



## НАЗВА КУРСУ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Технологія холодного об'ємного штампування

Рівень вищої освіти	<i>Перший</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131- Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології виробництва літальних апаратів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>1 лекція в неділю</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>Д.т.н., професор, Калюжний Володимир Леонідович,</i> <i>kwl_2011@ukr.net</i> Практичні / Семінарські: <i>науковий ступінь, вчене звання, ПІБ, контактні дані</i> Лабораторні: <i>науковий ступінь, вчене звання, ПІБ, контактні дані</i>
Розміщення курсу	<a href="https://ecampus.kpi.ua">https://ecampus.kpi.ua</a>

#### Програма навчальної дисципліни

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

**Обґрунтування вивчення дисципліни.** Холодне об'ємне штампування або штампування деталей і напівфабрикатів із штучних заготовок, які отримані з гарячекатаного, каліброваного, пресованого і товстолистового прокату, є широко розповсюджений дуже прогресивний різновид технології обробки металів тиском. Використання таких заготовок дозволяє процесами холодного об'ємного штампування виготовляти стержневі і порожнисті деталі різноманітної конфігурації з розмірами від декількох міліметрів до метрових величин.

Процеси холодного об'ємного штампування використовуються практично у всіх галузях промисловості від дрібносерійного до масового виробництва деталей із кольорових, чорних металів і сплавів. Отримані з мінімальними витратами металу деталі мають високу точність форми, розмірів і покращену якість поверхонь.

Деформаційне зміцнення металу при холодному формоутворенні, створення відповідної макро- і мікроструктури у здеформованому металі приводить до підвищення надійності та довговічності отриманих деталей.

В теперішній час розвиток технології холодного об'ємного штампування та конструкцій штампного оснащення направлене на ускладнення форми деталей та розширення марок матеріалів для їх виготовлення в холодному стані. Це потребує розроблення нових схем штампування, які забезпечують зниження зусиль деформування і питомих зусиль на деформуючому інструменті та підвищення стійкості інструменту. Підвищення стійкості інструменту можна досягти завдяки зміни схеми напруженого стану в осередку деформації заготовки із всебічного нерівномірного стискання на схему стискання-розтягування. При холодному штампуванні виробів із малопластичних металів необхідно створювати схеми штампування з дією протитиску за допомогою рідини на позаконтактну поверхню заготовки. Прикладання протитиску забезпечує підвищення пластичності металів та дозволяє отримувати деталі із штампних і інструментальних сталей при раціональній з економічної точки зору стійкості деформуючого інструменту.

При виконанні операцій холодного об'ємного штампування не повинно відбуватися руйнування здеформованого металу в середині виробу та на його поверхнях. З однієї сторони прагнуть до створення умов для досягнення найбільшого ступеня деформації за один перехід, що забезпечує найбільшу продуктивність і ефективність виробництва виробів. В іншому випадку використовуються декілька переходів штампування. Тому на стадії проектування технології холодного об'ємного штампування першою задачею є визначення ступеня використання ресурсу пластичності здеформованого металу, що дозволить прогнозувати виникнення руйнування. При достатній пластичності металу необхідно враховувати обмеження по величинах питомих зусиль на деформуючому інструменті, виготовлення якого має суттєвий внесок в собівартість деталей. Тому другою задачею при проектуванні технології є достатньо точне визначення зусилля штампування, розподілу питомих зусиль на деформуючому інструменті та прогнозування його стійкості. При розробленні технологічних процесів штампування та їх відпрацюванні виникають труднощі з отриманням кінцевих форм і розмірів виробів. Встановлення впливу позаконтактної деформації, пружної деформації на точність форми і розмірів деталей є третьою задачею, яку також необхідно вирішувати на стадії проектування технології для скорочення термінів підготовки виробництва виробів холодним об'ємним штампуванням.

При розробленні технологічних процесів штампування деталей із заданими механічними властивостями здеформованого металу виникають

складнощі по виявленню впливу умов деформування на отримання потрібних властивостей по всьому об'єму деталі чи в окремих його частинах. Знаходження кінцевих деформацій, інтенсивності деформацій є четвертою задачею, вирішення якої дозволить з використанням експериментальних діаграм істинних напружень встановлювати межу текучості zdeформованого металу в процесах отримання деталей холодним об'ємним штампуванням.

Дисципліна «Технологія холодного об'ємного штампування» вивчається в 5-му семестрі. Курс лекцій складається із вступу і семи наступних розділів: 1 - загальні відомості про холодне об'ємне штампування» 2 - рекомендації до розроблення технологічних процесів виготовлення деталей холодним об'ємним штампуванням; 3 - виробництво вихідних заготовок для процесів холодного об'ємного штампування; 4 - підготовчі операції з вихідними заготовками перед холодним об'ємним штампуванням; 5 - холодне об'ємне штампування порожнистих виробів; 6 - холодне об'ємне штампування стержневих виробів; 7 - технологія штампування на холодновисаджувальних автоматах.

По даній дисципліні є чотири лабораторні роботи, які базуються на матеріалах 1-6 розділів, а також виконується розрахунково-графічна робота, яка полягає в розробленні технологічного процесу і конструкції штампного оснащення по робочому кресленню деталі для виготовлення її процесами холодного об'ємного штампування.

**Мета дисципліни:** формування систематизованих знань у бакалаврів по розробленні технологічних процесів та конструюванню штампного оснащення для виготовлення різноманітних виробів із чорних і кольорових металів методами холодного об'ємного штампування (ХОШ).

**Предмет дисципліни:** процеси холодного об'ємного штампування.

Після вивчення дисципліни бакалавр **набуде знання:**

- з методів холодного об'ємного штампування на гідравлічних і механічних пресах, холодновисадочних автоматах;
- з способів розділення сортового прокату на мірні заготовки в штампах і визначення геометричних і енергосилових параметрів цих способів та проектування штампного оснащення для розділення прокату на пресовому обладнанні;
- по підготовчим операціях із заготовками перед холодним об'ємним штампуванням, зокрема по режимах термічної обробки заготовок, підготовки поверхонь заготовок перед нанесенням змащення, типах змащення вихідних заготовок з різних матеріалів та схемах калібрування заготовок та проектування оснащення для калібрування;
- по розробленні технологічних процесів холодного об'ємного штампування порожнистих і стержневих виробів, виробів кріплення (болтів,

гвинтів, гайок) і інших деталей в умовах дрібносерійного, серійного і масового виробництв та проектуванню штампового оснащення для здійснення технологічних процесів.

Бакалаври набувають вміння обґрунтувати схему процесу холодного об'ємного штампування для виготовлення деталі, провести аналіз технологічності (встановлення кількості переходів штампування), скласти креслення деталі, що штампується, провести розрахунки енергосилових режимів штампування та проектування штампового оснащення з відповідними розрахунками розмірів деформуючого інструменту.

Бакалаври одержують навички: в розробці технологій одноперехідного і багатоперехідного видавлювання порожнистих виробів різноманітної конфігурації, стержневих деталей з фланцями різноманітного перерізу, довгих втулок; в виготовленні болтів, гвинтів, клепок, кульок і роликів, штампуванні гвіздків з дроту, тощо

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

Для успішного засвоєння дисципліни аспіранту потрібні достатньо глибокі знання по дисциплінах «Інженера та комп'ютерна графіка», «Теорія механізмів і машин», «Технологія конструкційних матеріалів», «Деталі машин і основи конструювання», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Теорія пластичної деформації».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **ВСТУП**

### **РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ХОЛОДНЕ ОБ'ЄМНЕ ШТАМПУВАННЯ**

- 1.1. Області застосування холодного об'ємного штампування, його переваги та недоліки
- 1.2. Класифікація процесів холодного об'ємного штампування
- 1.3. Схеми та технологічні можливості основних операцій холодного об'ємного штампування
  - 1.3.1. Операції холодного об'ємного штампування із прямою течією металу
  - 1.3.2. Операції холодного об'ємного штампування із зворотною течією металу
  - 1.3.3. Операції холодного об'ємного штампування із поперечною течією металу
  - 1.3.4. Комбіновані операції холодного об'ємного штампування
- 1.4. Аналіз параметрів, які впливають на процеси холодного об'ємного штампування

## РОЗДІЛ 2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ХОЛОДНИМ ОБ'ЄМНИМ ШТАМПУВАННЯМ

2.1. Загальні рекомендації для розроблення технологічних процесів

2.2. Основні етапи розроблення технологічних процесів

2.2.1. Вибір схеми операції виготовлення деталі холодним об'ємним штампуванням та аналіз технологічності

2.2.2. Розробка креслення деталі, що штампується

2.3. Визначення форми та розмірів вихідних заготовок

## РОЗДІЛ 3. ВИРОБНИЦТВО ВИХІДНИХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ХОЛОДНОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ

3.1. Способи виробництва заготовок для процесів холодного об'ємного штампування

3.2. Розділення прокату на заготовки відрізанням зсувом в штампах на пресах

3.3. Способи та схеми розділення прокату на заготовки відрізанням зсувом в штампах на пресах

3.4. Визначення геометричних та силових параметрів розділення прокату на заготовки відрізанням зсувом в штампах на пресах

3.5. Конструкції штамсів для відрізання заготовок із прутків та проектування ножів

3.5.1. Конструкції штамсів для відрізання заготовок із прутків

3.5.2. Проектування ножів для відрізання

## РОЗДІЛ 4. ПІДГОТОВЧІ ОПЕРАЦІЇ З ВИХІДНИМИ ЗАГОТОВКАМИ ПЕРЕД ХОЛОДНИМ ОБ'ЄМНИМ ШТАМПУВАННЯМ

4.1. Термічна обробка вихідних заготовок

4.2. Очищення від окалини відпалених заготовок та підготовка поверхонь для нанесення змащення

4.3. Змащення вихідних заготовок

4.4. Калібрування вихідних заготовок, які отримані відрізанням зсувом в штампах на пресах

4.4.1. Призначення та основні схеми калібрування

4.4.2. Конструкція штампу для калібрування вихідних заготовок перед штампуванням

4.4.3. Проектування деформуючого інструменту для калібрування

## РОЗДІЛ 5. ХОЛОДНЕ ОБ'ЄМНЕ ШТАМПУВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ВИРОБІВ

5.1. Класифікація порожнистих виробів

5.2. Аналіз основних способів штампування порожнистих виробів

5.3. Проектування технології та штампового оснащення для видавлювання порожнистих виробів

- 5.3.1. Аналіз технологічності при видавлюванні виробів з порожнинами
- 5.3.2. Конструкції штампного оснащення для видавлювання порожнистих виробів
- 5.3.3. Проектування основних деталей штампного оснащення для видавлювання порожнистих виробів

## РОЗДІЛ 6. ХОЛОДНЕ ОБ'ЄМНЕ ШТАМПУВАННЯ СТЕРЖНЕВИХ ВИРОБІВ

- 6.1. Класифікація стержневих виробів та способи їх виготовлення процесами холодного об'ємного штампування
- 6.2. Проектування технології та штампного оснащення для видавлювання стержневих виробів
  - 6.2.1. Аналіз технологічності при видавлюванні стержневих виробів
  - 6.2.2. Конструкції штампного оснащення для прямого видавлювання стержневих виробів
  - 6.2.3. Проектування деформуючого інструменту для прямого видавлювання каліброваних вихідних заготовок

## РОЗДІЛ 7. ТЕХНОЛОГІЯ ШТАМПУВАННЯ НА ХОЛОДНОВИСАДЖУВАЛЬНИХ АВТОМАТАХ

- 7.1. Принципові схеми штампування на автоматах.
- 7.2. Виготовлення болтів, гвинтів і клепок
- 7.3. Штампування шестигранних гайок, кульок і роликів
- 7.4. Штампування цвяхів з дроту. Багатопозиційне штампування складних деталей.
- 7.5. Інструмент для холодного висаджування: ролики для правлення дроту, задавання та подавання дроту; Матриці і ножі для різання дроту. твердосплавний інструмент

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### Основна література.

1. В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний. Холодне об'ємне штампування порожнистих і стержневих виробів. – К: КИТ, 2020. 248 с.
2. Технологія холодного об'ємного штампування: до виконання розрахунково графічної роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавр за освітніми програмами: Прикладна механіка пластичності матеріалів, Технологія виробництва літальних апаратів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. Л. Калюжний, В. М. Горностай, С. Ф. Сабол. – Електронні текстові дані (1 файл: 4.1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 56 с. – Назва з екрана.  
Доступ <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41295>.
3. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х т. / Ред. совет Е.И. Семенов и др. – М.: Машиностроение, 1987. Т. 3. Холодная объемная штамповка / Под ред. Г.А. Навроцкого. 384 с.
4. В.А. Евстратов. Основы технологии выдавливания и конструирования

- штампов. – Харьков: Вища школа, 1987. 142 с.
5. С.С. Соловцов. Безотходная резка сортового проката в штампах. - М: Машиностроение, 1985. - 176 с

### Додаткова література

1. Калюжний В.Л., Калюжний О.В. Інтенсифікація листового штампування. Формоутворюючі процеси / В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний // Київ: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка». 2016. 300 с.
2. Калюжний О.В., Калюжний В.Л. Інтенсифікація формоутворюючих процесів холодного листового штампування / О.В. Калюжний, В.Л. Калюжний. – К: ТОВ «Сік Груп Україна», 2015. 292 с.
3. Попов Е.А., Ковалев В.Г., Шубин І.Н. Технология и автоматизация листовой штамповки: Учебник для вузов / Е.А. Попов, В.Г. Ковалев, И.Н. Шубин. М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2000. 400 с.

### Навчальний контент

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

#### Лекція 1.

##### ВСТУП

#### РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ХОЛОДНЕ ОБ'ЄМНЕ ШТАМПУВАННЯ

1.1. Області застосування холодного об'ємного штампування, його переваги та недоліки

1.2. Класифікація процесів холодного об'ємного штампування

#### Лекція 2.

1.3. Схеми та технологічні можливості основних операцій холодного об'ємного штампування

1.3.1. Операції холодного об'ємного штампування із прямою течією металу

1.3.2. Операції холодного об'ємного штампування із зворотною течією металу

1.3.3. Операції холодного об'ємного штампування із поперечною течією металу

1.3.4. Комбіновані операції холодного об'ємного штампування

1.4. Аналіз параметрів, які впливають на процеси холодного об'ємного штампування

#### Лекція 3.

#### РОЗДІЛ 2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ХОЛОДНИМ ОБ'ЄМНИМ ШТАМПУВАННЯМ

2.1. Загальні рекомендації для розроблення технологічних процесів

2.2. Основні етапи розроблення технологічних процесів

2.2.1. Вибір схеми операції виготовлення деталі холодним об'ємним штампуванням та аналіз технологічності

2.2.2. Розробка креслення деталі, що штампується

2.3. Визначення форми та розмірів вихідних заготовок

#### **Лекція 4.**

### **РОЗДІЛ 3. ВИРОБНИЦТВО ВИХІДНИХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ХОЛОДНОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ**

3.1. Способи виробництва заготовок для процесів холодного об'ємного штампування

3.2. Розділення прокату на заготовки відрізанням зсувом в штампах на пресах

3.3. Способи та схеми розділення прокату на заготовки відрізанням зсувом в штампах на пресах

3.4. Визначення геометричних та силових параметрів розділення прокату на заготовки відрізанням зсувом в штампах на пресах

#### **Лекція 5.**

3.5. Конструкції штампів для відрізання заготовок із прутків та проектування ножів

3.5.1. Конструкції штампів для відрізання заготовок із прутків

3.5.2. Проектування ножів для відрізання

#### **Лекція 6.**

### **РОЗДІЛ 4. ПІДГОТОВЧІ ОПЕРАЦІЇ З ВИХІДНИМИ ЗАГОТОВКАМИ ПЕРЕД ХОЛОДНИМ ОБ'ЄМНИМ ШТАМПУВАННЯМ**

3.1. Термічна обробка вихідних заготовок

3.2. Очищення від окалини відпалених заготовок та підготовка поверхонь для нанесення змащення

3.3. Змащення вихідних заготовок

#### **Лекція 7.**

3.4. Калібрування вихідних заготовок, які отримані відрізанням зсувом в штампах на пресах

3.4.1. Призначення та основні схеми калібрування

3.4.2. Конструкція штампів для калібрування вихідних заготовок перед штампуванням

3.4.3. Проектування деформуючого інструменту для калібрування

#### **Лекція 8.**

### **РОЗДІЛ 5. ХОЛОДНЕ ОБ'ЄМНЕ ШТАМПУВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ВИРОБІВ**

5.1. Класифікація порожнистих виробів

5.2. Аналіз основних способів штампування порожнистих виробів

#### **Лекція 9.**

5.3. Проектування технології та штампового оснащення для видавлювання порожнистих виробів

5.3.1. Аналіз технологічності при видавлюванні виробів з порожнинами



## **Лекція 10.**

5.3.2. Конструкції штампового оснащення для видавлювання порожнистих виробів

## **Лекція 11.**

5.3.3. Проектування основних деталей штампового оснащення для видавлювання порожнистих виробів

## **Лекція 12.**

**РОЗДІЛ 6. ХОЛОДНЕ ОБ'ЄМНЕ ШТАМПУВАННЯ СТЕРЖНЕВИХ ВИРОБІВ**

6.1. Класифікація стержневих виробів та способи їх виготовлення процесами холодного об'ємного штампування

6.2. Проектування технології та штампового оснащення для видавлювання стержневих виробів

6.2.1. Аналіз технологічності при видавлюванні стержневих виробів

## **Лекція 13.**

6.2.2. Конструкції штампового оснащення для прямого видавлювання стержневих виробів

## **Лекція 14.**

6.2.3. Проектування деформуючого інструменту для прямого видавлювання каліброваних вихідних заготовок

## **Лекція 15.**

7.1. Принципові схеми штампування на автоматах

## **Лекція 16.**

7.2. Виготовлення болтів, гвинтів і клепок

## **Лекція 17.**

7.3. Штампування шестигранних гайок, кульок і роликів

7.4. Штампування цвяхів з дроту. Багатопозиційне штампування складних деталей

## **Лекція 18.**

7.5. Інструмент для холодного висаджування: ролики для правлення дроту, задавання та подавання дроту; матриці і ножі для різання дроту. твердосплавний інструмент.

### ***Модульна контрольна робота (МКР).***

Назва МКР: обґрунтування схеми холодного об'ємного штампування для виготовлення виробу, проведення аналізу технологічності, встановлення послідовності операцій виготовлення, визначення розмірів вихідної заготовки .

Варіанти завдань на МКР.

***Варіант 1.*** Процес видавлювання круглих порожнистих виробів.

***Варіант 2.*** Процес видавлювання коробчатих порожнистих виробів .

**Варіант 3.** Процес висаджування заготовки болта з внутрішнім шестигранником.

**Варіант 4.** Процес висаджування заготовки болта з зовнішнім шестигранником.

**Варіант 5.** Процес виготовлення стержня з фланцем (стержень прямокутної форми).

**Варіант 6.** Процес виготовлення стержня з фланцем (стержень круглої форми).

**Варіант 7.** Процес виготовлення стержня з фланцем (перехід від стержня до фланця конічної форми).

**Варіант 8.** Процес виготовлення стержня зі сферичною головкою.

**Варіант 9.** Процес виготовлення стержня з конічною головкою.

**Варіант 10.** Процес виготовлення стержня зі сферичним виступом по середині.

**Варіант 11.** Процес виготовлення стержня зі циліндричним виступом по середині.

**Варіант 12.** Процес виготовлення стержня з конічним виступом по середині.

**Варіант 13.** Процес виготовлення заготовки шарика.

**Варіант 14.** Процес виготовлення заготовки шарика.

**Варіант 15.** Процес виготовлення заготовки ролика.

**Варіант 16.** Процес виготовлення порожнистого виробу зі ступінчатою порожниною.

**Варіант 17.** Процес виготовлення порожнистого виробу з порожниною постійного діаметру зі ступінчатою зовнішньою поверхнею на стінці.

**Варіант 18.** Процес виготовлення порожнистого виробу з порожниною постійного діаметру зі ступінчатою зовнішньою поверхнею на донній частині, діаметр якої більший за зовнішній діаметр виробу.

**Варіант 19.** . Процес виготовлення порожнистого виробу з порожниною постійного діаметру зі ступінчатою зовнішньою поверхнею на донній частині, діаметр якої менший за зовнішній діаметр виробу.

**Варіант 20.** Процес виготовлення трубчатого виробу зі ступінчатою зовнішньою поверхнею.

**Варіант 21.** Процес виготовлення трубчатого виробу зі ступінчатою внутрішньою поверхнею.

**Варіант 22.** Процес виготовлення порожнистого виробу з перемичкою по середині, причому порожнини однакового діаметру.

**Варіант 23.** Процес виготовлення порожнистого виробу з перемичкою по середині, причому порожнини різного діаметру.

**Варіант 24.** Процес виготовлення стержня з фланцем циліндричної форми.

**Варіант 25.** Процес виготовлення профілів прямокутної форми.

**Варіант 26.** Процес виготовлення профілів шестигранної форми.

**Варіант 27.** Процес виготовлення порожнистого виробу з потовщенням циліндричної форми на торці стінки.

**Варіант 28.** Отримання трубчатого виробу з суцільної циліндричної заготовки.

### ***Лабораторні роботи.***

**Робота № 1.** Аналіз технологічності виготовлення деталі методами ХОШ (згідно отриманому завданню), розробка креслення деталі, що видавлюється, та розрахунок розмірів вихідної заготовки.

Робота 1 зв'язана з розділом 2.

**Робота № 2.** Визначення схеми та геометричних і силових параметрів процесу отримання вихідних заготовок безвідхідним відрізанням прокату в штампах на пресах.

Робота 2 зв'язана з розділом 3.

**Робота № 3.** Визначення необхідності термічної обробки заготовок для процесів холодного об'ємного штампування, призначення режимів термічної обробки, вибір змащення та способу нанесення його на заготовки.

Робота № 3 зв'язана з розділом .

**Робота № 4** Розрахунок зусилля деформування в процесах ХОШ, проектування загального вигляду штамп, розрахунок та проектування деформуючого інструменту деталей штампів.

Робота № 4 зв'язана з розділами 5 і 6.

### ***Розрахунково-графічні роботи.***

Розрахунково-графічні роботи по дисципліні виконуються по наступним основним темам:

1. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення круглих ступінчатих стержнів.
2. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення фасонних ступінчатих стержнів
3. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення круглих стержнів з фланцями.
4. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення фасонних стержнів з фланцями
5. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення заготовок болтів.

6. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення трубчатих деталей.
7. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлених клепок в штампах.
8. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення круглих порожнистих виробів.
9. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення круглих порожнистих виробів.
10. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення круглих порожнистих виробів з виступом на донній частині зі сторони порожнини.
11. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення круглих порожнистих виробів зі стінкою змінної товщини по висоті.
12. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення круглих порожнистих виробів з фланцем на донній частині.
13. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення круглих порожнистих виробів витягуванням з потоншенням.
14. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення круглих порожнистих виробів шляхом обтиску.
15. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення коробчастих порожнистих виробів зі стінкою постійної товщини по периметру.
16. Розробка технологічного процесу та конструкції загального вигляду штампа для виготовлення коробчастих порожнистих виробів зі стінкою змінної товщини по периметру.
17. Розробка технологічного процесу виготовлення шестигранних гайок.

Для виконання розрахунково-графічної роботи кожному студенту видається робоче креслення деталі згідно теми роботи.

#### **6. Самостійна робота студента**

В таблиці наведені теми та перелік питань, що плануються для самостійного вивчення:

Номер розділу і номер підрозділу	Перелік питань
Розділ 1, підрозділ 1.2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способи накочування різьби на заготовках болтів і шпильок</li> <li>2. Переваги і недоліки способів накочування різьби</li> <li>3. Способи навивання циліндричних пружин</li> </ol>

	4. Способи навивання конічних пружин
Розділ 2, підрозділ 2.2.1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Критерії вибору схеми штампування</li> <li>2. Обґрунтування схеми штампування порожнистих виробів</li> <li>3. Обґрунтування схеми штампування стержневих виробів</li> </ol>
Розділ 3, підрозділ 3.3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема відрізання з використанням обертального руху ножів</li> <li>2. Схеми відрізання з прикладанням диференційовано затискання прутків</li> <li>3. Схеми відрізання трубчастих заготовок</li> </ol>
<p>Розділ 4., підрозділ 4.1</p> <p>підрозділ 4.2</p> <p>підрозділ 4.3</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Термічна обробка в печах із захисною атмосферою</li> <li>2. Гідроструменеве очищення від окалини відпалених заготовок</li> <li>3. Сучасні змащення заготовок при питомих зусиллях штампування до 1400 МПа</li> <li>4. Сучасні змащення заготовок при питомих зусиллях штампування 1400 – 2000 МПа</li> <li>5. Сучасні змащення заготовок при питомих зусиллях штампування 2000 – 2500 МПа</li> <li>6. Способи нанесення змащення заготовок в серійному і масовому виробництвах виробів</li> <li>7. Сучасні марки сталей для виготовлення пуансонів для калібрування</li> </ol>
підрозділ 4.4.3	
<p>Розділ 5, підрозділ 5.2</p> <p>підрозділ 5.3</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пряме видавлювання з роздачою порожнистих виробів</li> <li>2. Зворотне видавлювання з роздачою порожнистих виробів</li> <li>3. Порівняння схем видавлювання порожнистих виробів</li> <li>4. Вплив геометричної форми торця пуансона на силові режими видавлювання та якість порожнистих виробів</li> </ol>

<p>підрозділ 5.3.1</p> <p>підрозділ 5.3.3</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Вплив ступеню деформації на силові режими видавлювання та якість порожнистих виробів</li> <li>6. Видавлювання порожнистих виробів з дією активних сил тертя</li> <li>7. Видавлювання порожнистих виробів з дією тягнучого зусилля за стінку заготовки</li> <li>8. Видавлювання порожнистих виробів з дією ультразвукових коливань на матрицю</li> <li>9. Видавлювання порожнистих виробів з малопластичних матеріалів</li> <li>10. Приклади видавлювання виробів із ступінчатими порожнинами</li> <li>11. Приклади видавлювання коробчастих порожнистих виробів</li> <li>12. Конструкції штампового оснащення для видавлювання з прикладанням протитиску порожнистих виробів із малопластичних сталей</li> <li>13. Сучасні марки сталей для виготовлення пуансонів для видавлювання виробів з порожнинами</li> <li>14. Покриття для деформуєчого інструменту, які підвищують його стійкість</li> </ol>
<p>Розділ 6, підрозділ 6.1</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизовані установки на базі гідравлічних пресів для видавлювання по схемі «заготовка за заготовкою»</li> <li>2. Вплив ступеню деформації на силові режими видавлювання та якість стержневих виробів</li> <li>3. Вплив кута конусу матриці на силові режими видавлювання та якість стержневих виробів</li> <li>4. Вплив висоти вихідної заготовки на силові режими видавлювання та якість стержневих виробів</li> </ol>

	<p>5. Видавлювання стержневих виробів з прикладанням ультразвукових коливань на матрицю</p> <p>6. Гідропресування прямим видавлюванням виробів із інструментальних сталей</p> <p>7. Видавлювання профілів по схемі прямого видавлювання з роздачою</p>
Розділ 7, підрозділ 7.1	<p>1. Сучасні однопозиційні холодновисаджувальні автомати</p> <p>2. Сучасні багатопозиційні холодновисаджувальні автомати з горизонтальним розташуванням матриць</p> <p>3. Сучасні багатопозиційні холодновисаджувальні автомати з вертикальним розташуванням матриць</p> <p>4. Змащення, яке використовується при штампуванні на холодновисаджувальних автоматах</p> <p>5. Сучасні марки матеріалів, з яких виготовляють деформуючий інструмент в холодновисаджувальних автоматах</p>
підрозділ 7.5	

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять студентами є обов'язковим компонентом оцінювання, за яке нараховуються бали. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в on-line формі за погодженням із керівником курсу. Відвідування лекційних занять без пропусків (крім поважних причин) додатково оцінюється 10 балів, якщо кількість пропусків не перевищує 15% (8 лекцій) нараховується 8 балів, при кількості пропусків більше 15% - 0 балів. За активність студентів на лекціях ще нараховуються: активність на 18 лекціях - 5 балів. За кожну підготовку коротких доповідей згідно з темами кредитного модуля та виступом на лекції нараховується 5 балів. При цьому текст доповіді перевіряється на наявність плагіату із коректними запозиченнями до 20 %. На завершальному етапі навчання студенти повинні виконати контрольну роботу, в якій потрібно навести параметри, які впливають на процес згідно теми дисертаційної роботи, вибрати основні та намітити шляхи їх оптимізації. Ця робота оцінюється в 5 балів.

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

### Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Розроблення рейтингової системи оцінювання(PCO) з кредитного модуля (KM) є складовою частиною робочої навчальної програми. Семестровий контроль заплановано у вигляді екзамену, то 100-бальна шкала оцінювання поділяється на дві складові.

Перша складова (60 балів) містить бали, які отримані студентом при виконанні лабораторних робіт (24 бали), розрахунково-графічної роботи (46 балів), що є стартовою складовою для допуску студента до екзамену.

Друга складова 48 балів (екзаменаційна шкала) призначена для оцінювання результатів навчання на екзамені. Якщо студент набрав більше 80 балів (з урахуванням п.7), то він може отримати позитивну оцінку без здачі екзамену..

#### *Лабораторні роботи.*

Ваговий бал кожної роботи – **6**. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює  $6 \times 4 = 24$  бали.

*Критерії оцінювання лабораторних робіт:*

- підготовка до лабораторної роботи – **1** бал (знання мети і методики проведення роботи та підготовка протоколу – 1 бал; відсутність необхідних знань або протоколу – 0 балів);
- виконання лабораторної роботи - **2** бали ( активна участь – 2 бали, пасивна – 1 бал, неучасть – 0 балів);
- оформлення протоколу роботи - **1** бал;
- захист лабораторної роботи - **2** бали ( знання теоретичних основ роботи, методики теоретичних досліджень та висновків – 2 бали; неповні або неточні відповіді на запитання – 1 бал; відсутність знань – 0 балів).

Лабораторна робота вважається зарахованою, якщо число набраних балів складає не менше 4.

#### *Розрахунково-графічна робота.*

Ваговий бал РГР – 46 балів. РГР поділяється на 5 етапів:

*Критерії оцінювання РГР:*

1) підготовка даних для розрахунків – 5 балів (правильне та своєчасне складання вихідних даних – 5 бали; складання вихідних даних з незначними помилками – 3 бали; несвоєчасне складання вихідних даних зі значними помилками – 1 бал; відсутність вихідних даних - 0 балів );

2) проведення розрахунків – 16 балів (знання методики проведення розрахунків – 5 балів; нечітке знання методики проведення розрахунків – 3 бали; своєчасно проведені розрахунки в повному обсязі – 5 балів; несвоєчасно



проведені розрахунки зі значними помилками – 3 бали; відсутність відповідних знань та розрахунків – 0 балів).

3) обробка результатів розрахунків – 5 балів (своєчасне та правильне виконання розрахунків – 5 балів; виконання розрахунків з незначними помилками – 3 бали; несвоєчасне виконання розрахунків зі значними помилками – 1 бал; відсутність результатів розрахунків – 0 балів)

4) оформлення пояснювальної записки – 10 балів (пояснювальна записка оформлена своєчасно, охайно, в повному обсязі, без помилок, згідно вимог до пояснювальних записок – 10 балів; пояснювальна записка оформлена з незначними помилками – 7 балів; неохайне оформлення не в зазначений термін зі значними помилками – 3 бали; відсутність пояснювальної записки – 0 балів)

5) захист роботи – 10 балів (знання та вміння відповідати на запитання – 10 балів; задовільне знання теоретичної частини та відповіді з помилками – 5 балів; незадовільне знання теоретичної частини, відсутність відповідей на запитання – 0 балів)

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два запитання по розділах дисципліни і одне практичне питання по розробленню технології і загального вигляду штампа по кресленню деталі. Перші два питання (завдання) оцінюються по 14 балів, третє 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – по 14-13 балів за перші два питання та 20-19 балів за третє питання;
- «дуже добре», практично повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності у відповідях – по 14-12 балів за перші два питання та 20-18 балів за третє питання;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності у відповідях – по 14-12 балів за перші два питання та 20-18 балів за третє питання;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 65% потрібної інформації та наявність великої кількості несуттєвих помилок – по 12-10 балів за перші два питання та 18-16 балів за третє питання;
- «достатньо», неповна відповідь, не менше 55% потрібної інформації та наявність великої кількості суттєвих помилок – по 10-8 балів за перші два питання та 16-14 балів за третє питання;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «достатньо» – 0 балів.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахункова робота	Не допущено

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

**Складено** професором, д.т.н. Володимиром Калюжним.

**Ухвалено** кафедрою технології виробництва літальних апаратів (протокол № 5 від 09.11.2021 р.)

**Погоджено** Методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (протокол № 5 від 17.12.2021 р.)