

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра матеріалознавства і технології металів
Т81116

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор з науково-педагогічної роботи

Слобдян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Прикладне матеріалознавство

Applied materials science

рівень вищої освіти *другий (магістрський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Прикладне матеріалознавство» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 132 «Матеріалознавство» освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

"11" 04 2024 року. - 18 с.

Розробник: Дубовий О.М., докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри матеріалознавства і технології металів

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Прикладне матеріалознавство» *узгоджено з гарантом освітньої програми*

Гарант освітньої програми

«Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

докт. техн. наук, професор Дубовий О.М. Дубовий

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Прикладне матеріалознавство» *розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів*

Протокол № 7 від «14» 04 2024 р.

Завідувач кафедри Дубовий О.М. Дубовий

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Прикладне матеріалознавство» *розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту*

Протокол № 7 від «14» 04 2024 р.

/ Голова Бондаренко О.В. Бондаренко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Прикладне матеріалознавство» *погоджено з навчальним відділом*

Начальник відділу Лабарткава А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Прикладне матеріалознавство» *затверджена Навчально-методичною радою НУК*

Протокол № 4 від «29» 05 2024 р.

Голова НМР НУК Слободян С.О. Слободян

© НУК, 2024

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	12
7. Форми поточного та підсумкового контролю	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання	14
9. Засоби навчання	17
10. Рекомендовані джерела інформації	17

ВСТУП

Анотація

Освітньою програмою «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» підготовки магістрів передбачено формування у студентів системи знань щодо для обґрунтованого вибору матеріалу і способу обробки деталей в цілому або їх поверхні для досягнення високої конструкційної міцності, зносостійкості, що забезпечує підвищення надійності та довговічності виробів при одночасному зниженні металомісткості, шляхом здрібнення і наноструктурування включно. Програма передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання прикладних задач з розробки нових та удосконалення існуючих матеріалів і покриттів.

Ключові слова: фізико-механічні властивості, довговічність, конструктивна міцність, зносостійкість, наноструктурування поверхні, поверхневе зміцнення.

Annotation

The educational program «Composite and powder materials, coatings» of master's training provides students with the formation of a system of knowledge regarding the justified choice of material and the method of processing parts as a whole or their surface to achieve high structural strength, wear resistance, which ensures an increase in the reliability and durability of products while simultaneously reducing metal content, including grinding and nanostructuring. The program provides for the comprehensive application of the acquired competencies to solve applied problems in the development of new and improvement of existing materials and coatings.

Key words: physical and mechanical properties, durability, structural strength, wear resistance, nanostructuring of the surface, surface strengthening.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників		Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
			денна форма навчання		
Кількість кредитів – 6		Галузь знань 13 - Механічна інженерія	Обов'язкова		
Модулів – 2			Рік підготовки:		
Змістових модулів – 2			1-й		
Електронний адрес РПНД на сайті Університету		Спеціальність 132 – Матеріалознавство Освітня програма Композиційні та порошкові матеріали, покриття	Семестр		
			1-й		
			Лекцій		
30 год.					
Практичні					
-					
Лабораторні					
30 год.					
Індивідуальне науково-дослідне завдання: курсова робота			Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 8.	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота
90 год.					
Індивідуальні завдання: курсова робота - 90 год.					
Вид контролю:					
екзамен					
Загальна кількість годин 180			Форма контролю: комбінована		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Прикладне матеріалознавство» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

1. СК 1. Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.

2. СК 5. Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробках (або у виробничих умовах).

3. СК 9. Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.

4. СК. 11. Здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є знання з дисциплін фізика, хімія.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

1. ПРН 2. Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі.

2. ПРН 11. Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства

3. ПРН 17. Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

4. ПРН 19. Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Вступ . Властивості матеріалів. Довговічність та основні напрямки підвищення міцності матеріалів.

Тема 1. Вступ. Класифікація матеріалів. Механічні властивості матеріалів [1], с.10-18; [2], с.12-31; [4], с. 85-92; [9] с.5-38.

Тема 2. Залежність міцності від тривалості випробування. Повзучість, довговічність та основні напрями підвищення міцності матеріалів [1], с.262-264; [2] с.31-38.

Тема 3. Зносостійкість деталей і пар тертя. Ефект беззношуваності [1], 165-166; [2] с.38-45.

Тема 4. Конструктивна міцність. Зв'язок між властивостями матеріалів. Фактори, які впливають на механічні властивості матеріалів [2], с.46-48; 67-95.

Тема 5. Сучасні методи поверхневого зміцнення деталей машин [1], с. 234-235; 236-238; [2], с.219-246; [8] с.203-215.

Змістовий модуль 2. Формування здрібненої та нанорозмірної полігонізаційної субструктури. Матеріали з особливим структурним станом. Основи вибору матеріалів для деталей і конструкцій.

Тема 6. Термомеханічна обробка заготовок деталей машин [2], с.211-215; [8], с.199-201.

Тема 7. Формування здрібненої та нанорозмірної полігонізаційної субструктури передрекристалізаційною термічною обробкою [6], с.209-243; [10], с.134-140; [3], с. 71-76.

Тема 8. Матеріали з особливим структурним станом. Основи вибору матеріалів та термічної обробки [2], с.333-338; 413-443; [7], с.94-139; [9], с.46-48.

Модуль 2

Курсова робота

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л.р.	п.р.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Вступ . Властивості матеріалів. Довговічність та основні напрямки підвищення міцності матеріалів.					
Тема 1. Вступ. Класифікація матеріалів. Механічні властивості матеріалів.	10	4	4	-	2
Тема 2. Залежність міцності від тривалості випробування. Повзучість, довговічність та основні напрями підвищення міцності матеріалів.	10	4	4	-	2
Тема 3. Зносостійкість деталей і пар тертя. Ефект беззношуваності.	6	2	2	-	2
Тема 4. Конструктивна міцність. Зв'язок між властивостями матеріалів. Фактори, які впливають на механічні властивості матеріалів.	10	4	4	-	2
Тема 5. Сучасні методи поверхневого зміцнення деталей машин.	9	2	4	-	3
Разом за змістовим модулем 1	45	16	18	-	11
Змістовий модуль 2. Формування здрібненої та нанорозмірної полігонізаційної субструктури. Матеріали з особливим структурним станом. Основи вибору матеріалів для деталей і конструкцій.					
Тема 6. Термомеханічна обробка заготовок деталей машин.	15	4	4	-	7
Тема 7. Формування здрібненої та нанорозмірної полігонізаційної субструктури передрекристаліза.	15	4	4	-	7
Тема 8. Матеріали з особливим структурним станом. Основи вибору матеріалів та термічної обробки.	15	4	4	-	7
Разом за змістовим модулем 2	45	12	12	-	21

Модуль 2					
Курсова робота	90	-	-	-	90
Всього годин	180	30	30	-	180

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення твердості і мікротвердості матеріалів та напилених покриттів	4
2	Дослідження будови втомлених зламів	4
3	Дослідження зносостійкості матеріалів	4
4	Вплив термомеханічної обробки на властивості сталей	2
5	Дослідження методів поверхневого зміцнення металів та сплавів	4
6	Дослідження впливу передрекристалізаційної термічної обробки на твердість чистих металів	4
7	Дослідження впливу передрекристалізаційної термічної обробки на твердість сталей	4
8	Дослідження впливу передрекристалізаційної термічної обробки на твердість напилених покриттів	4
	Разом	30

Самостійна робота

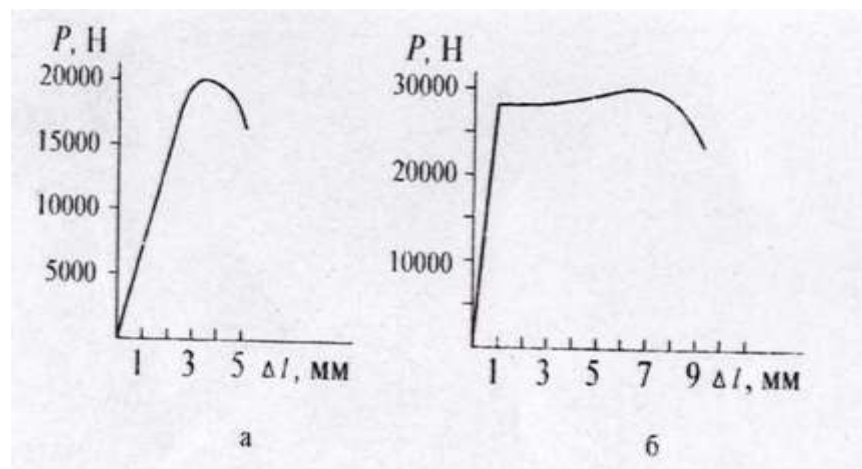
Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	15
2	Підготовка до практичних робіт	підготовка до лабораторних та практичних робіт – до 2 год. на 1 роб.	15

3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 год. на 1 захід	45
4	Підготовка до екзамену		15
5	Курсова робота		90
	Разом		180

Курсова робота Завдання (приклад)

1. При випробуваннях на розтяг зразку сталі отримана діаграма $P = f(\Delta l)$. Розрахуйте, користуючись діаграмою, показники σ_B , $\sigma_{0,2}$ (σ_T), δ , ψ . Дайте визначення кожному із них. Запропонуйте види термічної обробки для підвищення міцності, пластичності сталі.



Вихідні дані:

$$d_0 = 5,85 \text{ мм}, \ell_0 = 30 \text{ мм}, d_k = 4,2 \text{ мм}$$

2. За результатами рішення завдання 1 оцініть твердість сталі та можливість застосування її для виготовлення стамески для обробки деревини.

3. Які процеси гальмують (утруднюють) полігонізацію?

4. Коротко наведіть загальні принципи вибору матеріалу для деталей машин. Виберіть матеріал і призначте термічну обробку заданої деталі.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання, які використовуються для засвоєння програмного матеріалу та активізації навчального процесу:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- ілюстрування - показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

- відеометод - використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

- практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- комплексний іспит;
- стандартизовані тести.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчальної дисципліни включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний іспит, залік дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного заліку набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних або практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна, практична робота

Бал	Критерії оцінювання
3	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи розрахунків та аналізу результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
2	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; проводить обробку отриманих результатів; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
1	Робота виконана з порушенням терміну. Студент виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Курсова робота

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і

		рекомендації.
	15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями;
	10	ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість
	5	ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	довідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	студент невпорядковано викладає основні

		результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів									
Виконання лабораторних робіт	8 роб. × 3 балів = 24 балів									
Поточний модульний контроль	2 МКР × 18 балів = 36 балів									
Всього	60									

Підсумковий контроль Тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Усна відповідь (1 питання - 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
10	Студент вільно володіє матеріалом, знає будову, властивості матеріалів, процеси деформування, руйнування та рекристалізації; основні напрями підвищення міцності матеріалів; зв'язок між властивостями матеріалів; фактори, які впливають на механічні властивості матеріалів; сучасні методи поверхневого зміцнення деталей машин; методи формування здрібненої та нанорозмірної полігонізаційної субструктури; матеріали з особливим структурним станом; основи вибору матеріалів для деталей і конструкцій.
8	Студент знає будову, властивості матеріалів, процеси деформування, руйнування та рекристалізації; основні напрями підвищення міцності матеріалів; зв'язок між властивостями матеріалів; фактори, які впливають на механічні властивості матеріалів; сучасні методи поверхневого зміцнення деталей машин; методи формування здрібненої та нанорозмірної полігонізаційної субструктури; матеріали з особливим структурним станом; основи вибору матеріалів для деталей і конструкцій.
6	Студент знає будову, властивості матеріалів, процеси деформування, руйнування та рекристалізації; основні напрями підвищення міцності матеріалів; зв'язок між властивостями матеріалів; фактори, які впливають на механічні властивості матеріалів. Має уявлення про сучасні методи поверхневого зміцнення деталей машин; методи формування здрібненої та нанорозмірної полігонізаційної субструктури; матеріали з особливим структурним станом; основи вибору матеріалів для деталей і конструкцій.
4	Студент має уявлення про будову, властивості матеріалів, основні напрями підвищення міцності матеріалів; про сучасні методи поверхневого зміцнення деталей машин; методи формування здрібненої та нанорозмірної полігонізаційної субструктури; матеріали з особливим структурним станом; основи вибору матеріалів для деталей і конструкцій.
2	Студент має уявлення про будову, властивості матеріалів, конструктивну міцність, наноструктурний стан матеріалів та орієнтується в питаннях вибору матеріалів для деталей та конструкцій
0	Студент не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота № 1	3
	T2	Лабораторна робота № 2	3
	T3	Лабораторна робота № 3	3
	T4	Лабораторна робота № 4	3
	T5	Лабораторна робота № 5	3
ПМК		Тест № 1	18
ЗМ 2	T6	Лабораторна робота № 5	3
	T7	Лабораторна робота № 6	3
	T8	Лабораторна робота № 7	3
ПМК		Тест № 2	18
Підсумковий контроль		Екзамен, в т.ч.	40
		Тестування	10
		Усна відповідь	30
Сума			100

9. Засоби навчання

Для засвоєння дисципліни застосовуються:

- конспект лекцій (електронний ресурс);
- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (електронний ресурс);
- електронний каталог мікроструктур;
- демонстраційні стенди, плакати, відеофільми.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Інженерне матеріалознавство: Підручник / О.М. Дубовий, Ю.О. Казимиренко, Н.Ю. Лебедєва, С.М. Самохін. – Миколаїв: НУК, 2009. – 444с.

2. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешаков Е.І. Матеріалознавство: Підручник / За ред. проф. С.С. Дяченко. – Харків: ХНАДУ, 2007. – 440 с.

3. Металознавство: Підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. – К.: ІВЦ “Політехніка”, 2001. – 375 с.

4. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Навч. посібник для вузів. У 2-х кн. Кн. 1. – Львів: Видавництво «Папуга», 2003. – 204 с.

5. О.М. Дубовий, Н.Ю. Лебедева Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Прикладне матеріалознавство». Миколаїв: НУК, 2017. – 20 с.

Допоміжна література

6. Дубовий О.М. Формування нанорозмірної полігонізаційної субструктури та її вплив на фізико-механічні властивості металів, стопів і напилених покриттів. О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, О.О. Жданов, Т.О. Макруха, Ю.Є. Неделько// Металлофізика и новейшие технологии – том 32, №2, лютий 2017 с. 209-243.

7. «Технологія газотермічного і вакуумно-кондесацийного нанесення покриттів» Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Бобров М.М. українською та англійською мовами. 2018.- 236 с. 2. Підвищення фізико-механічних властивостей металів і сплавів та напилених покриттів формуванням полігонізаційної наномасштабної субструктури: монографія / О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, Т.О. Макруха. – Миколаїв: НУК, 2023. – 193 с.

8. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів. Підручник, - Львів: Афіша, 2002. – 304 с

9. Технологія газотермічного і вакуумно-кондесацийного нанесення покриттів/ О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, М.М. Бобров. - Підручник-Миколаїв, 2018-202с.

Інформаційні ресурси в інтернет

[http:// nuos. edu. ua](http://nuos.edu.ua)