

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА,  
методичні вказівки і індивідуальні завдання  
до вивчення дисципліни  
«Деформаційно-термічна обробка металів та сплавів»  
для студентів спеціальності 136 Металургія,  
освітня програма «обробка металів тиском»  
(магістерський рівень)**

**Затверджено  
на засіданні Вченої ради  
академії  
Протокол № \_ від \_\_\_\_\_**

**Дніпро НМетАУ 2019**

УДК 621.774

Робоча програма, методичні вказівки і індивідуальні завдання до вивчення дисципліни «Деформаційно-термічна обробка металів та сплавів» для студентів спеціальності 136 Металургія, освітня програма «обробка металів тиском» (магістерський рівень) / Укл. А.В. Ашкелянєць. – Дніпро: НМетАУ, 2019. - 12 с.

Наведені рекомендації до вивчення дисципліни «Деформаційно-термічна обробка металів та сплавів»; мета і завдання дисципліни; необхідний обсяг знань і умінь студентів у результаті її вивчення; методичні вказівки до вивчення кожного з розділів курсу і перелік джерел для самостійного навчання; питання для самоконтролю, а також варіанти індивідуальних завдань, що виконують студенти в процесі вивчення дисципліни.

Призначено для студентів заочної форми навчання, які навчаються за спеціальністю 136 Металургія для здобуття освітнього рівню «Магістр».

Укладач А.В. Ашкелянєць, к.т.н, доц.

Відповідальний за випуск А.В. Ашкелянєць, к.т.н, доц.

Рецензент М.І. Медведєв, д-р техн. наук, с.н.с. (НМетАУ)

## ВСТУП

Дисципліна «Деформаційно-термічна обробка металів та сплавів» є спеціальною навчальною дисципліною, що викладається студентам, які навчаються за освітнім рівнем «Магістр» за спеціальністю 136 Металургія.

Вивчення дисципліни вимагає знання наступних дисциплін освітнього рівня «бакалавр»: «Металознавство», «Технологія процесів обробки металів тиском», «Теоретичні основи процесів обробки металів тиском».

Робоча програма складена на основі рекомендаційної програми для даної спеціальності і відбиває тенденції, що визначилися останнім часом, а саме: підвищення частки самостійної роботи при вивченні дисципліни, виявлення усіх взаємозв'язків між окремими явищами процесу пластичної деформації, розвиток практичних навичок рішення технічних завдань і т.п.

Мета викладання дисципліни полягає у вивченні залежностей властивостей металу від параметрів деформаційної та термічної обробки металів. Отримані знання необхідні для рішення таких практичних завдань, як розрахунок параметрів деформаційно-термічної обробки для отримання заданих властивостей виробу.

Основу дисципліни складає вивчення основних залежностей структури та властивостей металу від степені, швидкості та температури у процесі пластичного деформування, а також одержання певних навичок рішення практичних завдань на базі знань цих залежностей.

Студенти заочного факультету матеріал програми вивчають самостійно, а лекції, що викладаються їм, носять допоміжний характер і ні в якому разі не можуть замінити підручники.

Більш глибоке вивчення матеріалу програми вимагає читання рекомендованої нижче літератури, що є одним з видів самостійної роботи.

По даній дисципліні виконуються практичні та лабораторні заняття і індивідуальне завдання. Індивідуальне завдання повинно бути передано на кафедру не пізніше ніж за місяць до початку екзаменаційної сесії. Після перевірки індивідуального завдання викладачем, необхідно врахувати всі зазначені зауваження та ввести необхідні виправлення.

## 1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Відповідно до навчального плану дисципліну «Деформаційно-термічна обробка металів та сплавів» вивчають студенти спеціальності 136 Металургія. Загальний обсяг дисципліни для студентів заочної форми навчання складає 120 академічних годин. Розподіл годин за семестрами, видами занять і видами контролю представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Розподіл навчальних годин за семестрами, видами занять та видами контролю

Семестр	Усього	Аудиторні заняття			Самостійна робота	Види контролю
		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття		Індивідуальне завдання. Екзамен
II	120	8	4	4	104	

Робоча навчальна програма дисципліни з темами занять та методичними вказівками до лекційного матеріалу наведена в розділі 3.

Передбачені програмою лабораторні та практичні заняття, їх теми та відведений аудиторний час на їхнє виконання наведено, відповідно, в розділах 4 та 5.

При вивченні дисципліни «Деформаційно-термічна обробка металів та сплавів» планується контрольована викладачем самостійна робота, що передбачає:

- самостійне вивчення розділів дисципліни, що не викладаються на лекціях;
- підготовку до практичних занять та лабораторних занять;
- вивчення лекційного матеріалу;
- виконання індивідуального завдання.

Варіанти індивідуальних завдань і методичні вказівки для їх виконання наведено в розділі 6. Індивідуальне завдання повинне бути захищено під час особистої співбесіди з викладачем.

## 2 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Данченко В.М., Гринкевич В.О., Головка О.М. Теорія процесів обробки металів тиском. – Днепропетровськ: Пороги, 2008. – 370 с.
2. Данченко В.М. Обробка металів тиском. - Дніпропетровськ: Пороги, 2006. - 183 с.
3. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. Підручник. 2-ге видання, перероблене і доповнене. — К.: Політехніка, 2002. — 384 с.
4. Мильніков О.В. Опір матеріалів. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2010. – 257с.
5. Головка А.Н., Фролов Я.В., Гридин А.Ю., Беяев С.М. Металлургическая технология. Client oriented quality доступна на сайті <http://metal-forming.org>

### Додаткова

1. Довідники з хімічного складу матеріалів, нормативні документи.
2. Довідники з механічних властивостей металу, нормативні документи.
3. Атласи структур металів.
4. Діаграми рекристалізації, термодинамічні діаграми.
5. Клименко П.Л. Упрочнение стали при горячей деформации. Днепропетровск: Пороги, 2009. – 103 с.
6. Клименко П.Л. Упрочнение стали и цветных металлов при холодной и горячей деформации. Днепропетровск: Пороги, 2011. – 187 с.
7. Кузін О., Яцюк Р. Металознавство та термічна обробка металів. Підручник. Афіша 2002 р. 304 с.

### 3 ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Розподіл навчальних годин за темами і видами занять з дисципліни «Деформаційно-термічна обробка металів та сплавів» наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Розподіл навчальних годин за темами і видами занять

№ тем	Найменування тем	Види занять				
		Аудиторні, годин	Лекції, годин	Практичні, годин	Лабораторні, годин	Самостійне вивчення, годин
1	Тверді розчини та хімічні сполучення у метали, що деформується	2	2	-	-	26
2	Пружність та пластичність в обробці тиском	4	2	2	-	26
3	Пластична деформація, наклеп і рекристалізація металів	6	2	2	2	26
4	Інтегровані деформаційно-термічні технології	4	2	-	2	26
	ВСЬОГО	16	8	4	4	104

Відповідно до навчальної програми студент зобов'язаний засвоїти всі теми дисципліни. Нижче наводяться зміст робочої програми дисципліни і методичні вказівки до вивчення окремих тем з поділом на лекційне і самостійне вивчення. При вивченні дисципліни матеріал програми варто вивчати в послідовності розділів, що викладені нижче.

## **Тема 1. Основи будови деформованого металу**

### ***Лекційний матеріал (2 години)***

Рідкі та тверді розчини, хімічні сполучення в металах. Діаграма стану двокомпонентної системи. Дефекти кристалічної будови з точки зору пластичності металу. Реалізація механізму пластичної деформації в одно- та багатофазних системах. Хімічний склад матеріалів для пластичної деформації.

### ***Самостійне вивчення (26 годин)***

Діаграми стану двокомпонентних систем. Основні види структур металів. Типи кристалічних ґраток. Діаграми, що характеризують поведінку металу під час деформації. Фази та фазові переходи. Термокінетична діаграма.

Література для вивчення: основна [3]; додаткова [3], [4].

### ***Питання для самоперевірки***

1. Види твердих розчинів.
2. Основні види дефектів кристалічної будови металів.
3. Що таке алотропічні модифікації? Що таке фазовий перехід?
4. На що у структурі металу впливає швидкість охолодження?
5. Пояснити такі механізми пластичної деформації: рух дислокацій та двійникування.

## **Тема 2. Пружність та пластичність в обробці тиском**

### ***Лекційний матеріал (2 години)***

Види навантажень. Напруження в металі. Енергія активації в кристалічній ґратці. Механічні та деформаційні властивості металів та сплавів. Вплив температури на властивості металу. Критерії оцінки металів.

### ***Самостійне вивчення (26 годин)***

Статичні та динамічні методи випробувань металу. Випробування твердості. Діаграма розтягання. Інженерна та істинна криві. Характерні точки та ділянки діаграми.

Література для вивчення: основна [2], [5]; додаткова [1], [2].

### ***Питання для самоперевірки***

1. Три основних види напружень.
2. Фізичні та умовні ознаки початку пластичної деформації.
3. Що таке рівномірна пластична деформація?
4. Яка різниця між діаграмами розтягання: сталі 45 та сталі Х18Н9.
5. Що таке ресурс пластичності?

## **Тема 3. Пластична деформація, наклеп і рекристалізація металів**

### ***Лекційний матеріал (2 години)***

Вивчити вплив пластичної деформації на структуру і механічні властивості металів. Трансформація структури металу під впливом зовнішніх сил та теплової енергії. Етапи та взаємозв'язок процесів деформації та рекристалізації. Вивчити вплив нагріву на властивості деформованого металу. Холодна та гаряча деформація.

### ***Самостійне вивчення (26 годин)***

Поняття анізотропії та вплив параметрів деформації на анізотропію властивостей готового виробу. Діаграми рекристалізації. Порівняння властивостей металу після кристалізації та деформації. Види термічної обробки.

Література для вивчення: основна [1], [5]; додаткова [1], [4], [7].

### ***Питання для самоперевірки***

1. Яка різниця між гарячою та холодною деформацією?



2. Чим обумовлена анізотропія металу після деформації.
3. Основні види термічної обробки металів.
4. Яка різниця між кристалізацією та рекристалізацією?
5. У чому різниця між діаграмами рекристалізації першого та другого роду?

#### **Тема 4. Інтегровані деформаційно-термічні технології**

##### ***Лекційний матеріал (2 години)***

Принципи поєднання деформаційних та термічних операцій обробки металів. Тепловий баланс зони деформації. Температурні обмеження деформації. Деформаційні обмеження деформації. Час 8/5.

##### ***Самостійне вивчення (26 годин)***

Теплові умови пластичної деформації. Гаряча деформація при зниженій температурі. Коефіцієнт теплопередачі. Геометричні характеристики деформованих виробів з точки зору їх нагріву та охолодження. Швидке охолодження від контакту з інструментом в процесі деформації. Швидкість нагріву та охолодження.

Література для вивчення: основна [1], [2], [4]; додаткова [2], [5], [6].

##### ***Питання для самоперевірки***

1. Яку деформаційно-термічну технологію можна назвати інтегрованою?
2. Як гаряча прокатка при зниженій температурі впливає на структуру металу?
3. Як визначається час витримки металу при заданій температурі?
4. Наведіть приклади витримки металу при заданій температурі в технологічному процесі обробки металів тиском
5. Які швидкості охолодження забезпечують наступні охолоджувальні середовища: спокійне повітря та повітряний потік з певною швидкістю, масло, вода.

## **4. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ**

### **Заняття 1.**

Тема: Структура деформованого металу.

Мета роботи:

1. Ознайомитися з приладами і методами дослідження металів.
2. Вивчити методи дослідження будови металів.
3. Вивчити роботу металографічних мікроскопів. (2 год.).

### **Заняття 2.**

Тема: Температура металу на виході з зони деформації.

Мета роботи:

1. Вивчити основні різновиди діаграм стану подвійних сплавів.
2. Навчитися визначати по діаграмі стану можливість проведення термічної обробки сплавів, їх зміцнення. (2 год.).

## **5. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ**

### **Заняття 1.**

Тема: Деформація та рекристалізація

Мета роботи:

1. Вивчити механізм і кінетику процесу кристалізації.
2. Вивчити макроструктуру металевих злитків.
3. Вивчити вплив умов кристалізації на структуру та механічні властивості металу. (2 год.).

### **Заняття 2.**

Тема: Методи контролю властивостей металу.

Мета роботи

1. Навчитися вимірювати твердість металевих зразків різними методами;
2. Ознайомитися з умовами застосування того чи іншого методу визначення твердості; підготовкою зразків для вимірювання твердості; пристроєм приладів для вимірювання твердості;
3. Простежити залежність твердості металів від складу сплаву. (2 год.).

## **6. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ**

### **6.1 Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання**

Навчальним планом передбачене виконання індивідуального завдання з дисципліни «Деформаційно-термічна обробка металів та сплавів». Індивідуальне завдання називається «**Прогнозування структури та властивостей металу**» і полягає у тому, щоб на основі розрахунків та довідкових матеріалів спрогнозувати механічні властивості металу обраного хімічного складу після обробки в обраному технологічному процесі. Матеріал та технологічний процес обирається студентом за згодою з керівником магістерської роботи, або призначається викладачем з урахуванням теми майбутньої магістерської роботи.

**6.2 План виконання індивідуального завдання складається з наступними етапами:**

1. Скласти карти зміни:

1.1.Геометричних розмірів заготовки та степені деформації;

1.2.Температури металу, з урахуванням швидкості охолодження та актуальної швидкості металу в технологічному процесі.

2. Дати аналіз обраної марки металу за умов швидкого охолодження, та за умов повільного охолодження.

3. Показати діапазон значень механічних властивостей, що притаманний обраному матеріалу в залежності від ступеню деформації та швидкості охолодження.

Наприкінці завдання потрібно надати висновки стосовно впливу етапів обробки на температуру та можливі властивості металу.

Обсяг роздрукованої пояснювальної записки до індивідуального завдання повинен складати не більше 10 сторінок формату А4.

## ЗМІСТ

Назва та номер розділу		Сторінка
ВСТУП		3
1	ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ	4
2	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	5
3	ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	6
4	ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ	9
5	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	10
6	ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ	10

Підписано до друку \_\_.\_\_.\_\_. Формат 60x84 1/16. Папір друк. Друк  
плоский. Облік.-вид. арк. 0,94. Умов. друк. арк. 0,93. Тираж \_\_ пр.  
Замовлення № .

Національна металургійна академія України  
49600, Дніпро-5, пр. Гагаріна, 4

---

Редакційно-видавничий відділ НМетАУ