткова література

1. Равська Н.С. Металорізальні інструменти // Н.С. Равська, П.П. Мельничук, Р.П. Родін / Київ, 2016. – 612 с.
2. Родін П.Р. Металорізальні інструменти, Частина 1 // П.Р. Родін, Ю.М. Бугай, Н.С. Равська, В.І. Солодкий / Київ, 1992. - 226 с.
3. Родін П.Р. Металорізальні інструменти, Частина 2 // П.Р.Родін, Ю.М. Бугай, Н.С. Равська, В.І. Солодкий / Київ, 1993, -178 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://www.directindustry.com/>
2. <http://www.directindustry.com/cat/machine-tools-milling-turning-E.html>
3. <http://www.inrost.com/gost.php>
4. <http://www.inrost.com/index.php?top=14>
5. <http://www.instrument.su/cgi-bin/l2.cgi?idr=5>
6. <http://www.intech-diamond.com/debid/p0.htm>
7. <http://www.ism.kiev.ua/indexr.html>
8. <http://www.jel.de/englisch/frame.html>

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. Різці токарні, прості та фасонні

- Типи і призначення різців. Основні положення по їхньому проєктуванні. Кінематика процесів обробки. Конструктивне виконання різальної частини. Геометричні параметри. Заходи щодо поліпшення формоутворення і відводу стружки. Пристрої для подрібнення стружки. Різці твердосплавні: напаяні, збірні, з багатограними пластинами твердого сплаву, для тонкого точіння, алмазні і зі синтетичними надтвердими матеріалами. Особливості конструкції відрізних і стругальних різців.
- Різці фасонні, їх типи, призначення, область застосування. Конструктивне оформлення і габаритні розміри, призматичних і дискових радіальних фасонних різців. Корекційний розрахунок профілю радіальних різців. Різці тангенціальні, особливості їхньої роботи, корекційний розрахунок профілю, геометричні параметри. Фасонні різці, оснащені твердими сплавами. Передні і задні кути, їхня зміна по довжині ріжучої кромки, заходи щодо їхнього поліпшення. Можливі викривлення

профілю деталі при обробці фасонними різцями і способи їхнього зменшення. Допуски на розміри профілю фасонних різців. Конструкції оправок для фасонних різців.

Розділ 2. Інструмент для обробки отворів

- Загальні положення побудови конструкції інструментів для обробки отворів. Особливості умов їхньої роботи, їхньої відмінності від умов роботи інструментів для обробки зовнішніх поверхонь і вплив їх на конструктивні і геометричні параметри інструмента. Інструменти для збільшення діаметра отворів і для обробки отворів у суцільному матеріалі. Інструменти універсального і спеціального призначення (для визначеного розміру отворів). Загальні принципи призначення допусків призначення допусків виконавчих розмірів. Напрямки розвитку їхніх конструкцій.
- Свердла спіральні (гвинтові): конструкція корпусу та спіральних канавок, геометрія різальних кромek, типи заточування, вплив геометричних параметрів на ефективність процесу різання; методи вдосконалення конструктивних і експлуатаційних характеристик, включаючи застосування зносостійких покриттів, оптимізацію форми канавок, кутів заточування та вибір сучасних матеріалів. Розглядаються конструктивні особливості окремих типів свердел: твердосплавних — для обробки твердих матеріалів; свердел для глибокого свердління — з покращеним відведенням стружки; кільцевих — для вибірки матеріалу по контуру; алмазних — для обробки крихких і надтвердих матеріалів. Методи та способи профілювання інструменту для виготовлення спіральних свердел: графічні, аналітичні. Методи контроль геометричних параметрів свердла. Розглядаються типові проблеми, що виникають під час свердління — надмірне зношування різальних кромek, перегрів, утворення задирок, неефективне видалення стружки, вібрації — та шляхи їх усунення шляхом оптимізації режимів обробки, вибору відповідного інструменту, застосування охолоджувальних рідин і вдосконалення конструкції свердел.
- Зенкери. Конструктивні особливості, геометричні параметри; визначення діаметра частини, що калібрує. Збірні конструкції, зенкери твердосплавні. Розвертки, їхні типи, застосування, конструктивні особливості. Ріжуча та калібрувальна частини, їхнє призначення і визначення конструктивних розмірів; геометричні параметри. Розвертки цільні і регульовані, збірні, твердосплавні. Методи кріплення на верстаті. Особливості конструкції розверток для автоматизованого виробництва.
- Розточувальні різці, пластини, блоки, голівки, їхня конструкція, методи кріплення і регулювання, геометричні параметри. Мікробори. Різці для тонкого розточування. Комбіновані інструменти для обробки отворів - однотипні і багатотипні, цільні і збірні. Інструменти для комбінованої обробки зі зміною напрямку подачі. Їхнє призначення в автоматизованому виробництві.

Розділ 3. Протяжки

- Принцип роботи протяжок, призначення і види, області й економічна ефективність їхнього застосування. Загальна конструкція і специфічні конструктивні елементи. Робоча частина. Схеми різання. Визначення загальних конструктивних розмірів ріжучої частини протяжок. Крок зубів, форма і розміри зубів і западин, припуск під протягання, число ріжучих зубів, довжина ріжучої частини. Калібрувальна частина протяжок, її призначення, форма і розміри. Умови забезпечення необхідних розмірів і якості поверхні деталі. Визначення виконавчих розмірів. Розрахунок протяжок: розміщення стружки, міцності, довжини, точності, взаємозв'язок і взаємовплив конструктивних і розрахункових елементів; комплект протяжок.
- Особливості конструкції і розрахунку окремих видів протяжок. Протяжки круглі з різними схемами різання, шлицеві, багатогранні, шпонкові. Конструкція збірних

протяжок і протяжок, оснащених пластинами з твердого сплаву. Конструктивні відмінності протяжок для автоматизованого виробництва. Протяжки зовнішні, особливості їхнього застосування. Схеми різання і формоутворення. Розміщення секцій на інструментальній плиті, їхнє кріплення і регулювання. Приклади конструкцій зовнішніх протяжок, у тому числі з багатогранними пластинами з твердого сплаву.

Розділ 4. Інструмент для утворення різьб

- Різьбові різці і гребінки, їхня конструкція; положення передньої поверхні, вплив її напрямку на точність профілю різьби що утворюється, геометричні параметри інструмента.
- Мітчики, їхні види і призначення, умови роботи й елементи конструкції. Конструкція частини, що ріже, форма і розміри пера і канавки, їхнє число і напрямки канавок, геометрія ріжучих кромки, її зміна по довжині ріжучої частини. Частина, що калібрує, її призначення, форма задньої поверхні. Довжина частини, що калібрує, зворотна конусність. Допуски на розміри різьблення частини, що калібрує, у залежності від необхідної точності утворення різьби. Особливості конструкції мітчиків різних типів: гайкових, машинних, машинно-ручних, плашкових, маткових, без канавкових, комплектних, твердосплавних. Розподіл роботи різання і розрахунок розмірів різьблення комплектних мітчиків. Мітчики збірної конструкції. Удосконалювання конструкцій мітчиків. Мітчики безстружкові.
- Круглі плашки, їхня конструкція, ріжуча та калібруюча частини, форма передньої поверхні, кути різання. Різьбові фрези, їхні типи. Фрези дискові і гребінчасті, їхнє призначення, особливості конструкції.
- Різьбонарізні головки, призначення, типи, ефективність застосування. Конструкції головок із круглими гребінками для утворення зовнішньої різьби. Основні механізми головок. Конструкції гребінок і їхня установка в головці, геометричні параметри. Умови правильного утворення різьби деталі і роботи інструмента. Різьбонакатні інструменти, їхнє призначення, переваги, типи, ефективність застосування. Принцип роботи інструментів і конструктивні відмінності їхніх робочих елементів у залежності від напрямку подачі - радіальної, тангенціальної, осьовий. Схеми утворення різьби. Конструкція резьбонакатних плашок і роликів. Конструкція резьбонакатних головок, вимоги до них, основні механізми, умови налагодження, методи регулювання і забезпечення точності і якості утвореного різьблення.

Розділ 5. Фрези

- Призначення і типи фрез. Кінематика процесу фрезерування. Загальні положення визначення конструкцій і конструктивних елементів циліндричних, кінцевих і дискових фрез: форма зуба і западини, геометричні параметри. Розміри зуба і западини, посадкового отвору, зовнішнього діаметра. Фрези збірної конструкції. Особливості кріплення різальних елементів. переваги і недоліки окремих конструкцій, їхня економічність. Фрези твердосплавні. Фрези з надтвердими різальними елементами. Фрези прорізні і пилки цільні і збірні конструкції.
- Фрези фасонні, їхнє призначення. Поняття про затилування. Фрези затиловані, форма задньої поверхні. Методи і напрямки затилування. Визначення конструктивних розмірів. Геометричні параметри. Корекційний розрахунок профілю фрез з позитивним переднім кутом. Фрези фасонні гострозаточені, їхньої переваги, конструкції, геометрія кромки, що ріжуть. Корекційний розрахунок профілю. Інструмент для затилування фасонних фрез; різці, абразивні кола; розрахунок профілю. Набори фрез для обробки складних фасонних поверхонь. Умови вибору

діаметра, числа і розташування зубів; визначення умов рівномірності фрезерування; замкові з'єднання.

Розділ 6. Інструмент для обробки зубчатих коліс

- Евольвентне зчеплення, графічна побудова евольвенти, її рівняння, інволюта. Кут тиску, зчеплення. Нормаль та дотична до евольвенти, їх властивості. Поняття про початкову рейку. Схеми утворення евольвенти (Пфаутер, Мааг, Більграм). Підрізання ніжки зуба, форма перехідної кривої. Корегування форми зубця. Інструмент для нарізання зубчастих коліс. Загальні питання проектування зуборізних інструментів. Типи зуборізних інструментів, їхнє застосування й ефективність. Вихідний контур колеса й інструментальної рейки. Робоча частина профілю зубів колеса, перехідні криві в основі зубів їхня залежність від конструкції інструмента і його параметрів.
- Інструменти працюючі з формоутворенням по методу копіювання. Види інструментів, їхнє призначення. Розрахунок профілю ріжучої кромки, для обробки прямозубого колеса. Дискові зуборізні фрези для остаточної і попередньої обробки. Пальцеві фрези, зубодовбальні голівки, протягання для зубчастих коліс зовнішнього і внутрішнього зачеплення, шліфувальні кола.
- Інструменти, що працюють з формоутворенням по методу огинання. Основні принципи роботи обкатних інструментів, їхньої переваги, недоліки, ефективність, якість одержуваних деталей. Конструктивні особливості окремих конструкцій.
- Гребінки зубостругальні, їхні типи, конструкція, визначення розмірів профілю зубів, геометричні параметри. Черв'ячні зуборізні фрези. Принцип роботи. Утворення обробленої поверхні, огранювання і хвилястість на утворених поверхнях зубів. Конструкція фрез і визначення конструктивних параметрів - діаметра, довжини, числа і розмірів зубів; напрямок канавок; геометричні параметри і форма задніх поверхонь зубів і ін. Методи профілювання, визначення профілю зубів. Збірні конструкції фрез, їхня ефективність. Чистові черв'ячні фрези-шевери, їхнє застосування і конструкція. Однозубі фрези - летючки.
- Зуборізні довбачі, принцип роботи, типи. Конструкція, зміна висотної корекції по довжині зубів довбача для утворення задніх кутів; геометричні параметра; корекційний розрахунок профілю зубів. Величина вихідної відстані, її призначення, вплив на працездатність, експлуатаційні показники і конструкцію довбача.
- Особливості окремих конструкцій довбачів - збірні, твердосплавні та ін.
- Шевери, їхні типи, призначення, ефективність, принцип роботи, параметри установки й основні кінематичні співвідношення. Конструкція дискового шевера. визначення розмірів конструктивних елементів. Елементи, що ріжуть - канавки на зубах; припуск на переточування, розміри зубів, зміна висотної корекції зубів при переточуваннях шеверів.
- Інструменти для утворення зубів конічних коліс. Основні конструкції. Кінематика процесів обробки. Інструменти для обробки коліс із прямими і криволінійними зубами. Інструменти для нарізування прямозубих коліс. Зубостругальні різці. Принцип роботи, конструкція, основні розміри, геометрія крайок, що ріжуть. Фрези і зуборізні головки, їхня конструкція, область застосування і переваги.

Розділ 7. Інструмент що працює методом обкатки

- Основні типи деталей що можуть бути оброблені за методом обкатки. Принцип роботи і види обкатних інструментів. Типи деталей, оброблюваних обкатними інструментами. Кінематика робочих процесів обробки. Умови формоутворення поверхні методом огинання і можливості обробки деталей. Основні положення визначення профілю кромки інструмента.

- Обкатні різці, схема роботи, основні конструктивні ознаки. Профілювання графічне та графоаналітичне. Корегування профілю різця. Кути різання обкатних різців. Конструкція обкатних різців. Поняття про конструкцію і розрахунок профілі довбачів для обробки деталей прямолінійного і фасонного профілів, Конструкції довбачів. Поняття о обкатних різцях, обкатних інструментах, що працюють з іншими методами формоутворення; інструменти, що працюють в умовах зміни положення полюса обробки.
- Черв'ячні фрези для деталей прямолінійного профілю (черв'ячні шлицеві фрези). Способи визначення профілю зубів фрези графічні, графоаналітичні, аналітичні. Визначення вихідних даних для проектування - розмірів початкової окружності обробки деталі. Форма і розміри зубів. Геометричні параметри. Перехідні криві, одержувані в частині профілю деталі; методи збільшення правильно обробленої ділянки профілю деталі - фрези з "вусиками", визначеної установки з подовженим зубом, із профілюванням методом копіювання й ін. Черв'ячні фрези з незатілованими зубами.

Розділ 8. Інструмент для обробки гвинтових поверхонь

- Основні типи гвинтових поверхонь. Інструмент для утворення гвинтових поверхонь різними методами (точіння, фрезерування, шліфування). Способи задавання (визначення) гвинтових поверхонь. Особливості конструкції інструмента для обробки гвинтових поверхонь.
- Гвинтова траєкторія, Параметр та кути нахилу, проекції гвинт. поверхні. Математичне рівняння гвинтової поверхні, проекції та перехід між ними.
- Методика графічного та графоаналітичного профілювання дискового інструмента. Вибір початкового положення, полярна система координат, відносна орієнтація інструмент-деталь.
- Системи координат, афінні перетворення простору. Паралельний перенос системи координат, Перенос координат з одночасним поворотом. Базові елементи векторного числення.
- Методика графічного та графоаналітичного профілювання кінцевого інструмента. Вибір початкового положення, полярна система координат, відносна орієнтація інструмент-деталь.
- Аналітичне профілювання теоретично точного дискового та кінцевого інструмента для обробки гвинтових поверхонь.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять – це поглиблення теоретичних знань, набуття навичок проектування та вирішення практичних задач, що дозволяють студентам обґрунтовано призначати конструктивні та геометричні параметри різального інструмента при проектуванні конкурентоздатної продукції.

Основні теми практичних занять та перелік основних питань:

- розрахунок та перевірка на міцність токарного різця;
- зміна геометричних параметрів токарного різця у процесі роботи інструмента;
- профілювання круглого фасонного токарного орфзця;
- профілювання тангенційного фасонного токарного різця%;
- проектування свердла та зміна його кутів у процесі різання;
- проектування токарного різця для утворення метричної різьби;
- проектування дискової фасонної фрези;
- проектування інструменту для затилування фрез;
- проектування фрез фільончастих;

- профілювання інструменту який працює за кінематичною схемою обкатки (графічно);
- профілювання інструменту який працює за кінематичною схемою обкатки (аналітично);
- зворотна задача профілювання обкатного інструменту;
- профілювання дискового інструменту для обробки гвинтових поверхонь;
- профілювання кінцевого інструменту для обробки гвинтових поверхонь;
- профілювання циліндричного інструменту для обробки гвинтової поверхні.

Лабораторні роботи

Лабораторні роботи учбовим планом не передбачені.

Контрольні роботи

Метою проведення контрольних робіт є перевірка знань, засвоєних студентами в процесі вивчення відповідних розділів кредитного модуля.

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР).

Метою контролю є закріплення теоретичного матеріалу і контроль уміння студентом застосовувати на практиці отримані знання. Контроль проводиться за тематикою вивчених розділів. Результатом проведення контролю повинен бути конкретний розрахунок, графік, чи креслення.

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, а також підготовка до модульної контрольної роботи та заліку.

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 практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі, які виносяться на залік. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. На останньому практичному занятті захищається звіт з практичних робіт.

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 контрольної роботи на вищу оцінку є неможливим.

Положення про систему оцінювання результатів навчання

Результати навчання здобувача освіти рівня бакалавр оцінюються відповідно до "Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського" https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologennia_RSO_2022.pdf

Заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не може перевищувати 20 % рейтингової шкали для РСО-1 (тобто залік)

Заохочувальні бали можуть бути передбачені за виконання творчих робіт з дисципліни (наприклад, участь у факультетських, інститутських олімпіадах з навчальних дисциплін, участь у конкурсах робіт, підготовка оглядів наукових праць тощо).

Штрафні бали можуть бути передбачені тільки за несвоєчасний захист практичних робіт або несвоєчасне виконання індивідуального семестрового завдання у розмірі 20 % рейтингової шкали.

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_НОН-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 (РСО)

Поточний контроль: практичні роботи, модульна контрольна робота, експрес опитування за темою заняття.

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

Семестровий контроль: залік.

Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди.

З метою посилення зацікавленості здобувачів у якісному виконанні індивідуальних семестрових завдань, передбачених індивідуальним навчальним планом здобувача,

рейтингову оцінку, у разі виконання залікової контрольної роботи, можна визначати як суму балів за залікову контрольну роботу та балів за індивідуальне семестрове завдання. У цьому випадку розмір шкали оцінювання залікової контрольної роботи зменшується на максимальне значення балів, передбачених за виконання відповідного індивідуального семестрового завдання.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Практичні заняття (роботи) (r_1)

Ваговий бал однієї практичної роботи становить 6 балів.

Термін виконання однієї роботи (дедлайн) – один тиждень.

Максимальна кількість балів за всі практичні роботи:

$$r_1 = 15 \text{ робіт} \times 6 \text{ балів} = 90 \text{ балів.}$$

Заохочувальні та штрафні бали не передбачені.

За несвоєчасне виконання практичної роботи із запізненням:

- на 1 тиждень від дедлайну – мінус 10 % рейтингової шкали;
- на 2 тижні від дедлайну – мінус 20 % рейтингової шкали.

Повторне виконання практичної роботи з метою підвищення отриманої раніш оцінки не передбачене.

Рейтингові бали за одну практичну роботу

Здано у термін	Запізнення		Критерій оцінювання
	1 тиждень	2 тижні	
6,0	5,4	4,8	Зауважень до звіту та відповідей нема
5,4	4,9	4,3	Несуттєві зауваження до звіту, відповідь на більшість запитань
4,8	4,3	3,8	Зауваження до звіту, відповідь на частину запитань
4,2	3,8	3,4	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі запитання
3,6	3,2	2,9	Є суттєві помилки, студент не може відповісти на запитання

Модульна контрольна робота (r_3)

Робочим навчальним планом передбачено проведення модульного контролю (МКР) який відбувається у вигляді контрольної роботи в кінці семестру (залікова контрольна робота).

Ваговий бал контрольної роботи становить 10 балів.

Заохочувальні та штрафні бали не передбачені.

Рейтингові бали за контрольну роботу

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
A	9,5...10,0	відповідь на 95...100 % запитань
B	8,5...9,4	відповідь на 85...94 % запитань
C	7,5...8,4	відповідь на 75...84 % запитань
D	6,5...7,4	відповідь на 65...74 % запитань
E	6,0...6,4	відповідь на 60...64 % запитань
F	0,0	відповідь менш ніж на 60 % запитань

ШТРАФНІ ТА ЗАОХОЧУВАЛЬНІ БАЛИ

Штрафні та заохочувальні бали не передбачені. Бали зменшуються за несвоєчасну здачу практичних (поза дедлайну що становить 1 тиждень).

Запізнення відносно дедлайну на один тиждень – мінус 10 %.

Запізнення відносно дедлайну на два та більше тижні – мінус 20 %.

УМОВИ РУБІЖНОЇ АТЕСТАЦІЇ

Перша атестація за графіком навчання передбачає виконання:

- 4-х практичних занять **4 пр × 6 бали = 24 бали;**

Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $24 \times 0,5 = 12$ балів.

Друга атестація за графіком навчання передбачає виконання:

- 10-ти практичних занять **10 пр × 6 балів = 60 балів.**

Таким чином для отримання "задовільно" з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $60 \times 0,5 = 30$ балів.

РОЗРАХУНОК ШКАЛИ РЕЙТИНГУ З ДИСЦИПЛІНИ (RD)

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = \sum r_i$$

де r_i – рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни.

$$R_c = 90 \text{ пр} + 10 \text{ мкр} = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою отримання заліку є зарахування всіх практичних робіт, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг r_c не менше 60% від R_c . Тобто, не менш $r_c = 0,6 \times 100 = 60$ балів.

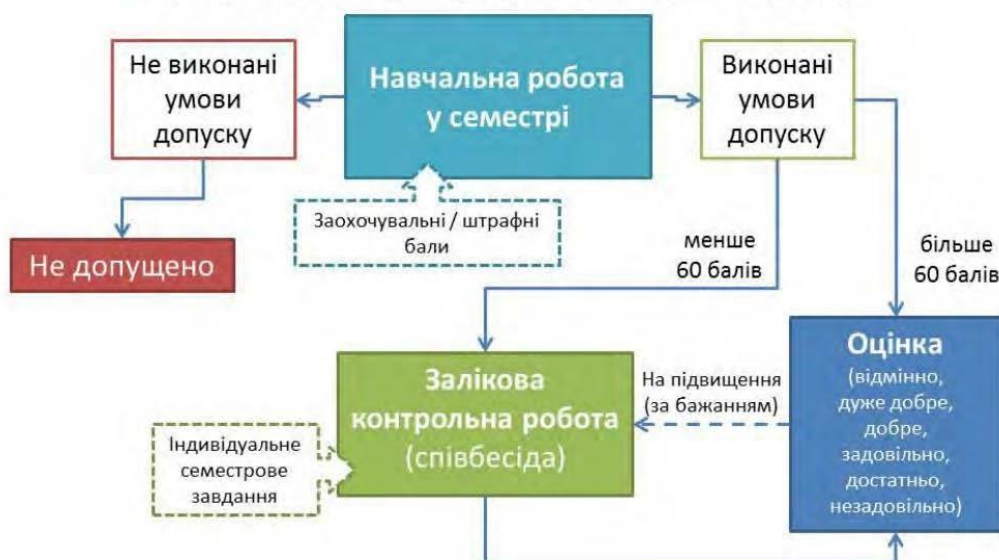
Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка **RD** переводиться згідно з таблицею:

$RD = r_1 + r_3$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95 – 100	A – відмінно	відмінно
85 – 94	B – дуже добре	добре
75 – 84	C – добре	
65 – 74	D – задовільно	задовільно
60 – 64	E – достатньо	
$RD \leq 60$	Fx – не задовільно	незадовільно
$r_c < 22$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	F – потрібна додаткова робота	не допущений

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни більше $0,6 \times R_c = 60$ балів, автоматично отримують залік з предмету. За бажанням такі студенти можуть писати залікову контрольну роботу для підвищення оцінки, але отримані попередньо бали за індивідуальну роботу скасовуються.

Студенти, які набрали протягом учбового семестру рейтинг з дисципліни сумою менше ніж $0,6 \times R_c = 60$ балів (оцінка **F**), пишуть залікову контрольну роботу. У цьому випадку бали, отримані за індивідуальну роботу залишаються, а бали отримані за модульні контрольні роботи скасовуються.

**Б.1. Схема функціонування РСО з дисципліни
із семестровим контролем у вигляді заліку (РСО-1)**



Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приклади тематики контрольних завдань:

1. Визначити кути токарного різця в площині нормальній до різальної кромки, і головній січній площині.
2. Визначити розміри хвостовика спірального свердла призначеного для свердління отвору заданого розміру.
3. Визначити параметри паза під багатогранну пластинку для токарного різця заданої геометрії.
4. Визначити розміри і положення на верстаті абразивного круга при заточенні по передній поверхні зуба протяжки.
5. Визначити профіль корегованого різьбового різця для нарізування різьби заданого профілю.
6. Визначити допуск на виготовлення розвертки для обробки заданого отвору.
7. Визначити профіль обкатного різця для обробки на токарному верстаті заданої деталі.
8. Визначити профіль довбача для обробки заданої деталі .
9. Визначити профіль черв'ячної фрези для обробки шпигцевого вала заданого профілю.
10. Визначити профіль ріжучої кромки дискової фасонної фрези для обробки деталі заданого профілю.
11. Визначити настановні параметри при заточенні дискової фасонної фрези на універсальному заточувальному верстаті.
12. Визначити величину затилювання для дискової фрези заданої геометрії.
13. Проектування фасонної дискового інструмента (фрези або абразивного круга) для обробки заданої деталі яка має гвинтову поверхню.
14. Проектування черв'ячної фасонної фрези для обробки заданої деталі не евольвентного профілю (вали шліцові, багатогранні).
15. Проектування модульної черв'ячної фрези для обробки зубчатого колеса.
16. Проектування модульного довбача для обробки зубчатого колеса.

17. Проектування обкатного інструменту типу довбач для заданої деталі неевольвентного профілю.

**Робочу програму
навчальної дисципліни (силабус)**

склав: доцент, канд. тех. наук.

Валерій СОЛОДКИЙ

Ухвалено кафедрою конструювання машин

(Протокол № 8 від 17.12.2024 р.)

Погоджено методичною комісією навчально-наукового
механіко-машинобудівного інституту

(Протокол № 5 від 20.12.2024 р.)