

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до самостійної роботи з курсу  
**„Технологія гарячого штампування”** для студентів спеціальності  
131 Прикладна механіка  
освітньої програми Обладнання та технології пластичного  
формування конструкцій машинобудування  
всіх форм навчання

**2024**

Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу “Технологія гарячого штампування” для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка освітньої програми Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування всіх форм навчання /Укл. А.М. Бень – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 25 с.

Укладач: А.М. Бень, ст. викл.

Рецензент: В.В. Широкобоков, доц., к.т.н.

Відповідальний за випуск: А.М. Бень, ст. викл.

Затверджено  
на засіданні кафедри ОМТ  
протокол № 8 від 26.06.2024

Рекомендовано до видання  
НМК машинобудівного факультету  
протокол № 1 від 27.08.2024

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Мета і завдання дисципліни, її місце в навчальному процесі .....	6
2. Робоча програма дисципліни.....	8
2.1.1. Тема 1. Вступ .....	8
2.1.2. Тема 2. Вихідний матеріал та його обробка перед куванням та штампуванням.....	8
2.1.3. Тема 3. Термомеханічний режим кування та гарячого об'ємного штампування.....	9
2.1.4. Тема 4. Вільне кування.....	10
2.1.5. Тема 5. Загальні відомості про гаряче об'ємне штампування	11
2.1.6. Тема 6. Гаряче об'ємне штампування на молотах.....	12
2.1.7. Тема 7. Гаряче об'ємне штампування на пресах .....	13
2.1.8. Тема 8. Гаряче об'ємне штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).....	14
2.1.9. Тема 9. Спеціалізовані процеси гарячого об'ємного штампування .....	15
2.1.10. Тема 10. Обробні операції кування та гарячого об'ємного штампування. Контроль якості .....	16
2.1.11. Тема 11. Техніко-економічні показники та аналіз технологічних процесів.....	17
2.2. Перелік практичних занять.....	17
2.3. Перелік лабораторних робіт .....	18
2.4. Контрольні питання.....	18
3. Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни «Технологія гарячого штампування» .....	20
4. Рекомендована література .....	25

## ВСТУП

Курс «Технологія гарячого штампування» є важливою складовою підготовки здобувачів освіти за програмою «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування». Він присвячений вивченню теоретичних основ, методів і технологічних процесів гарячого штампування металів.

Під час навчання здобувачі освіти знайомляться з основними технологічними схемами гарячого штампування, вибором та призначенням штампного обладнання, впливом технологічних параметрів на якість виробів, металознавчими аспектами гарячого штампування, сучасними тенденціями у сфері гарячого штампування.

Особливості курсу полягають у формуванні професійних компетентностей, необхідних для роботи в галузі машинобудування, автомобільної та авіаційної промисловості; опануванні навичок проєктування та оптимізації технологічних процесів; можливості подальшого застосування знань у дослідницькій та виробничій діяльності.

Курс «Технологія гарячого штампування» є одним із ключових у підготовці майбутніх інженерів-механіків та забезпечує їх необхідними знаннями для ефективної роботи в галузі обробки металів тиском..

Діючий навчальний план викладання дисципліни «Технологія гарячого штампування» представлено в таблиці.

Діючий навчальний план викладання дисципліни «Технологія гарячого штампування»

Вид занять	VI семестр 120 годин (4 кредити)	
	Денне відділення	Заочне відділення
Лекції	30 год	4 год
Практичні роботи	14 год	4 год
Лабораторні роботи	14 год	2 год
Самостійна робота	62 год	140 год

Мета цих методичних вказівок полягає в:

- ознайомленні студента з повним обсягом навчального матеріалу з дисципліни, який він має засвоїти, в тому числі і з тією його частиною, яка повністю виноситься на самостійне вивчення;
- наведенні необхідної навчальної літератури з кожної тематики дисципліни;
- наданні методичних вказівок та контрольних питань для самоперевірки знань;
- ознайомленні студента із заходами контролю засвоєння навчального матеріалу в умовах кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

## **1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

Мета: формування глибокого розуміння процесів кування та гарячого об'ємного штампування, технологічних режимів, вибору матеріалів і методів контролю якості штампованих виробів.

Завдання: вивчення основних понять, положень і ключових процесів технології гарячого об'ємного штампування та кування.

Вивчення дисципліни забезпечує формування наступних компетентностей

### **Загальні компетентності**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК10. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК12. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

### **Фахові компетентності**

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

ФК2. Здатність 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.

ФК3. Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів.

ФК4. Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного

обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

ФК6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

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.

ФК8. Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проєкційних креслень та тривимірних геометричних моделей.

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

### **Очікувані програмні результати навчання**

ПРН1. Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи.

ПРН2. Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань.

ПРН5. Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень.

ПРН6. Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин.

ПРН12. Навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).

ПРН13. Оцінювати техніко-економічну ефективність виробництва.

ПРН14. Здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів.

ПРН16. Вільно спілкуватися з професійних питань усно і письмово державною та іноземною мовою, включаючи знання спеціальної термінології та навички міжособистісного спілкування.

ПРН25. Знати і розуміти характеристики видів виробництв які притаманні для одиничного, серійного та масового виробництв машинобудівної галузі.

Передумови для вивчення курсу «Технологія гарячого штампування» включають знання з наступних дисциплін: Технологія нагріву та нагрівальне обладнання, Основи автоматизованого проектування, Вступ до спеціальності, Інформатика, Фізика, Вища математика, Безпека життєдіяльності фахівця з основами охорони праці, Здоров'я, зберігаючі технології та співдія функціональному розвитку.

Для успішного опанування компетентностей з даної дисципліни також необхідно мати мотивацію та інтерес до навчання, бути готовим до роботи з різними аналітичними та інформаційними інструментами.

## **2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**

### **2.1.1 Тема 1 Вступ**

- Мета та завдання вивчення дисципліни.
- Значення кування та гарячого об'ємного штампування у машинобудуванні.

Методичні вказівки. З'ясувати місце та значення процесів кування та штампування в машинобудуванні, враховуючи використання матеріало- та енергозберігаючих технологій при відповідній якості поковок (штамповок).

Головна тенденція розвитку ковальсько-штампувального виробництва полягає у скороченні часу на його проектування шляхом використання обчислювальної техніки, в тому числі систем автоматизованого проектування.

Питання для самоперевірки:

1. Загальні визначення.
2. Принципові ознаки кованих заготовок.
3. Основні етапи розробки технологічного процесу.

### **2.1.2 Тема 2 Вихідний матеріал та його обробка перед куванням та штампуванням**

- Матеріали для деформації (зливки, сортовий прокат, пресовані профілі): хімічний склад, стан при доставці, контроль та зберігання;
- Обробка вихідного матеріалу на заготовки: різання, ламання, обладнання та інструмент;
- Геометрична та вагова точність заготовок;
- Вимоги, що висуваються до заготовок;
- Показники ефективності використання металу, коефіцієнт розкрою;
- Технологічна документація.

Методичні вказівки. З'ясувати, які матеріали придатні до гарячого деформування, які вимоги висуваються до якості та характеристик металу.

Треба знати, в яких випадках для різання прокату використовуються штампи (різання на пресах), в яких – ножі (різання на сортових ножицях); яким конструкційним та експлуатаційним вимогам має відповідати штамп, щоб було можливим отримання геометрично точних заготовок.

Питання для самоперевірки:

1. В яких випадках використовується підігрів прутків перед різанням на мірні заготовки?
2. Що відноситься до геометричних параметрів різання?
3. Можливий брак при різанні.

### **2.1.3 Тема 3 Термомеханічний режим кування та гарячого об'ємного штампування**

- Температурний інтервал;
- Типи нагрівальних пристроїв;
- Пластичність металу, що нагрівається, окалиноутворення, знеуглецювання, режим та тривалість нагрівання, швидкісний нагрів;
- Охолодження та термообробка поковок;
- Вплив кування та штампування на структуру та механічні характеристики металу.

Методичні вказівки. З'ясувати від чого залежить та як визначається температурний інтервал кування для різних марок сталей. Які типи нагрівальних при строїв застосовуються в ковальсько-штампувальному виробництві. Як нагрівання впливає на структуру та механічні властивості матеріалів. Види браку при нагріванні. Режими термообробки та охолодження поковок.

Питання для самоперевірки:

1. Як впливає марка матеріалу на температурний інтервал кування?
2. Від чого залежить час нагрівання заготовки?
3. Як змінюється структура та механічні властивості матеріалу при нагріванні?
4. Які види браку та шляхи їхнього усунення при нагріванні?

#### **2.1.4 Тема 4 Вільне кування**

- Суть, призначення, галузь застосування, переваги та недоліки;
- Основні технологічні операції кування: осадка, протягування, прошивка, рубання, гнуття, закручування;
- Допоміжні та оброблювальні операції;
- Обладнання та інструмент, що використовуються;
- Кування плоскими та фасонними бойками, у підкладних та секційних штампах;
- Уковування та розмір осадки;
- Послідовність розробки технологічного процесу кування, складання креслення поковки, розрахунок розмірів вихідної заготовки;
- Визначення зусиль деформування за переходами, вибір інструменту та обладнання;
- Класифікація кованих поковок;
- Технологічна документація.

Методичні вказівки. Насамперед слід засвоїти основні технологічні операції вільного кування: осадку, протягування,

прошивку, рубання, гнуття, закручування. Необхідно знати поняття укову, умову стійкості заготовки при осаджуванні. З'ясувати, яке обладнання та інструмент використовуються при вільному куванні, послідовність розробки технологічного процесу та визначення зусилля.

Питання для самоперевірки:

1. В чому полягає особливість вільного кування?
2. Основні технологічні операції вільного кування та умови їхнього виконання.
3. Яке обладнання та інструмент використовуються для операцій вільного кування?
4. Особливості штампування у секційних та підкладних штампах на молотах.
5. Уковування та умова стійкості при осаджуванні.
6. Визначення зусиль для операцій вільного кування.

## **2.1.5 Тема 5 Загальні відомості про гаряче об'ємне штампування**

- Суть, призначення, галузь застосування, переваги та недоліки;
- Основні види об'ємного штампування та штампів, суть штампування у відкритих та закритих штампах та штампах для видавлювання;
- Основне обладнання для об'ємного штампування.

Методичні вказівки. Треба з'ясувати особливості гарячого об'ємного штампування. Основні види об'ємного штампування та обладнання, що використовуються.

Питання для самоперевірки:

1. Суть гарячого об'ємного штампування.
2. Особливості відкритого штампування.
3. Особливості закритого штампування.
4. Штампування видавлюванням.

5. Основне обладнання, що використовується для гарячого об'ємного штампування.

### **2.1.6 Тема 6 Гаряче об'ємне штампування на молотах**

- Призначення та галузь застосування. Особливості конструкції молотових штамтів. Технологічні параметри молотів. Витікання металу при штампуванні;

- Розробка креслення молотової поковки: вибір поверхні розняття; призначення припуску, допуску, напуску; визначення штампувальних уклонів, лінії розняття, радіусів закруглення; конструювання позначення під прошивку тощо;

- Види ривчаків відкритих штамтів: штампувальні, заготівельні, відрубні. Штампувальні ривчаки: особливості конструювання попередніх та остаточних ривчаків (порожина, облойні канавки, виїмка під кліщовину тощо). Заготівельні ривчаки: формувальні, підкатні, протяжні, площадка під розплющування, під протягування, для штампування навзнаки та осадкою у торець, спеціальні протяжні ривчаки тощо. Особливості конструювання відрубних ривчаків;

- Зусилля, що діють при штампуванні на молотових штампах. Направляючі пристрої штамтів. Розташування ривчаків на дзеркалі штампу;

- Класифікація молотових поковок;

- Побудова розрахункової заготовки. Розрахунок маси та розмірів вихідної заготовки. Визначення маси падаючих частин штампувального молоту;

- Послідовність розробки технологічного процесу штампування, типові технологічні процеси;

- Технологічна документація.

Методичні вказівки. Треба насамперед з'ясувати особливості конструкції молотових штамтів, послідовність розробки креслення молотової поковки. Види ривчаків молотових штамтів. Особливості розрахунку зусиль при штампуванні на молотах. Визначити

послідовність розробки технологічного процесу при штампуванні на молотах.

Питання для самоперевірки:

1. Галузь застосування штампування на молотах.
2. Особливості розробки креслення молотової поковки.
3. Види рівчаків молотових штампів.
4. Розрахунок зусиль при штампуванні на молотах.
5. Класифікація молотових поковок.
6. Визначення розрахункової заготовки при штампуванні на молотах.
7. Особливості розробки технологічного процесу при штампуванні на молотах.

### **2.1.7 Тема 7 Гаряче об'ємне штампування на пресах**

- Призначення та галузь застосування. Особливості витікання металу при штампуванні на пресах;

- Штампування на кривошипних гаряче штампувальних пресах (КГШП) у відкритих штампах. Переваги та недоліки. Класифікація поковок. Вихідні заготовки. Розробка креслення поковки. Визначення розмірів заготовки. Приклади технологічної послідовності штампування. Розрахунок зусиль штампування. Вибір преса. Особливості конструкції відкритих штампів, рівчаків (остаточних, попередніх, попередньо-заготівельних). Штампування видавлюванням в закритих штампах, особливості розрахунку технологічного процесу;

- Особливості штампування на гвинтових, фрикційних та гідравлічних пресах;

- Технологічна документація.

Методичні вказівки. З'ясувати галузь застосування штампування на пресах. Визначити особливості штампування у відкритих та закритих штампах, послідовність розробки креслення поковки на КГШП. Ознайомитися із видами рівчаків штампів КГШП. Особливості розрахунку зусиль при штампуванні на КГШП.

Визначити послідовність розробки технологічного процесу при штампуванні на КГШП.

Питання для самоперевірки:

1. Галузь застосування штампування на КГШП.
2. Особливості розробки креслення поковки на КГШП.
3. Види рівчаків штампів КГШП.
4. Розрахунок зусиль при штампуванні на КГШП.
5. Класифікація поковок КГШП.
6. Визначення розрахункової заготовки при штампуванні на КГШП.
7. Особливості розробки технологічного процесу при штампуванні на КГШП.

### **2.1.8 Тема 8 Гаряче об'ємне штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ)**

- Призначення та галузь застосування. Особливості витікання металу. Переваги та недоліки;

- Класифікація поковок. Рекомендації щодо проектування технологічних процесів штампування на ГКМ. Виготовлення поковок висадкою; розрахунок набірних переходів. Штампування поковок типу кільце з наскрізним прошиванням;

- Рівчаки штампів ГКМ: остаточні, формувальні, набірні, нережимні, прошивні, обрізні, відрізні;

- Визначення зусиль штампування за переходами. Вибір параметрів та номінального зусилля ГКМ;

- Послідовність розробки технологічного процесу штампування, типові технологічні процеси;

- Технологічна документація.

Методичні вказівки. Насамперед треба з'ясувати, що штампи ГКМ мають дві площини роз'єму і це забезпечує можливість штампування деталей специфічної форми, штампування яких на пресах або молотах неможливе, тому що їхні штампи мають одну площину роз'єму. Визначити класифікацію поковок на ГКМ. Види

рівчаків штампів ГKM. Особливості розрахунку зусиль при штампуванні на ГKM та визначення кількості набірних рівчаків.

Питання для самоперевірки:

1. Галузь застосування штампування на ГKM.
2. Особливості розробки креслення поковки на ГKM.
3. Види рівчаків штампів ГKM.
4. Розрахунок зусиль при штампуванні на ГKM.
5. Класифікація поковок ГKM.
6. Визначення розрахункової заготовки при штампуванні на ГKM.
7. Особливості розробки технологічного процесу при штампуванні на ГKM.

### **2.1.9 Тема 9 Спеціалізовані процеси гарячого об'ємного штампування**

- Призначення та галузь застосування;
- Вальцювання на кувальних вальцях. Особливості розробки технологічного процесу та конструювання робочого інструменту. Розрахунок зусиль вальцювання, вибір параметрів та номінального зусилля вальців;
- Особливості штампування на ротаційно-обтискних, радіально-обтискних, висаджувальних машинах, високошвидкісних молотах та інших спецмашинах;
- Механізовані та автоматизовані лінії гарячого об'ємного штампування.

Методичні вказівки. Ознайомитися зі спеціалізованими видами гарячого об'ємного штампування. Визначити галузь застосування механізованих та автоматизованих ліній гарячого об'ємного штампування.

Питання для самоперевірки:

1. Особливості штампування на ковальських вальцях.
2. Розрахунок зусиль вальцювання, вибір параметрів та номінального зусилля вальців.

3. Особливості штампування на ротаційно-обтискних, радіально-обтискних, висаджувальних машинах, високошвидкісних молотах та інших спецмашинах.

4. Галузь застосування механізованих та автоматизованих ліній гарячого об'ємного штампування

### **2.1.10 Тема 10 Обробні операції кування та гарячого об'ємного штампування. Контроль якості**

- Обрізка облою та прошивання наскрізних отворів. Особливості конструювання інструменту, розрахунок зусиль, вибір технологічного обладнання;

- Очищення поковок від окалини. Термообробка поковок;

- Виправлення та калібрування поковок;

- Дефекти поковок, засоби їх виявлення та усунення.

Контрольні прилади та вимірювальний інструмент. Дефектоскопія;

- Удосконалення технології та стабілізація процесу штампування – ефективний спосіб усунення браку.

Методичні вказівки. Ознайомитися з операціями обрізання облою та пробивання отвору у поковках в гарячому та холодному стані, інструментом та обладнанням, що застосовуються. Особливості розрахунку зусиль для вказаних операцій. Оздоблювальні операції кування та гарячого об'ємного штампування: очищення від окалини, термообробка, виправлення та калібрування. Види браку та дефекти поковок.

Питання для самоперевірки:

1. Розрахунок зусиль та вибір обладнання для обрізання облою та прошивання отворів у поковках.

2. Способи очищення поковок від окалини.

3. Режими термообробки поковок.

4. Виправлення та калібрування поковок.

5. Види браку при куванні та штампуванні, причини та способи його усунення.

6. Способи удосконалення технології кування та штампування.

### **2.1.11. Тема 11. Техніко-економічні показники та аналіз технологічних процесів**

- Основні показники ефективності технологічних процесів. Вибір оптимального варіанту технологічного процесу отримання поковок. Показники ефективності використання металу. Необхідність та доцільність використання засобів механізації та автоматизації кування та штампування;

- Особливості організації робочих місць коваля та штампувальника.

Методичні вказівки. Визначити основні критерії вибору оптимального варіанту технологічного процесу отримання поковок. Ознайомитися із поняттям коефіцієнт використання металу. Визначити показники, які вказують на доцільність використання засобів механізації та автоматизації кування та штампування. Ознайомитися із організацією робочих місць коваля та штампувальника.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке коефіцієнт використання металу?
2. Критерії вибору оптимального варіанту технологічного процесу кування та штампування.
3. Засоби автоматизації та механізації процесів кування та штампування та особливості їхнього використання.
4. Особливості організації робочих місць коваля та штампувальника.

### **2.2 Перелік практичних занять**

1. Визначення технологічних параметрів штампування поковок круглих в плані на пароповітряних штампувальних молотах
2. Визначення технологічних параметрів штампування поковок круглих в плані на кривошипному гарячештампуальному пресі
3. Визначення технологічних параметрів штампування на горизонтально-кувальній машині круглих в плані поковок

Методичні вказівки. Кожне практичне заняття виконується на конкретному прикладі штампування поковки, яке розроблено на

практичних заняттях з дисципліни «Технологія гарячого штампування». Користуючись відповідними розділами навчальних підручників, посібників, довідників, стандартів тощо, студент проектує технологічний процес виготовлення поковки та розробляє відповідні креслення.

## **2.3 Перелік лабораторних робіт**

1. Дослідження процесу осаджування циліндричних заготовок на гладких бойках.

2. Дослідження процесу прошивання отворів.

3. Дослідження формування та силового режиму процесу відкритого об'ємного гарячого штампування.

4. Особливості штампування на молоті подовжених в плані поковок

5. Дослідження процесу пресування суцільних та порожнистих профілів

Методичні вказівки. Кожна лабораторна робота виконується в машинному залі кафедри Обробки металів тиском із використанням наочних зразків штампового оснащення. Студенти під час виконання лабораторних робіт користуються відповідними методичними вказівками.

## **2.4 Контрольні питання**

При підготовці до модульних контролів, а також до підсумкового іспиту, студент може перевірити свою готовність, відповідаючи на наведені нижче питання, які охоплюють основні положення дисципліни «Технологія гарячого штампування»:

1. Вихідний матеріал для кування та гарячого об'ємного штампування.

2. Підготовка вихідного матеріалу для кування та гарячого об'ємного штампування.

3. Вплив кування та гарячого об'ємного штампування на структуру та механічні властивості матеріалу.

4. Способи очищення штампованих поковок від окалини.

5. Види браку та контроль якості штампованих поковок.

6. Вільне кування як вид ОМТ. Переваги та недоліки.
7. Осаджування як операція вільного кування. Особливості формозміни та способи осаджування.
8. Протягування як операція вільного кування. Схема процесу та способи протягування.
9. Прошивка як операція вільного кування. Схема процесу. Способи прошивки.
10. Рубання, гнуття, закручування як операції вільного кування. Схеми процесів.
11. Розробка креслення поковки для вільного кування. Призначення припусків, допусків, напусків. Визначення маси поковки.
12. Послідовність розробки технологічного процесу вільного кування.
13. Визначення маси та розмірів заготовки при вільному куванні.
14. Об'ємне штампування як вид ОМТ. Сутність. Галузь використання.
15. Класифікація молотових поковок.
16. Облой та облойні канавки молотових штампів. Призначення та особливості конструювання.
17. Послідовність розробки технологічного процесу об'ємного штампування на молотах.
18. Розробка креслення молотової поковки при гарячому об'ємному штампуванні. Вибір поверхні розняття, визначення припусків, допусків, напусків.
19. Розробка креслення молотової поковки. Конструювання позначень та плівок під прошивку.
20. Розробка креслення молотової поковки при гарячому об'ємному штампуванні. Штампувальні уклони. Радіуси заокруглень.
21. Розрахунок зусиль штампування та вибір молоту.
22. Класифікація поковок, які штампуються на КГШП.
23. Послідовність розробки креслення поковки при штампуванні на КГШП.
24. Розробка креслення поковки, що штампуються на КГШП.
25. Визначення розмірів вихідної заготовки при штампуванні на КГШП.

26. Облой та облойні канавки при штампування на КГШП. Призначення. Особливості конструювання.
27. Штампування видавлюванням у закритих штампах. Схема процесу. Відносне обтискування. Швидкість витікання металу.
28. Операції виправлення та калібрування штампованих поковок. Необхідність. Способи.
29. Переваги та недоліки КГШП при виконанні операцій гарячого об'ємного штампування.
30. Розрахунок зусиль штампування та вибір КГШП.
31. Умови висаджування на ГKM за один перехід.
32. Штампування на ГKM. Схема процесу. Переваги та недоліки.
33. Основні операції при штампування на ГKM.
34. Класифікація поковок, що штампуються на ГKM.
35. Умови висаджування на ГKM за декілька переходів (набірні рівчаки).

### **З КОНТРОЛЬНИ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНОЛОГІЯ ГАРЯЧОГО ШТАМПУВАННЯ»**

Курс «Технологія гарячого штампування» складається з двох модулів, бали яких сумуються – 80 балів за виконання практичних і лабораторних робіт і 20 балів за підсумковий контроль у вигляді іспиту.

На курсі діє накопичувальна система оцінювання, тобто всі зароблені Вами бали додаються до підсумкової оцінки.

Види контролю: поточний, проміжний.

Форма підсумкового контролю – іспит.

Поточний контроль: лабораторні роботи, практичні роботи.

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

Умови допуску до підсумкового контролю: зарахування усіх лабораторних та практичних робіт.

Рейтинг студента у семестрі складається з балів, які він набрав за:

- виконання та захист лабораторних робіт — 5 робіт, кожна по 7 балів;
- роботу на практичних заняттях — 3 роботи — по 15 балів;
- екзаменаційну роботу — розгорнуті відповіді на 2 питання по 10 балів кожне

#### Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

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

Максимальна кількість балів за лабораторну роботу встановлюється за своєчасно та відмінно захищену роботу.

#### Рейтингові бали за одне практичне заняття

Бали	Критерії оцінювання
15	Завдання виконані, зауважень немає, є відповіді на всі запитання
13	Завдання виконані з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності
11	Завдання виконані з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань
9	Завдання виконані з помилками, є відповіді лише на частину запитань
7	Завдання виконані із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання
0	Завдання не виконані, звіт не представлений

За активну роботу під час практичного заняття та виконання завдання студент може отримати 15 балів. Максимальна кількість балів – 45. Максимальна кількість балів за завдання нараховується за його правильне та своєчасне виконання. Терміни виконання завдань встановлюються викладачем на практичних заняттях.

На підсумковому контролі, який встановлюється згідно розкладу, здобувачі освіти дають розгорнуту відповідь на два питання з різних розділів робочої програми дисципліни. Кожне питання оцінюється у 20 балів відповідно до системи оцінювання:

Бали	Критерії оцінювання
20...18	«відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)
17...16	«добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності)
15...13	«задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)
0	«незадовільно» - незадовільна відповідь

У результаті здобувач освіти отримує сумарну оцінку, що отримана за результатом іспиту та за рейтингом. Отримана здобувачем кількість балів переводиться до оцінки згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

#### Шкала оцінювання ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	A
85-89	B
75-84	C
70-74	D
60-69	E
35-59	FX
1-34	F

Таблиця 3.1 – Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма					Заочна форма						
	усього	у тому числі				усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд		с.р.	л	п	лаб	інд	с.р.
<b>Змістовий модуль 1</b>												
Тема 1. Вступ	3	1	-	-	-	2	3	-	-	-	-	3
Тема 2. Вихідний матеріал та його обробка перед куванням та штампуванням	8	2	-	-	-	6	8	-	-	-	-	8
Тема 3. Термомеханічний режим кування та гарячого об'ємного штампування	7	1	-	-	-	6	7	-	-	-	-	7
Тема 4. Вільне кування	14	4	-	4	-	6	14	1	-	2	-	1 1
Тема 5. Загальні відомості про гаряче об'ємне штампування	11	1	-	4	-	6	11	1	-	-	-	1 0
Тема 6. Гаряче об'ємне штампування на молотах	17	5	4	2	-	6	17	1	4	-	-	1 2
<b>Разом годин Модуль 1</b>	<b>60</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>5 1</b>
<b>Змістовий модуль 2</b>												
Тема 7. Гаряче об'ємне штампування на пресах	20	6	4	4	-	6	20	1	-	-	-	1 9
Тема 8. Гаряче об'ємне штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ)	16	4	6	-	-	6	16	-	-	-	-	1 6

Тема 9. Спеціалізовані процеси гарячого об'ємного штампування	8	2	-	-	-	6	8	-	-	-	-	8
Тема 10. Обробні операції кування та гарячого об'ємного штампування. Контроль якості	8	2	-	-	-	6	8	-	-	-	-	8
Тема 11. Техніко- економічні показники та аналіз технологічних процесів	8	2	-	-	-	6	8	-	-	-	-	8
<b>Разом годин Модуль 2</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>59</b>
<b>Разом годин</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>62</b>	<b>120</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>110</b>

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Горяче об'ємне штампування: навчальний посібник / І.С. Алієв, Я.Г. Жбанков. Краматорськ : ДДМА, 2013. 244 с.
2. Forging, Stamping and General Smithing... / B. Saunders. E. & F.N. Spon, limited, 2012. 512 p.
3. ASM Handbook, Volume 4A: Steel Heat Treating Fundamentals and Processes / Editor: Jon Dossett and George E. Totten. ASM International, 2013. 784 p.
4. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Горяче об'ємне штампування / Ж.П. Дусанюк, І.О. Сивак, С.В. Дусанюк, С.В. Репінський. Вінниця : ВНТУ, 2006. 106 с.
5. ASM Handbook Volume 14A: Metalworking: Bulk Forming. Editor: S.L. Semiatin. ASM International, 2005. 888 p.