

ЗАТВЕРДЖУЮ



Декан факультету металургії

В.Р. Румянцев

(ініціали та прізвище)

02

2019 р.

Теорія обробки металів тиском
(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки Бакалаврський
(назва освітнього ступеня)

спеціальності 136 «Металургія»
(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності _____
(якщо є) (шифр і назва)

освітньо-професійна програма Металургія
(назва)

Укладач: Белоконь Ю. О., канд. техн. наук, доц., доцент кафедри обробки металів тиском
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри обробки металів тиском

Протокол № 2 від «19» лютого 2019 р.
Завідувач кафедри обробки металів тиском

О. В. Явтушенко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
факультету металургії

Протокол № 2 від «20» лютого 2019 р.
Голова науково-методичної ради
факультету металургії

К. В. Таратуга
(підпис) (ініціали, прізвище)

2019 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрямок підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u>	За вибором	
Розділів – 4	Спеціальність <u>136 «Металургія»</u>	Цикл дисциплін професійної і практичної підготовки	
Загальна кількість годин – 120		Рік підготовки:	
Тижневих годин для денної форми навчання: 8,57 аудиторних – 3,42 самостійної роботи студента – 5,15	Освітньо-професійна програма <u>Металургія</u>	4-й	4-й
		Лекції	
		36 год.	8 год.
		Практичні	
		-	-
		Лабораторні	
Рівень вищої освіти: бакалаврський		12 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		72 год.	108 год.
		Вид підсумкового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Теорія обробки металів тиском» навчити студентів загальним закономірностям обробки металів тиском, особливостям поведінки металів та сплавів у різних термічних, механічних та фізико-хімічних умовах обробки тиском.

Завданням дисципліни є оволодіння студентами знаннями з теорії термічних та механічних умов пластичної деформації, при яких забезпечується найбільше формозмінення металу, що необхідно для розробки оптимальних технологічних режимів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- механізми пластичної деформації металів та сплавів;
- характеристики напружено-деформованого стану тіла;
- причини виникнення та способи дослідження нерівномірності деформації;
- вплив різних факторів на пластичність та опір деформації металу.

вміти:

- розраховувати опір деформації даного металу або сплаву для різних умов деформації;
- визначати пластичність металу та оцінювати нерівномірність деформації відповідно до конкретного процесу обробки тиском;

- розраховувати напруження, деформації, силу та роботу, яка необхідна для здійснення пластичної деформації.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

К 16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії;

К 17. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.

Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна «Теорія обробки металів тиском» продовжує професійну і практичну підготовку студента і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Обробка металів тиском», «Матеріалознавство».

Вивчення дисципліни «Теорія обробки металів тиском» розширює можливості студентів при виконанні кваліфікаційної роботи бакалавра. Отримані знання можуть бути корисними для подальшого навчання за дисциплінами «Теорія прокатки», «Прокатка сортового металу», «Обладнання прокатних цехів».

3. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Фізичні основи пластичної деформації

Тема 1. Основи пластичної деформації.

Типи атомних решіток у металів. Індокси кристалографічних площин і напрямків. Анізотропія властивостей металів. Закономірності деформації монокристалу. Механізми пластичної деформації. Ковзання та двійникування. Дислокації. Вектор Бюргерса. Деформація полікристалу.

Тема 2. Наклеп і рекристалізація.

Процес зміцнення металу. Наклеп. Процеси повернення. Рекристалізація. Формула А.А. Бочвара. Збиральна рекристалізація. Зміна механічних властивостей при деформації і рекристалізації. Діаграма рекристалізації. Опір деформації і пластичність.

Тема 3. Види деформації при обробці металів тиском.

Класифікація процесів деформації за С.І. Губкіним. Холодна деформація. Гаряча деформація Особливості різних видів деформації.. Переваги і недоліки різних процесів деформації. Зерно металів. Залежність розмірів зерна від параметрів деформації.

Розділ 2. Напружено-деформований стан

Тема 4. Напружений стан при обробці металів тиском.

Поняття напруження. Напруження на довільних площадках. Компоненти тензора напруження. Головні напруження. Інваріанти тензора напруження. Схеми напруженого стану. Головні дотичні напруження. Октаедричні напруження. Інтенсивність напруження. Диференціальні рівняння рівноваги. Круг Мора.

Тема 5. Деформований стан при обробці металів тиском.

Поняття деформації. Компоненти переміщення при деформації тіла. Компоненти деформації. Тензор деформації. Головні деформації. Схеми деформованого стану. Інваріанти тензора деформації. Деформації на октаедричних площадках. Інтенсивність деформації. Швидкість деформації. Закон сталості об'єму при пластичній деформації.

Тема 6. Співвідношення між напруженнями і деформаціями.

Закон Гука. Модуль пружності. Модуль зсуву. Коефіцієнт Пуасона. Гідростатичне напруження. Девіатор напруження і деформації. Рівняння рівноваги.

Розділ 3. Умови пластичності

Тема 7. Рівняння пластичності.

Діаграма розтягування циліндричного зразка. Границя текучості металу. Умови пластичності. Рівняння Мізеса. Рівняння Треска-Сен-Венана. Рівняння Губера. Порівняння критеріїв пластичності.

Тема 8. Умови сталості максимальних дотичних напружень.

Опір пластичної деформації. Дотичні напруження. Дотичні напруження при лінійному напруженому стані. Максимальні дотичні напруження. Теорія пластичності Сен-Венана.

Тема 9. Часні вирази умови пластичності.

Аналіз рівняння пластичності. Середнє головне напруження. Максимальні показники середнього напруження. Рівняння пластичності при $\sigma_2 = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$.

Розділ 4. Неоднорідність напруження і деформації

Тема 10. Пластичні властивості металу і зусилля при деформації.

Пластичні властивості металу. Випробування на пластичність. Показники пластичності. Вплив хімічного складу металу на пластичність. Вплив температури і швидкості деформації на пластичність. Зусилля при деформації.

Тема 11. Зовнішнє тертя

Поняття тертя. Види тертя. Закон Амонтонна-Кулона. Коефіцієнт тертя. Кут тертя. Залежність тертя від параметрів деформації. Вплив тертя на величину напруження і деформації. Умови нерівномірності деформації.

Тема 12. Тиск оброблюваного металу на інструмент і робота деформації.

Середній контактний тиск. Сила деформації. Розрахунок робочих напруг спільними рішенням рівнянь рівноваги і рівнянь пластичності. Метод ліній ковзання. Сітка ліній ковзання та траєкторії головних нормальних напружень. Питома робота деформації.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усьо го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1												
Розділ 1 – Фізичні основи пластичної деформації												
Тема 1.	10	3		2		5	10	1		2		7
Тема 2.	10	3				7	10	1				9
Тема 3.	10	3				7	10					10
<i>Усього годин</i>	30	9		2		19	30	2		2		26
Розділ 2 – Напружено-деформований стан												
Тема 4.	10	3		2		5	10	1		2		7
Тема 5.	10	3		2		5	10	1				9
Тема 6.	10	3				7	10					10
<i>Усього годин</i>	30	9		4		17	30	2		2		26
Модуль 2												
Розділ 3 – Умови пластичності												
Тема 7.	10	3		2		5	10	1				9
Тема 8.	10	3		2		5	10	1				9
Тема 9.	10	3				7	10					10
<i>Усього годин</i>	30	9		4		17	30	2				28
Розділ 4 – Неоднорідність напруження і деформації												
Тема 10.	10	3		2		5	10	1				9
Тема 11.	10	3				7	10	1				9
Тема 12.	10	3				7	10					10
<i>Усього годин</i>	30	9		2		19	30	2				28
<i>ІНДЗ</i>	-	-		-		-	-					
<i>Усього годин</i>	120	36		12		72	120	8				108

5. Теми лекційних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Основи пластичної деформації	3	1
2	Наклеп і рекристалізація	3	1
3	Види деформації при обробці металів тиском	3	-
4	Напружений стан при обробці металів тиском	3	1
5	Деформований стан при обробці металів тиском	3	1
6	Співвідношення між напруженнями і деформаціями	3	-
7	Рівняння пластичності	3	1
8	Умови сталості максимальних дотичних напружень	3	1
9	Часні вирази умови пластичності	3	-
10	Пластичні властивості металу і зусилля при деформації	3	1
11	Зовнішнє тертя	3	1
12	Тиск оброблюваного металу на інструмент і робота деформації	3	-
Разом		36	8

6. Теми лабораторних робіт

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	ЛР 1. Дослідження процесу затікання металу у щілинні отвору в умовах плоскої деформації	2	2
4	ЛР 2. Визначення напруженого стану при пластичній деформації	2	2
5	ЛР 3. Визначення деформованого стану при пластичній деформації	2	-
7	ЛР 4. Вивчення особливостей плинності металу в процесі пресування	2	-
8	ЛР 5. Побудова кривої зміцнення	2	-
10	ЛР 6. Визначення характерних зон деформації при осадці	2	-
Разом		12	4

7. Самостійна робота

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Опрацювання теоретичного матеріалу Темі 1, підготовка до виконання та захисту ЛР1.	3	4
2	Опрацювання теоретичного матеріалу Темі 2.	4	4
3	Опрацювання теоретичного матеріалу Темі 3.	4	4
1-3	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Фізичні основи пластичної деформації».	5	7
1-3	Підготовка до тестування.	3	7
4	Опрацювання теоретичного матеріалу Темі 4, підготовка до виконання та захисту ЛР2.	3	4
5	Опрацювання теоретичного матеріалу Темі 5, підготовка до виконання та захисту ЛР3.	3	4

6	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 6.	5	4
4-6	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Напружено-деформований стан».	3	7
4-6	Підготовка до тестування.	3	7
7	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 7, підготовка до виконання та захисту ЛР4.	3	4
8	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 8, підготовка до виконання та захисту ЛР5.	3	4
9	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 9.	5	4
7-9	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Умови пластичності»	3	8
7-9	Підготовка до тестування.	3	8
10	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 10, підготовка до виконання та захисту ЛР6.	3	4
11	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 11.	4	4
12	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 12.	4	4
10-12	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Неоднорідність напруження і деформації»	5	8
10-12	Підготовка до тестування.	3	8
Разом		72	108

8. Види контролю і система накопичення балів

Поточний контроль здійснюється за тестовою методикою з отриманням бальних оцінок, які характеризують рівень засвоєння студентами теоретичного матеріалу, та бальною оцінкою якості виконання лабораторних робіт. Передбачено, що для модулів 1-2 значення максимальної рейтингової оцінки складає 60 балів. Підсумкова атестація – 40 балів. Навчальним планом підготовки з дисципліни «Теорія обробки металів тиском» передбачена така форма проведення підсумкового контролю як залік. Сумарний рейтинговий бал за період вивчення дисципліни «Теорія обробки металів тиском» у 6-му (7-му для заоч.ф.) семестрі складає 100 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти

Назва теми	Кількість балів
Модуль 1	
<i>Лабораторна робота 1.</i> Дослідження процесу затікання металу у щілинні отвору в умовах плоскої деформації (індивідуальне опитування).	5
<i>Лабораторна робота 2.</i> Визначення напруженого стану при пластичній деформації (індивідуальне опитування).	5
<i>Лабораторна робота 3.</i> Визначення деформованого стану при пластичній деформації (індивідуальне опитування).	5
Поточне тестування	15
Загальна кількість балів за розділом 1	30
Модуль 2	
<i>Лабораторна робота 4.</i> Вивчення особливостей плину металу в процесі пресування (індивідуальне опитування).	5
<i>Лабораторна робота 5.</i> Побудова кривої зміцнення (індивідуальне опитування).	5
<i>Лабораторна робота 6.</i> Визначення характерних зон деформації при осадці (індивідуальне опитування).	5
Поточне тестування	15

Загальна кількість балів за розділом 2	30
Всього за поточний контроль	60
Підсумковий контроль (екзамен)	40
Разом	100

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ НА ЛАБОРАТОРНИХ РОБОТАХ

Критерії комплексного оцінювання доводяться до студентів на початку викладання навчальної дисципліни.

За темою дисципліни бали отримуються за виконання практичних завдань та лабораторних робіт за підсумками індивідуального опитування. За індивідуальне опитування бали нараховуються за такою схемою:

5 балів – відповідь відзначається повнотою без допомоги викладача. Студент володіє узагальненими знаннями з предмета, аргументовано використовує їх, вміє застосовувати вивчений матеріал для внесення власних аргументованих суджень у практичній діяльності. Студент має системні, дієві здібності у навчальній діяльності, користується широким арсеналом засобів доказу своєї думки, вирішує складні проблемні завдання, вміє ставити і розв'язувати проблеми.

4 бала – відповідь повна, без допомоги викладача, але з деякими огріхами. Студент вільно володіє вивченим матеріалом, зокрема, застосовує його на практиці, вміє аналізувати і систематизувати наукову й методичну інформацію. Використовує загальновідомі докази у власній аргументації, здатний до самостійного опрацювання навчального матеріалу, виконує дослідницькі завдання.

3 бала – відповідь неповна з допомогою викладача. Студент володіє вивченим матеріалом, зокрема, застосовує його на практиці, вміє аналізувати і систематизувати наукову й методичну інформацію. Використовує загальновідомі докази у власній аргументації, здатний до самостійного опрацювання навчального матеріалу, виконує дослідницькі завдання, але потребує консультації викладача.

2 бала – відповідь відзначається фрагментарністю виконання, за консультацією викладача або під його керівництвом. Студент володіє навчальним матеріалом, виявляє здатність елементарно викласти думку. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, з допомогою викладача виконує елементарні завдання, здатний усно відтворити окремі частини теми, але відсутні сформовані уміння і навички.

1 бал – теоретичний зміст курсу засвоєно частково; необхідні практичні уміння роботи сформовані частково.

0 балів – теоретичний зміст курсу не засвоєно; необхідні практичні уміння роботи не сформовані.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ НА ПОТОЧНОМУ ТЕСТУВАННІ

Поточний контроль знань студентів відбувається у вигляді тестування. Всього передбачено 2 теста. Максимальна оцінка, яку студент може отримати по результатах виконання кожного тестування складає 15 балів.

Кожний тест завдання складається з 10 тестових запитань та 1 задачі. Тестове питання містить 4 відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне запитання студент отримує 1 бал. Таким чином, відповівши правильно на всі тестові запитання, студент може отримати 10 балів. Результат вирішення студентом задачі оцінюється так:

5 бали – студент правильно розв'язав задачу;

3-4 бали – студент розв'язав задачу з помилками, але зрозуміло, що він знає алгоритм вирішення задачі;

1-2 бали – студент правильно вписав формулу, за якою вирішується задача, та зробив спробу її вирішення, наприклад, виконав допоміжні розрахунки;

0 балів – студент не розв’язав задачу.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Максимальна оцінка, яку студент може отримати за підсумковий контроль, складає 40 балів. Підсумкова атестація відбувається у вигляді тестування за кожним розділом дисципліни. Всього передбачено 4 теста. Максимальна оцінка, яку студент може отримати по результатах виконання кожного тестування складає 10 балів.

Кожний тест завдання складається з 7 тестових запитань та 1 задачі. Тестове питання містить 4 відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне запитання студент отримує 1 бал. Таким чином, відповівши правильно на всі тестові запитання, студент може отримати 7 балів. Результат вирішення студентом задачі оцінюється так:

3 бали – студент правильно розв’язав задачу;

2 бали – студент розв’язав задачу з помилками, але зрозуміло, що він знає алгоритм вирішення задачі;

1 бал – студент правильно вписав формулу, за якою вирішується задача, та зробив спробу її вирішення, наприклад, виконав допоміжні розрахунки;

0 балів – студент не розв’язав задачу.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		ЕЕкзамен	ЗЗалік
A	90 – 100 (відмінно)	55 (відмінно)	ЗЗарховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)		

9. Рекомендована література

Основна:

1. Серєда Б.П., Белоконь Ю.О., Оніщенко А.М. Теорія обробки металів тиском : навч.-метод. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 132 с. – 21 прим. (взф – 1 прим., н.т.л. – 3 прим., уч. аб. – 15 прим., ч.з. №1 – 2 прим.).

2. Ніколаєв В.О. Теорія обробки металів тиском : навч. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2015. 112 с. – 2 прим. + ел. версія (віткз – 1 прим., ч.з. №1 – 1 прим.).

3. Серода Б.П., Белоконь Ю.О. Теорія процесів обробки металів тиском : метод. вказівки до лабораторних робіт. Запоріжжя : ЗДІА, 2010. 50 с. – 2 прим. + ел. версія (віткз – 1 прим., ч.з. №1 – 1 прим.).

4. Зиков Ю.С. Теорія обробки металів тиском : метод. вказівки до контрольних робіт. Запоріжжя : ЗДІА, 1997. 15 с. – 2 прим. (ч.з. №1 – 2 прим.).

5. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. Москва : Металлургия, 1978. 360 с. – 6 прим. (уч. аб. – 4 прим., ч.з. №1 – 2 прим.).

6. Евстратов В. А. Теория обработки металлов давлением : сборник задач и упражнений : учеб. пособие для вузов. Харьков : Вища школа, 1984. 104 с. – 3 прим. (взф – 1 прим., н.т.л. – 2 прим.).

Додаткова:

1. Данченко В.М., Грінкевич В.О., Головка О.М. Теорія процесів обробки металів тиском : підручник. Дніпропетровськ : Пороги, 2008. 370 с. ISBN 978-966-525-968-8.

2. Серода Б.П. Теорія будови рідкого, кристалічного та аморфного стану речовини : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 238 с. ISBN 978-966-7101-97-8. – 65 прим. (взф – 1 прим., н.т.л. – 4 прим., уч. аб. – 52 прим., ч.з. №1 – 2 прим.).

Інформаційні ресурси:

Бібліотека Придніпровського наукового Семінару «Обробка металів тиском» при Національній металургійній академії України [Електронний ресурс] – підручники, навчальні посібники, наукові статті. – 2018. – Режим доступу: <http://metal-forming.org/index.php/elibrary-omd>. – Дата доступу: 26.02. 2018. – Назва з екрана.

Погоджено
з навчальним відділом

« _____ » _____