

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Кафедра технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
конструювання та дизайну



Зіновій РУЖИЛО
_____ 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри ТКМіМ


Протокол № 15 від "10" 05 2023 р.

Завідувач кафедри
Костянтин ЛОПАТЬКО

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП

«Технічний сервіс машин та обладнання
сільськогосподарського виробництва»

 Андрій НОВИЦЬКИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
**Матеріалознавство та експлуатаційні
властивості**

Освітня програма – «Технічний сервіс машин та обладнання
сільськогосподарського виробництва»

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Факультет конструювання та дизайну

Розробники: Олександр СЕМЕНОВСЬКИЙ, к.т.н., доцент

Олена МИХНЯН, к.т.н., асистент

Катерина КВАСНИЦЬКА, асистент

Київ – 2023 р.

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Кафедра технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету
конструювання та дизайну

_____ Зіновій РУЖИЛО
“ ____ ” _____ 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри ТКМіМ
Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 2023 р.

Завідувач кафедри
_____ Костянтин ЛОПАТЬКО

«РОЗГЛЯНУТО»
Гарант ОП
«Технічний сервіс машин та обладнання
сільськогосподарського виробництва»

_____ Андрій НОВИЦЬКИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Матеріалознавство та експлуатаційні
властивості

Освітня програма – «Технічний сервіс машин та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»
Факультет конструювання та дизайну

Розробники: Олександр СЕМЕНОВСЬКИЙ, к.т.н., доцент
Олена МИХНЯН, к.т.н., асистент
Катерина КВАСНИЦЬКА, асистент

Київ – 2023 р.

Опис навчальної дисципліни

«МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ»

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітнього ступеня	Магістр	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	133-Галузеве машинобудування	
Спеціалізація	-	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>Вибіркова</i>	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	-
Семестр	2	-
Лекційні заняття	<i>16 год.</i>	-
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	<i>14 год.</i>	-
Самостійна робота	<i>90 год.</i>	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>2 год.</i>	-

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Загальну технологічну підготовку майбутніх конструкторів у ВНЗ України забезпечує курс: «Матеріалознавство та експлуатаційні властивості», який забезпечує підготовку фахівців, що здатні розв'язувати складні практичні задачі в галузі матеріалознавства у сфері інженерії, здійснювати професійну діяльність в напрямку застосування матеріалів для машин та механізмів.

1.1 Мета – вивчення фізичних, хімічних, механічних, структурних та експлуатаційних властивостей матеріалів, впливу різноманітних умов на їх

функціональні властивості, а також технологій виготовлення, обробки та використання виробів з них.

1.2. Завдання вивчення дисципліни

- вивчення властивостей та складу матеріалів, їх експлуатаційних характеристик, технологій виготовлення та обробки деталей, методів прогнозування, теоретичних та експериментальних методів матеріалознавчих досліджень.
- дослідження експлуатаційних властивостей готових виробів, набуття знань щодо створення нових матеріалів і технологій для покращення характеристик матеріалів, включно з вивченням основ термічної, термомеханічної, хіміко-термічної обробок, легування, модифікування та інших методів і технологій впливу на структуру і властивості деталей та механізмів з них.
- формування і набуття компетентностей для професійної діяльності в галузі матеріалознавства, інженерії матеріалів, що пов'язані зі структурою, складом, експлуатаційними властивостями, виготовленням, дослідженням та створенням нових матеріалів для подальшого використання в сфері сільськогосподарських машин та обладнання.

За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен оволодіти компетентностями:

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають дослідження та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов та вимог.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

СК1. Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

СК2. Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку.

СК3. Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії.

СК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

СК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

Програмні результати навчання:

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

РН6. Відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

РН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби галузевого машинобудування протягом життєвого циклу.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної форми навчання студентів 1 року навчання 2 семестр 2023/2024 навчального року

–

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	ти жн і	всього го	у тому числі					всього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Змістовий модуль 1. Класифікація і будова конструкційних матеріалів													
Тема 1. Класифікація конструкційних матеріалів, як твердих тіл	1-2		2	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Взаємозв'язок між властивостям та основні компоненти конструкційних матеріалів	3-4		2	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-

Тема 3. Будова твердого тіла	5-6		2		2		-						
Тема 4. Основні компоненти конструкційних матеріалів	7-8		2		2		15						
Разом за змістовим модулем 1			4	-	4	-	45	-	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Дослідження експлуатаційних властивостей матеріалів													
Тема 5. Методи вивчення твердого тіла та взаємодії між компонентами на властивості конструкційних матеріалів	9-10		2	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Дослідження експлуатаційних властивостей матеріалів та підвищення ресурсу роботи деталей	11-12		2	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-
Тема 7. Основи наукових досліджень експлуатаційних властивостей конструкційних матеріалів	13-14		2	-	2		15						
Тема 8. Технологічні методи підвищення рівня надійності та ресурсу роботи деталей	15		2	-	-		-						
Разом за змістовим модулем 2			8	-	6	-	45	-	-	-	-	-	-
Усього годин	120		16	-	14	-	90	-	-	-	-	-	-

3. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Класифікація конструкційних матеріалів, як твердих тіл	2
2	Взаємозв'язок між фізико-механічними, технологічними та експлуатаційними властивостями	2
3	Будова твердого тіла	2
4	Основні компоненти конструкційних матеріалів	2
5	Вплив видів взаємодії між компонентами на властивості конструкційних матеріалів	2
6	Методи вивчення внутрішньої будови твердих тіл	2
7	Основи наукових досліджень експлуатаційних властивостей конструкційних матеріалів	2
8	Технологічні методи підвищення рівня надійності та ресурсу роботи деталей	2

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення фізичних основ спектрального аналізу	
2	Вивчення сучасних методів визначення характеристик твердості матеріалів..	2
3	Дослідження мікротвердості структурних складових та окремих компонентів твердих тіл	2
4	Вивчення методики визначення об'ємної твердості матеріалів	2
5	Визначення коефіцієнтів тертя ковзання матеріалів.	2
5	Дослідження абразивної зносостійкості матеріалів	2
6	Вивчення впливу фінішних методів обробки на шорсткість поверхонь	2
7	Аналіз технологічних методів підвищення експлуатаційних властивостей деталей	2

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вивчення полі та монокристалічної будови твердих тіл. Пояснити, як це впливає на прозорість, навести приклади	15
2.	Провести аналіз методик визначення механічних властивостей крупно габаритних деталей. Навести приклади	15
3.	Вивчити, що впливає на спектр випромінювання хімічних елементів	15
4.	Особливості методики визначення коефіцієнта кочення.	15

	Одиниці вимірювання.	
5.	Характеристики контактної втомної міцності матеріалів. Для яких деталей характерний такий вид зношування?	15
6.	Навести технології фізико-хімічних методів обробки. Для яких матеріалів вони застосовуються?	15
Разом		90

6. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Основні види зношування поверхонь деталей.
2. В чому різниця між ресурсом роботи та надійністю машин та механізмів
3. В чому різниця між тертям кочення та тертям ковзання?
4. Якими методами підвищують ресурс роботи пар тертя при наявності абразиву?
5. Назвіть основні сплави , що використовуються в машинобудуванні. Їх властивості.
6. В чому різниця між аморфною та кристалічною будовою твердих тіл.
7. Назвіть основні компоненти сплавів.
8. Які компоненти входять до складу твердих сплавів.
9. Поясніть принцип спектрального аналізу
10. Назвіть основні методи вимірювання твердості матеріалів.
11. Чому визначення твердості в машинобудуванні найбільш поширений метод визначення механічних властивостей.
12. З яких матеріалів можна виготовити бриліант?
13. Що таке ізотропність, як її досягають?
14. В яких випадках корисна анізотропія властивостей?
15. Для яких деталей необхідна властивість – контактна втомна міцність?
16. Основні технології фінішної обробки, що знижують шорсткість поверхні.
17. Способи заміни зовнішнього тертя на внутрішнє в деталях машин.
18. В чому різниця між металевими та неметалевими матеріалами.
19. Технології, що підвищують рівень експлуатаційних властивостей металевих сплавів.
20. Принцип роботи твердомірів Польді та Шора.
21. Для яких матеріалів застосовують ультразвукові методи обробки?
22. В чому суть променевих методів . Їх види.
23. На якому явищі базуються технології електроерозійної обробки?
24. В яких одиницях вимірюється коефіцієнт тертя кочення?
25. Як визначається абразивна стійкість матеріалів?
26. Опишіть методику визначення коефіцієнта тертя ковзання.
27. Якою фінішною операцією забезпечується стійкість колінчастого вала?

28. Суть операції хонінгування гільз автотракторних двигунів.
29. Для чого застосовують гумометалеві шарніри?
30. Приклади вузлів де використовують гумометалеві шарніри.
31. Які основні галузі застосування виробів порошкової металургії.
32. Опишіть методику визначення мікротвердості.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

Екзаменаційні запитання	
1.	В чому різниця між тертям кочення та тертям ковзання?
2.	Якими методами підвищують ресурс роботи пар тертя при наявності абразиву?
Тестові завдання різних типів	
1. В чому різниця між анізотропією та ізотропією?	
<i>(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією фразою)</i>	
2. Назвіть основні види фінішних операцій	
1.	Копіювання
2.	Хонінгування
3.	Суперфінішування
4.	Обкочування
3. Яка з представлених залежностей використовується для визначення шорсткості?	
1	$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l y(x) dx$, або $R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i $,
2	$\omega(t) = \frac{m_{cep}(t + \Delta t) - m_{cep}(\Delta t)}{\Delta t}$
3	$P_c(t) = \sum_{i=1}^k P_i(t)$
4	$\lambda_i = \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}$
5	$\mu_i = \frac{1}{t_{Bi}}$,
4. Який вміст вуглецю в сталі?	
<i>(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь одним словом)</i>	
5. Об'ємне штампування – це вид обробки, при якому ..	
нагріта заготовка витискається із замкненої порожнини крізь отвір у матриці;	
заготовка обтискується двома обертовими валками прокатного стану;	
вся заготовка одночасно деформується в спеціальному інструменті, форма та розміри цього інструмента визначають конфігурацію і розміри заготовок;	
нагріта заготовка деформується між верхнім і нижнім бойками молота або преса за допомогою універсального інструменту.	
6. Розділіть сплави відповідно з видом технології отримання заготовок	
КЧ-44	А Ливарний сплав
СЧ-26	Б Порошкова металургія

T15K10	В	Твердий сплав
ВК8	Г	
7. Назвіть основні види променевої обробки		
<i>(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь двома словами)</i>		
8. РОЗДІЛІТЬ ГАЗОВІ СЕРЕДОВИЩА ВІДПОВІДНО ЗАСТОСУВАННЮ		
Захисні атмосфери	А	Аргон
Горючі гази	Б	Вуглекислий газ
	В	Ацетилен
	Г	Природний газ
9. Яка оптимальна температура заливання форм розплавом для виливків із:		
1	Сталі;	А. 690-730 °С;
2	Чавуну;	В. 1050-1200 °С;
3	Бронзи;	С. 1220-1400 °С;
4	Силуміну	Д. 1390-1550 °С
10. Електроконтактне нагрівання заготовок ґрунтується на ...		
1	законі Джоуля-Ленца (виділення теплоти при проходженні струму);	
2	появі в заготовці змінних струмів при розміщенні заготовки в змінному електромагнітному полі.	
3	нагріванні газовим пальником	

7. Методи навчання.

- Словесні: лекції;
- Наочні: слайди, відео, наочний матеріал (деталі, схеми, стенди, верстати, прилади, термічне обладнання).

Практичні:

- лабораторні роботи;
- самостійна робота.

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

Пояснювально-ілюстративний метод. Студенти здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

Репродуктивний метод. Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам - в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

Метод проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть - в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, - перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

8. Форми контролю:

- контрольна робота;
- модульна контрольна робота;
- екзамен.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60% питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі

запитання дає не обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

- 9. Розподіл балів, які отримують** здобувача вищої освіти. Оцінювання здобувача вищої освіти відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 26.04.2023 р. протокол № 10 з табл. 1.

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Студент повинен здавати усі роботи в заплановані терміни до закінчення вивчення поточного модуля. Роботи, що здаються з порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульної контрольної роботи відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний) і дозволяється в термін до закінчення наступного модуля).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування, використанні мобільних девайсів, додаткової літератури під час модульних контрольних робіт, заліків та екзаменів заборонено. Письмові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.
Політика щодо відвідування:	Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим для всіх студентів. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись згідно з індивідуальним навчальним планом, затвердженим у визначеному порядку. Пропущені лекції, після їх опрацювання здобувачем вищої освіти, відпрацьовуються у вигляді співбесіди з викладачем або в он-лайн формі. Пропущені лабораторні заняття відпрацьовуються студентами в лабораторії кафедри.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

10. . Методичне забезпечення.

- методичні вказівки для виконання лабораторних робіт;
- стенди, плакати;
- вимірювальне обладнання та пристосування для верстатів
- прилади, мікроскопи, комп'ютери з програмним забезпеченням для оброблення результатів .

11. Рекомендована література

– основна:

1. В.С. ЛУКАЧ, В.І. ВАСИЛЮК, В.І. ХРОПОСТ «Експлуатація машин і обладнання в рослинництві» Навчальний посібник Ніжин ПП Лисенко М.М. 2023 С.123.
2. Бодрова Л.Г. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, розділ Матеріалознавство: Навчальний посібник / Л.Г. Бодрова, Г.М. Крамар, Я.О. Ковальчук, І.В. Коваль – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. – 157 с.
3. Матеріалознавство : навч. посіб. / В.І. Бузило, В.П. Сердюк, А.В. Яворський, О.А. Гайдай / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 243 с .
4. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Лабораторний практикум: посібник для вищих навчальних закладів III-V рівнів акредитації/ Авт. колектив: Опальчук А.С., Котречко О.О., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є., Роговський І.Л. 428 с. 2015 р. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u132/navchal_posibnik_tkm_15.pdf
5. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Підручник (Гриф надано Міністерством освіти і науки України, лист №1/11-9794 від 10.06.2013р.)/Опальчук А.С., Афтандіянц Є.Г., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є // Ніжин, ПП Лисенко М.М, 2013.
6. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів : підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. – 2-е вид. перероб. і доп. – Львів : Новий світ-2000, 2011. – 422 с.

– додаткова:

1. Фришев С.Г., Білокобила Є.Ю. Вантажне перевезення. Ніжин ПП Лисенко М.М. 2019 С.277.
2. Основи механіки руйнування: навч.посіб. / В.С. Майборода, М.М. Бобіна , Т.В.Лоскутова та ін. – К.:НТУУ «КПІ», 2010, - 124 с.
3. Фірстов С.О. Матеріалознавство на атомному рівні / С.О. Фірстов. – К.:Наука і культура, вип.34, 2008. С.140-155.
4. Якимов А.А. Технологічні основи забезпечення та стабілізації якості поверхневого шару при шліфуванні зубчастих коліс / О.О. Якимів. - Одеса: ОПІ, 2003. - 456 с.
5. Надтверді матеріали. Отримання та застосування: в 6 т. / За загальною ред. Н. В. Новікова. - Т. 5: Обробка матеріалів лезовим інструментом / За ред. С. А. Клименко. - Київ: ІСМ ім. В. Н. Бакуля, ІСЦ «АЛКОН» НАНУ, 2006. -316 с.
6. Внуков Ю.М. Аналіз особливостей різних підходів при аналітичному розрахунку сил різання / Ю.М.Внуков, А.Г., Саржинська // Сучасні технології
7. машинобудування. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – №1. - 540 с.

8. А.А. Адамовський, О.Д. Костенко, В.Т. Варченко. Триботехнічні характеристики надтвердих матеріалів на основі кубічного нітриду бору / Адгезія розплавів і пайка матеріалів. № 48 2015 р. С. 108.
9. <http://www.materials.kiev.ua/article/1877>
10. [upload/11/other/1_6.pdf](#)