



# КП з теорії та процеси гарячого штампування в авіабудуванні

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології виробництва літальних апаратів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>1 кредит ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, захист курсової роботи</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Керівники: відповідно до педагогічного навантаження
Розміщення курсу	<i><a href="https://mpm-rp.kpi.ua/">https://mpm-rp.kpi.ua/</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

**Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:**

- вивчення основ технології виготовлення виковів гарячим штампуванням на різних видах ковальсько-штампувального устаткування і набуття вмінь і навичок для розроблення технологічних процесів і проектування потрібного для їх реалізації штампового оснащення;
- визначати можливість виготовлення заданих деталей методами гарячого штампування;
- розробляти раціональні технології виготовлення виковів у відповідності до заданої серійності виробництва;
- виконувати необхідні технологічні розрахунки;
- здійснювати вибір раціональних конструкцій штампового оснащення;
- виконувати необхідні конструкторські розрахунки;
- аналізувати матеріали, конструкції та процеси на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки;
- робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності;
- проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів;

- здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації;
- використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки;
- застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки;
- представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів;
- описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук;
- враховувати економічні та управлінські аспекти виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки у професійній діяльності;
- призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- застосовувати нормативні положення системи стандартизації у авіабудуванні.

Задача курсу - дати студентам достатньо знань, розвинути уміння і набути навички, які необхідні для продуктивної професійної роботи на посадах технолога і конструктора штампового оснащення у ковальському цеху.

**Фахові компетентності:**

ФК4. Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

ФК7. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

ФК23. Здатність розробляти і реалізовувати технологічні процеси гарячого деформування елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки із максимально ефективним використанням матеріалу.

ФК24. Здатність використовувати системи автоматизованого проектування (CAD) інженерних досліджень (CAE) для проектування та аналізу процесів гарячого деформування елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

- матеріалів (та їх властивостей), що використовуються для виготовлення деталей та конструкцій методами гарячого штампування;
- базових принципів побудови раціональних технологічних процесів виготовлення деталей методами гарячого штампування та правил виконання технологічних розрахунків;
- методики проектування штампового оснащення та виконання необхідних конструкторських розрахунків;
- алгоритм розробки технологічних процесів гарячого штампування;

- всі типи викінчувальних операцій, їх призначення і особливості застосування;
- знати особливості штампування виковів із легованих сталей і незалізних сплавів;
- особливості штампового оснащення для різних видів штампувального устаткування і алгоритми його проектування.

#### **уміння:**

- уміння визначати вид штампувального устаткування, на якому бажано штампувати виков на конкретну деталь;
- уміння призначати припуски, напуски і допуски на виков;
- уміння призначати допустимі і розраховувати технологічні температурні інтервали штампування виковів;
- уміння проектувати штампи для усіх видів штампувального устаткування;
- уміння призначати необхідні викінчувальні операції, а саме: обрізування облою, пробиття перемичок, калібрування, очищення від окалини, термооброблення;
- уміння вибирати типи і потужність устаткування для виконання викінчувальних операцій;
- уміння проектувати штампи для обрізування облою і пробиття перемичок.
- вибирати оптимальний спосіб виготовлення виковів гарячим штампуванням;
- розробляти технологічний процес виготовлення виковів гарячим штампуванням;
- проектувати штампове оснащення (штампи) для реалізації розробленого технологічного процесу.

#### **досвід:**

- застосування знань і умінь при розробці технологічних процесів гарячого штампування та проектування відповідного штампового оснащення.

#### **Результати навчання**

РН29. Знати та вміти використовувати технічну документацію, довідкову літературу, стандарти, методики, нормативні матеріали при розробці технологічного процесу виготовлення напівфабрикатів та деталей машинобудування, авіаційної та ракетно-космічної техніки.

РН30. Мати навички розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва (CAD та CAE) деталей машинобудування, авіаційної та ракетно-космічної техніки із прогнозуванням напруженого да деформованого стану матеріалу, дефектів геометрії деталі та структури матеріалу, ресурсу інструменту та енерго-силових параметрів процесу.

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

Курсовий проект є основою підготовки бакалаврів і магістрів як технологів і конструкторів штампів для гарячого об'ємного штампування та завершує вивчення курсу «Теорія та процеси гарячого штампування в авіабудуванні». Набуті знання та навички використовуються при виконанні диплому.

Основною особливістю курсу є його інтегральність, оскільки саме в розробці технології реалізуються знання з усіх основних технічних дисциплін, які вивчалися раніш. Так ще на першому курсі студенти знайомляться із матеріалами, з яких виготовляють деталі машин і оснащення, з їх властивостями і сферою використання в якості конструкційних і інструментальних матеріалів («Технологія конструкційних матеріалів», «Матеріалознавство»). Знання, отримані під час засвоєння курсу «Механіка матеріалів і конструкцій» і загальні підходи до проектування і розрахунку деталей машин («Деталі машин і основи конструювання») стануть у пригоді під час

проекування штампового оснащення. Знання з курсу «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання», органічно розширюють уявлення студентів про невід’ємну частину технологічного процесу гарячого штампування – нагрівання заготовок перед деформуванням. Завдяки знанням, які вони отримують з курсів «Теорія пластичної деформації. Частина 1. Фізико-математичні основи пластичної деформації» і «Теорія пластичної деформації. Частина 2. Математичні основи пластичної деформації», студенти усвідомлюють реалізацію основних положень теорії пластичної деформації в конкретних технологічних процесах гарячого штампування.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

Практичні заняття, які проводяться згідно навчальним посібникам дозволяють студентам в аудиторії під керівництвом викладача опанувати практичні навички проектування штампового оснащення для виготовлення виковів різних форм і розмірів на серійному устаткуванні сучасних ковальських цехів.

Тема кожного курсового проекту – «Розробка технологічного процесу виготовлення викову на деталь «\_\_\_\_\_» і конструювання штампового оснащення». Вихідні дані: креслення деталі, її матеріал і серійність виробництва.

Кожен студент отримує індивідуальне завдання, параметри якого (форма, розміри, матеріал і серійність) відрізняються від інших, для того, щоб упередити плагіат і забезпечити самостійну розробку технології і проектування потрібного оснащення.

Завдання відрізняються ще і типом машин, на яких доцільно виготовляти викови на деталі різних форм, розмірів і маси, а саме: кривошипні гаряче-штампувальні преси, горизонтально-кувальні машини, штампувальні молоти тощо.

Основні типи деталей, які є індивідуальним завданням: шестерні, кільця, кришки, втулки, шатуни, важелі, тяги, кулаки, штанги, ручки, кронштейни, корпуси, вали-шестерні, цапфи тощо, тобто весь спектр форм деталей, які штамнуються у кузнях сучасних заводів усіх галузей машинобудування: автомобільних, тракторних, авіаційних, оборонної промисловості, сільськогосподарських машин тощо.

#### Графік виконання курсового проекту

Тиждень семестру	Назва етапу роботи	Кількість ауд. годин
1	Отримання теми та завдання.	2
2-3	Виконання технологічного розділу	6
3-5	Виконання конструкторського розділу (конструкторських розрахунків, складальних креслень штампів, деталювання)	15
5-7	Оформлення пояснювальної записки. Подання роботи на перевірку	6
7-8	Захист курсової роботи	1

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базова**

1. Кухар В.В., Марков О.Є., Чухліб В.Л., Анділахай О.О. Технологічні процеси за фахом. Кування і штампування: навчальний посібник. – Маріуполь: ПДТУ, 2017. – 144 с.

##### **Допоміжна**

2. Технологія гарячого штампування: Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів напрямку 6.050502 «Обладнання та технології пластичного формування конструкції машинобудування» / Д.А. Гусачук. – Луцьк: Луцький НТУ, 2013. – 36 с.

3. Кування і гаряче об'ємне штампування : Навчальний посібник / В.І. Носуленко. – Кропивницький: ПП "Ексклюзив Систем", 2018. – 224 с.

4. Технологія кування: підручник для студ. вищих техн. навч. закладів / Л.М. Соколов та ін. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 268 с.

5. Технологія процесів обробки металів тиском: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю "Металургія" / В.А. Чубенко, А.А. Хіноцька. – Кривий Ріг : Видавець Чернявський Д.О., 2020. – 206 с.

#### **Навчальний контент**

##### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Під час виконання роботи студент на консультаціях пропонує самостійно прийняті та обґрунтовані технічні рішення по відповідним розділах проекту. Ці рішення уточнюються та корегуються при обговоренні з керівником проекту. За результатами виконаної роботи уточнюються зміст та об'єм наступних частин курсової роботи. Після оформлення відповідного розділу роботи керівник перевіряє виконані розрахунки і креслення і підписує їх.

Після підписання керівником усіх креслень і пояснювальної записки курсова робота допускається до захисту. Захист складається з доповіді і відповідей студента на питання членів комісії (присутність керівника курсової роботи на захисті – обов'язкова).

У доповіді повідомляється про завдання на роботу, особливостях штампованої деталі, дається коротке обґрунтування всіх прийнятих рішень, наводяться показники процесу та стислий опис конструкції та роботи спроектованого штампового оснащення.

Оцінка курсової роботи і його захисту обговорюється комісією на закритій нараді. При оцінці проекту враховуються: якість пояснювальної записки та графічного матеріалу (сучасність прийнятих рішень, глибину обґрунтування та розрахунків, якість оформлення, виконання вимог нормативних документів тощо), рівень стандартизації і уніфікації штампів, чіткість викладу матеріалу у доповіді при захисті, правильність відповідей на питання, дотримання графіка виконання курсової роботи.

#### **Політика та контроль**

##### **6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Система вимог, які ставляться перед студентом: курсова робота виконується студентом самостійно з дотриманням графіка виконання.

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти проводиться на основі рейтингової системи. В основу рейтингової системи оцінювання (PCO) результатів навчання покладено поопераційний контроль за визначеними критеріями і накопичення рейтингових балів за поетапне виконання курсового проекту. PCO передбачає оцінювання результатів навчальної діяльності

впродовж семестру. Результати поточного контролю регулярно заносяться викладачем у модуль «Поточний контроль» Електронного кампусу.

Календарний контроль проводиться два рази впродовж навчального семестру для визначення рівня відповідності поточних досягнень встановленим і визначеним в РСО критеріям. Результати календарного контролю заносяться викладачем у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100 бальною шкалою з подальшим переведенням до оцінок за університетською шкалою.

Якщо здобувач не проходив або не з'явився на контрольний захід його результат оцінюється у 0 балів.

Заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не може перевищувати 10% рейтингової шкали.

Штрафні бали передбачені тільки за несвоєчасний захист. Присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті не оцінюється, в тому числі не нараховуються заохочувальні або штрафні бали.

Здобувач не допускається до семестрового контролю, якщо не виконав визначені РСО умови допуску. Семестровий контроль – захист курсового проекту, який проводиться згідно розкладу університету. Здобувач допускається до семестрового контролю, якщо має підсумковий рейтинг не менше 25 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю, які визначені РСО.

На захисті курсового проекту здобувач зобов'язаний надавати залікову книжку, або документ, що посвідчує особу. В іншому разі, здобувач до захисту не допускається.

## **7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)**

*Поточний контроль: виконання курсового проекту згідно графіку*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: захист курсового проекту*

*Умови допуску до семестрового контролю: пояснювальна записка та креслення відповідають вимогам та підписані керівником проекту, семестровий рейтинг більше 25 балів.*

РСО з дисципліни, семестровий контроль з якої передбачений у вигляді захисту курсового проекту, включає оцінювання заходів поточного контролю впродовж семестру. Рейтингова оцінка з курсового проекту має дві складові.

Перша (стартова) характеризує роботу студента під час практичних занять, активну систематичну роботу над проектом і її результат – якість графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки. Розмір шкали 50 балів.

$$PCO = 25(\text{розрахункова \_ частина}) + 25(\text{графічна \_ частина}) = 50$$

Стартова складова:

- Своєчасність виконання графіку роботи з курсового проекту – 5 балів.
- Сучасність та обґрунтування прийнятих рішень – 10 балів.
- Правильність застосування методів аналізу і розрахунків – 15 балів.
- Якість оформлення, виконання вимог нормативних документів – 5 балів.
- Якість графічного матеріалу і дотримання вимог ДСТУ – 15 балів.

$PCO \geq 25$  - здобувач допускається до семестрового контролю (захист курсового проекту).

$PCO < 25$  - здобувач не допускається до семестрового контролю (захист курсового проекту).

Другова складова характеризує якість виконання і захисту студентом курсового проекту. Розмір шкали теж 50 балів. Складова захисту курсового проекту:

- Ступінь володіння матеріалом – 20 балів,
- Повнота аналізу можливих варіантів – 10 балів,
- Ступінь обґрунтування прийнятих рішень – 10 балів,
- Вміння захищати свою думку – 10 балів.

$$PCO = 25(\text{розрахунок}) + 25(\text{графічна _ частина}) = 50$$

При проходженні семестрового контролю, рейтингова система визначається як сума заходів поточного контролю впродовж семестру та балів захисту курсового проекту. Складова захисту курсового проекту ( $r_2$ ):

- Ступінь володіння матеріалом – 20 балів,
- Повнота аналізу можливих варіантів – 10 балів,
- Ступінь обґрунтування прийнятих рішень – 10 балів,
- Вміння захищати свою думку – 10 балів.

Сумарний рейтинг -100 балів.

$$CK = 50(\text{захист}) + 50(PCO) = 100$$

Штрафні бали нараховується за не своєчасне виконання курсового проекту – бали знижуються в двічі.

Загальна сума балів отриманих здобувачем переводиться до оцінки згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** к.т.н., старший викладач, Гараненко Тетяна Романівна

**Ухвалено** кафедрою ТВЛА (протокол № 16 від 06.07.2022)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 11 від 29.08.2022)

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.