

Форма № 4

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва

(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор (перший проректор)

_____ В.Г. Прушківський

“ _____ ” _____ 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Термічні методи підвищення строку служби вузлів тертя

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) "Технології та устаткування зварювання",

"Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій"

(назва спеціалізації) інститут, факультет Фізико-технічний ін-т ЗНТУ, Інженерно-

фізичний фак-т

(назва інституту, факультету)

мова навчання – українська

Робоча програма «Термічні методи підвищення строку служби вузлів тертя» для студентів
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальності 131 Прикладна механіка

Освітня програма (спеціалізація) «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» .

(назва спеціалізації)

„___” _____, 2018 року - 19 с.

Розробники: Бриков М.Н., професор, доктор технічн. наук, Ситников М.М., доцент, канд. технічн. наук.

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Обладнання та технології зварювального виробництва

Протокол від “___” _____ 2018 року № ___

_____ (О.В.Овчинников)

“___” _____ 2018 року

Схвалено науково-методичною комісією Інженерно-фізичного факультету

Протокол від. “___” _____ 2018 року № ___

“___” _____ 2018 року Голова _____ (О.В.Климов)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*

“___” _____ 2018 року Керівник групи _____

*Якщо дисципліна викладається невідпусковою кафедрою

_____, 2018 рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 13 Механічна інженерія <hr style="width: 50%; margin: 0 auto; border: 0.5px solid black;"/> <small>(шифр і назва)</small>	вибіркова	
Модулів – 2	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) <u>131 "Прикладна механіка"</u> освітня програма: <u>"Технології та устаткування зварювання"</u> , <u>"Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій"</u> <small>(код і назва) програма, спеціалізація</small> <hr style="width: 50%; margin: 0 auto; border: 0.5px solid black;"/> <small>(код і назва)</small>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання ____ - <small>(назва)</small>		Семестр	
Загальна кількість годин - 90		2-й	2-й
	Лекції		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента - 4	Освітній ступінь: магістр	14 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		14 год.	2 год.
		Самостійна робота	
		62 год.	84 год.
Індивідуальні завдання: год.			
Вид контролю: екзамен			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,45 (28/62)

для заочної форми навчання – 0,07 (6/84)

1. Мета навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів базових теоретичних знань і практичних навичок по термічним методам підвищення строку служби вузлів третя, використанню термічних методів підвищення строку служби деталей машин поруч з методами зварювання та наплавлення деталей, використанню технологій з повною відсутністю електродних та інших матеріалів за рахунок перебудови структури основного матеріалу деталей вузлів третя.

Завдання: опанування теоретичних основ і механізму зношування, опанування теоретичних знань і практичних навичок загального технологічного процесу термічних методів підвищення терміну роботи вузлів третя шляхом термічної обробки. Отримання студентами знань про збільшення терміну роботи деталей машин за допомогою зміцнення структури поверхні третя при термічній обробці деталей вузлів третя.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

КЗН-1 Здатність визначати актуальні напрямки інноваційної діяльності;

КІ-1 Здатність до оптимального вибору та ефективного використання засобів дослідницької діяльності;

КІ-2 Здатність використовувати сучасні інформативні технології у зварюванні та нанесенні покриттів.

фахові компетентності:

КСП-1 Здатність використовувати сучасні засоби проектування технологій та устаткування для застосування в процесах зміцнення поверхні вузлів третя.

КСП-2 Здатність використовувати сучасні уявлення про методологію

Оцінювання характеру і механізму зношення робочих поверхень вузлів третя.

КСП-3 Здатність розробляти сучасні технологічні процеси підвищення терміну служби вузлів третя.

КСП-4 Здатність використовувати сучасні уявлення про методологію модернізації технологій та технологічного оснащення термічних методів обробки поверхні вузлів третя деталей машин.

КСП-5 Здатність розробляти інноваційні технологічні процеси зміцнення шляхом термічної обробки поверхень вузлів третя деталей машин.

КСП-6 Здатність створювати інноваційні рішення технічних проблем в галузі термічних методів підвищення строку служби вузлів третя.

очікувані програмні результати навчання:

01.ПФ.Д.04.ПР.О.11 Використовуючи знання з вимог до технологій інноваційного характеру, за допомогою методик проектування

технологічного процесу термічної обробки модернізувати технологічне оснащення для реалізації технологій інноваційного характеру;

02.ПФ.Д.04.ПР.О.07 Використовуючи знання з вимог до технологій інноваційного характеру, за допомогою методик проектування технологічних процесів розробляти технології зміцнення поверхень третя інноваційного характеру;

03.ПФ.Д.01.ПР.О.01 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою джерел з науково-технічної інформації проводити аналіз сучасного стану науково-технічної проблеми;

03.ПФ.Д.01.ПР.О.04 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою результатів наукових досліджень рекомендувати шляхи вирішення науково-технічної проблеми;

03.ПФ.Д.02.ПР.О.05 Використовуючи знання з побудови технологічних процесів, за допомогою джерел з науково-технічної інформації визначати можливі шляхи інноваційного характеру для удосконалення технологій термічних методів зміцнення поверхні третя вузлів деталей машин.

03.ПФ.Д.02.ПР.О.06 Використовуючи знання з технології термічних методів, за допомогою визначених можливих шляхів інноваційного характеру створювати методологію встановлення критеріїв інноваційності науково-технічного рішення;

03.ПФ.Д.02.ПР.О.07 Використовуючи знання з основ наукових досліджень, за допомогою встановлених критеріїв інноваційності приймати науково-технічне рішення з удосконалення технологій зміцнення поверхонь третя деталей машин;

03.ПФ.Д.03.ПР.О.08 Використовуючи знання з технології підвищення термінів служби деталей машин, за допомогою нормативної та технологічної документації, сучасних засобів автоматичного проектування технологічних процесів, проектувати технологічний процес термічного зміцнення поверхонь третя вузлів деталей машин інноваційного характеру;

03.ПФ.Д.03.ПР.О.09 Використовуючи знання з шляхів модернізації технологічного оснащення, за допомогою критеріїв інноваційності науково-технічного рішення, сучасних засобів автоматичного проектування розробляти засоби технологічного оснащення для реалізації технологій інноваційного характеру;

04.ПФ.Д.02.ПР.О.04 Використовуючи знання з проектування технологічних процесів відновлення деталей та виробів, за допомогою техніко-економічних норм на технологічні операції обирати оптимальний варіант інженерного рішення;

2.Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Предмет і задачі курсу. Теоретичні основи відновлення та зміцнення вузлів тертя.

Основні терміни і поняття

Основні шляхи збільшення зносостійкості та корозійної стійкості робочих поверхень деталей машин. Зношування, знос, зносостійкість: терміни, визначення, деякі зауваження. Класи зносостійкості. Інтенсивність зношування матеріалів різних класів зносостійкості. Принцип підвищення зносостійкості за рахунок переходу в інший клас. Уявлення Костецького, Крагельського і Тененбаума про механізми зношування і методи підвищення зносостійкості. Втома як універсальний механізм механічного зношування. Окислювальний знос, як універсальний механізм корозійно-механічного зношування.

1.1 Основні шляхи збільшення зносостійкості та корозійної стійкості робочих поверхень деталей машин

1.2. Вплив термічних методів обробки на збільшення надійності та довговічності вузлів тертя;

1.3. Класифікація термічних методів та видів відновлення та зміцнення деталей машин.

Література: 1, 2, 3, 4, 9

Тема 2. Механізми руйнування. Загальний технологічний процес відновлення деталей машин, які швидко зношуються.

Основні терміни і поняття

Механізм втомного руйнування. Малоциклова та багатоциклова втома. Опірність матеріалів втомі. Методи випробувань матеріалів на опірність втомному руйнуванню. Термічні методи підвищення опірності матеріалів втомному руйнуванню. Механізм окислювального руйнування поверхні тертя. Залежність швидкості окислювального зношування від властивостей матеріалів і продуктів їх окислювання.

Література: 1, 2, 3, 5, 6, 17

2.1. Виробничий та технологічний процеси відновлення вузлів тертя;

2.1. Очищення поверхні деталей машин;

2.3. Дефектоскопія деталей машин;

2.4. Контроль якості відновлення деталей машин.

Література: 1, 2, 3, 5, 6, 17

Тема 3. Перетворення матеріалів у поверхневому шарі під час зношування в різних режимах. Технологічні методи, що використовуються для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.

Основні терміни і поняття

Стабільні і нестабільні структури. Залишковий аустеніт: умови утворення, особливості перетворень під час пластичної деформації, критичні температури.

3.1. Зварювання;

- 3.2. Наплавлення;
- 3.3. Наварювання;
- 3.4. Припікання;
- 3.5. Відновлення опорного катка гусеничного тракту бульдозерів заливанням рідким металом;
- 3.6. Пайка
- 3.7. Газо термічне напилення поверхні деталей, які зношуються
- 3.8. Збільшення терміну роботи вузлів тертя поверхнево-пластичним
- 3.9. Обробка поверхні вузлів тертя тиском;
- 3.10. Слюсарна обробка деформуванням поверхні деталей;
- 3.11. Зміцнення поверхні вузлів тертя обробкою різанням;
- 3.12. Лазерна та світло лучова обробка поверхні деталей;
- 3.13. Електрохімічна та електрофізична обробка.

Література: 7, 8, 13, 21, 22, 23

Змістовий модуль 2.

Тема 1. . Принципи вибору зносостійких матеріалів та їх термообробки для умов кавітаційного зношування.

Основні терміни і поняття

Підвищення зносостійкості деталей машин під час кавітаційного зношування. Зносостійкість стопів зі структурою нестабільного аустеніту при кавітаційному зношуванні.

Термічні методи зміцнення, збільшення терміну роботи та відновлення деталей машин.

- 1.1. Характеристика зносостійких матеріалів та вимоги до їх якості;
- 1.2. Класифікація зносостійких матеріалів, що використовуються при ремонті деталей машин;
- 1.3. Вимоги до захисних, захисних-декоративних та спеціальних покриттів;
- 1.4. Особливості підготовки деталей до термічної обробки
- 1.5. Нанесення стопів.

Література: 1, 9, 13, 24

Тема 2. Підвищення зносостійкості термічними методами під час кавітаційного зношування.

Основні терміни і поняття

Зносостійкість стопів зі структурою нестабільного аустеніту при кавітаційному зношуванні. Принципи вибору зносостійких матеріалів та їх термообробки для умов кавітаційного зношування.

Приклади підвищення зносостійкості деталей машин, які зазнають кавітаційного зношування.

Електрохімічні методи зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя.

2.1. Підготовка поверхні

2.2. Зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя хромом ;

2.3. Зміцнення та відновлення деталей нанесенням електролітичних покриттів.

Тема 3.Збільшення терміну роботи деталей вузлів тертя методами термічної,криогенної та хіміко-термічної обробки .

Основні терміни і поняття

Молольні тіла, їх різновиди і механізми руйнування під час експлуатації. Вимоги до матеріалу. Термічні методи забезпечення зносостійкості молольних тіл. Масштабний фактор. Технологічні прийоми забезпечення високої якості молольних тіл (Технології охолодження, самовідпуску). Сталі зниженої прогартовуваності. Їх використання для підвищення зносостійкості деталей машин.

Література: 1, 9, 13, 24

3.1.Використання термічної обробки. Використання ТО для зменшення залишкових напружень. Використання лазерів для проведення ТО деталей машин. Світло лучова обробка. Обладнання. Плазмове загартування поверхні.;

3.2. Криогенна обробка деталей;

3.3. Хіміко-термічна обробка;

- Загальна характеристика процесів ХТО деталей;

- Цементіція. Основні види цементації. Технологічний процес. Термічна обробка після цементації;

Література: 1, 9, 13, 24

Тема 4. Принципи вибору зносостійких матеріалів та їх термообробки для умов кавітаційного зношування. Зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя композиційними матеріалами.

Основні терміни і поняття

Підвищення зносостійкості матеріалів за умов невизначеного механізму зношування. Метод визначення хімічного складу стопів та їхнього оптимального структурного стану для різних заданих умов зношування. Потенційні можливості заевтектоїдних сталей як зносостійких матеріалів. Способи гартування заевтектоїдних сталей. Приклади.

4.1. Принципи вибору зносостійких матеріалів та їх термообробки

4.2. Підвищення зносостійкості за умов втомного зношування.

Приклади.

4.3. Методи підвищення зносостійкості інструменту.

4.4 Підвищення зносостійкості деталей машин за умов гідроабразивного і газоерозійного, газоабразивного і газоерозійного зношування

Література: 1, 7, 8, 14, 15, 16, 19,

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	ус ьог о	у тому числі					усь о го	у тому числі				
		л	п	ла б	ін д	с.р .		л	п	ла б	ін д	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Теоретичний аспект технологічних методів підвищення терміну службі вузлів третя												
Тема 1. Предмет і задачі курсу. Теоретичні основи відновлення та зміцнення вузлів третя		2		2		6		0,5		0		8
Тема 2. Механізми руйнування. Загальний технологічний процес відновлення деталей машин, які швидко зношуються		2		2		7		0,5		1		12
Тема 3. Збільшення терміну роботи деталей вузлів третя методами термічної, криогенної та хіміко-термічної обробки		2		2		7		0,5		0		12

Разом за змістовим модулем 1		6		12		20					
Модуль 2.											
Змістовий модуль 2. Технологічні методи підвищення строку служби вузлів третя											
Тема 1. Принципи вибору зносостійких матеріалів та їх термообробки для умов кавітаційного зношування.		2		2		7		0,5		0	13
Тема 2. Підвищення зносостійкості термічними методами .		2		2		7		0,5		0	13
Тема3 Збільшення терміну роботи деталей вузлів третя методами термічної, криогенної та хіміко-термічної обробки .		2		2		7		0,5		0	13
Тема 4. Принципи вибору зносостійких матеріалів та їх термообробки для умов кавітаційного зношування.		2		2		7		1		1	13
Разом за змістовим модулем 2		8		8		28		4		2	84
Усього годин	90	14		14		62	90	4		2	84
ІНДЗ											
Усього годин	90	14		14		62	90	4		2	84

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	
2		
...		

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	
2		
...		

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження стандартизованого методу випробування металевих матеріалів на зношування закріпленим	4
2	Дослідження впливу легування на зносостійкість залізвуглецевих сплавів у різному структурному	6
3	Дослідження впливу вуглецю на зносостійкість залізвуглецевих сплавів у різному структурному	6

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Зношування матеріалів різних класів зносостійкості	6
2	Опірність матеріалів втомі	6
3	Зміна властивостей поверхні матеріалу під час різних видів зношування	6
4	Перетворення нестабільного аустеніту під час пластичної деформації абразивом	6
5	Вплив термічної обробки на зносостійкість нелегованих сплавів заліза при абразивному зношуванні	6
6	Вплив легування та термічної обробки на зносостійкість сталей та чавунів при абразивному зношуванні	6
7	Вплив термомеханічної обробки на зносостійкість сталей при абразивному зношуванні	6

8	Методи підвищення зносостійкості матеріалів за умов невизначеного механізму зношування	6
9	Методи підвищення зносостійкості інструменту термічною обробкою.	6
10	Підвищення зносостійкості деталей машин за умов гідроабразивного і гідроерозійного зношування	6
11	Підвищення зносостійкості деталей машин за умов газоабразивного і газоерозійного зношування	6
	Разом	64

7. Індивідуальні завдання

1. Сталі зниженої прогартовуваності. Їх використання для підвищення зносостійкості деталей машин.
2. Підвищення зносостійкості молоткових тіл для помелу абразивних матеріалів.
3. Підвищення зносостійкості робочих органів сільськогосподарської техніки.
4. Підвищення зносостійкості деталей прес-форм для пресування силікатної цегли.
5. Підвищення зносостійкості пластин прес-форм для пресування вогнетривної цегли.
6. Підвищення зносостійкості штампів прес-форм для пресування вогнетривної цегли.
7. Підвищення зносостійкості інструментальних сталей.
8. Підвищення зносостійкості гільз пресформ для пресування вогнетривів.
9. Застосування СВЧ гартування для підвищення зносостійкості деталей машин. Діаграми режимів гартування СВЧ.
10. Застосування ТМО для підвищення зносостійкості деталей машин.
11. Підвищення зносостійкості деталей машин, які зазнають кавітаційного зношування.
12. Підвищення зносостійкості штирів прес-форм для пресування вогнетривів.
13. Метод визначення хімічного складу стопів та їхнього оптимального структурного стану для різних заданих умов зношування.
14. Вплив термічної обробки на зносостійкість за умов абразивного зношування залізвуглецевих сплавів в різному структурному стані.
15. Методи підвищення зносостійкості за умов гідро- і газоабразивного зношування.
16. Вплив фрикційного нагрівання на зносостійкість залізвуглецевих сплавів при абразивному зношуванні.

17. Підвищення зносостійкості деталей машин за рахунок термічної обробки на бейніт.
18. Застосування методів ХТО для підвищення зносостійкості деталей машин.
19. Діаграми співставлення механічних властивостей матеріалів з рівнем контактних напруг. Визначення потенційних можливостей підвищення зносостійкості деталей машин за допомогою термічних методів.
20. Аналіз стандартизованої термінології з тертя та зношування. Коректне визначення терміну «зносостійкість».

8. Методи навчання

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота.

9. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- основні принципи експлуатації зношування та обслуговування вузлів тертя деталей машин;
- номенклатуру і технічні характеристики існуючого технологічного обладнання для підвищення зносостійкості деталей машин та обладнання;
- особливості роботи окремих елементів і цілісних конструкцій оснащення і технологічного обладнання;
- існуючі методики термічних методів зміцнювання та захисту технологічного обладнання та поверхонь вузлів тертя деталей машин.

вміти:

- вибрати технологічні і установчі бази;
- скласти схеми зношених поверхонь;
- розраховувати необхідні параметри режимів процесів нанесення покриттів;
- формулювати основні вимоги до поверхонь тертя;
- визначати шляхи забезпечення необхідних робочих параметрів деталей;
- скласти технічне завдання на проектування спеціальних пристроїв для відновлення обладнання;
- конструювати та компоувати оснащення для організації процесу термічного зміцнювання вузлів тертя;
- виконувати відповідні розрахунки при організації процесу відновлювання деталей машин;
- вибрати оптимальний технологічний метод підвищення строку служби вузлів тертя.

10. Засоби оцінювання

Рубіжний контроль, екзамен

13. Критерії оцінювання

Приклад для екзамену

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумковий тест (екзамен)	Сума	
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2				Змістовий модуль 3				100		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11			T12
10	20	20	12	12	16	10							

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни "Термічні методи підвищення терміну служби вузлів тертя" для студентів спеціальності 131 "Прикладна механіка" освітньої програми "Технології та устаткування зварювання" усіх форм навчання / Укл.: Савонов Ю.М.– Запоріжжя: ЗНТУ, 2016 – 11 с.
2. Конспект лекцій з дисциплін " Термічні методи підвищення строку служби вузлів тертя» для студентів спеціальності 131 "Прикладна механіка" усіх форм навчання / Укл. :Савонов Ю.М.– Запоріжжя: ЗНТУ, 2016 – 65 с.
3. Методичні вказівки до лабораторної роботи № 1 «Дослідження стандартизованого методу випробувань металевих матеріалів на зношування

закріпленім абразивом.» з дисципліни «Термічні методи підвищення строку служби вузлів тертя" для студентів спеціальності освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» і «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: М.Н. Бриков – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 7 с.

4. Методичні вказівки до лабораторної роботи № 2 " Дослідження впливу вуглецю на зносостійкість залізобуглецевих сплавів у різному структурному стані. " з дисципліни " Термічні методи підвищення строку служби вузлів тертя" для студентів спеціальності 8.092303«Технології та устаткування зварювання» і «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл..М.Н. Бриков. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 8 с.

5. Методичні вказівки до лабораторної роботи №4 «Дослідження впливу легування на зносостійкість залізобуглецевих сплавів у різному структурному стані» з дисципліни " Термічні методи підвищення строку служби вузлів тертя" для студентів спеціальності освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» і «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: Ю.М. Савонов – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 7 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В.Чичинадзе, Э.М.Берлинер, Э.Д.Браун и др.; Под общ. ред. А.В.Чичинадзе. - М.: Машиностроение, 2003. - 576 с.
2. Костецкий Б. И. Трение, смазка и износ в машинах / Костецкий Б. И. - К. : Техника, 1970. - 396 с.
3. Крагельский И. В. Трение и износ / Крагельский И. В. - М. : Машиностроение, 1968. - 420 с.
4. Тененбаум М. М. Сопротивление абразивному изнашиванию / Тененбаум М. М. - М. : Машиностроение, 1976. - 247 с.
5. Коцаньда С. Усталостное разрушение металлов / Перевод с польск. – М. : Металлургия, 1976. – 455 с.
6. Механика разрушения и прочность материалов : Справ. пособие : 4 т. / Под общ. ред. Панасюка В. В. – Киев : Наук. думка, 1988. – 1990. – Т. 4. : Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов / Романив О. Н., Ярема С. Я., Никофорчин Г. Н. и др. – 1990. – 680 с.
7. Зносостійкість сплавів, відновлення та зміцнення деталей машин: Навчальний посібник. За ред. Попова В. С. — Запоріжжя: Мотор Січ, 2006. — 420 с.
8. Долговечность оборудования огнеупорного производства / Попов В. С., Брыков Н. Н., Дмитриченко Н. С., Приступа П. Г. – М. : Металлургия, 1978. - 232 с.

9. Bhushan B. Introduction to tribology / Bhushan B. - New York : John Wiley & Sons, 2002. - 732 p.
10. Попов А. А. Диаграммы превращения аустенита в сталях и бета-раствора в сплавах титана / А. А. Попов, Л. Е. Попова. - М. : Металлургия, 1991. – 503 с.
11. Хрущов М. М. Исследования изнашивания металлов / М. М. Хрущов, М. А. Бабичев. - М. : Изд-во АН СССР, 1960. - 352 с.
12. Хрущов М. М. Абразивное изнашивание / М. М. Хрущов, М. А. Бабичев. - М. : Наука, 1970. - 252 с.
13. Богачев И. Н. Кавитационное разрушение и кавитационностойкие сплавы. – М. : Металлургия, 1972. – 192 с.
14. Геллер Ю. А. Инструментальные стали / Геллер Ю. А. - М. : Металлургия, 1975. - 584 с.
15. Новиков И. И. Теория термической обработки металлов.— 3-е изд., перераб. и доп.— М. : Металлургия, 1978.— 392 с.
16. Блантер М.Е. Теория термической обработки. - М.: Метал лургия, 1984. 328 с.
17. Бернштейн М. Л., Термомеханическая обработка металлов и сплавов, т. 1—2, М., 1968.
18. М. Л. Бернштейн, В. А. Займовский, Л. М. Капуткина. Термомеханическая обработка стали. — М.: «Металлургия», 1983.
19. Шепеляковский К.З. Упрочнение деталей машин поверхностной закалкой при индукционном нагреве. М. : "Машиностроение", -1972, - 288с.
20. Зоткин В.Е. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении. – М.: Высшая школа, 2004. – 264 с.
21. Филиппов М. А. Стали с метастабильным аустенитом / Филиппов М. А., Литвинов В. С., Немировский Ю. Р. – М. : Металлургия, 1988. – 256 с.
22. Малинов Л.С., Малинов В.Л. Ресурсосберегающие экономнолегированные сплавы и упрочняющие технологи, обеспечивающие эффект самозакалки : Монография / Л.С. Малинов, В.Л. Малинов. – Мариуполь : Изд-во «Рената», 2009. – 568 с.
23. Чейлях А.П. Экономнолегированные метастабильные сплавы и упрочняющие технологии. – Мариуполь: ПГТУ, 2009. – 483 с.
24. Ткачев В. Н. Методы повышения долговечности деталей машин. – М. : Машиностроение, 1971. – 272 с.
25. Коваль А. Д. Абразивное изнашивание железоуглеродистых сплавов при фрикционном нагреве / А. Д. Коваль, М. Н. Брыков // Трение и износ. – 2010. – №3. С.305-311.
26. Брыков Н. Н. Определение типа сплава и его оптимального структурного состояния для различных заданных условий изнашивания / Н. Н. Брыков, М. Н. Брыков // Problems of Tribology. - 2004. – № 1. - С. 46-53.

Допоміжна

1. Адгезионно-активные жаропрочные износостойкие наплавочные материалы КМХ и КМХС / А. М. Костин, В. А. Мартыненко, А. Б. Малый, В. В. Квасницкий // Автоматическая сварка. – 2017. – № 1 (760). – С. 68-72.
2. Арзамасов Б. Н. Циркуляционный метод получения жаростойких и износостойких диффузионных покрытий на сплавах : учеб. пособие для заоч. курсов повышения квалификации ИТР по металловедению, технологии и оборуд. терм. обраб. металлов / Б. Н. Арзамасов. – Москва : Машиностроение, 1980. – 54 с.
3. Бабак В. П. Износостойкость аморфно-кристаллических детонационных покрытий в условиях граничного трения / В. П. Бабак, В. В. Щепетов // Технологические системы. – 2014. – № 4. – С. 75-81.
4. Бабинец А. А. Порошковая проволока для износостойкой наплавки тонколистовых конструкций / А. А. Бабинец, И. А. Рябцев // Автоматическая сварка. – 2017. – № 1 (760). – С. 64-67.
5. Белов Ю. М. Износостойкая наплавка прессовых штампов для горячей штамповки / Ю. М. Белов, Е. И. Кречковская, П. И. Сморгчов. – Ленинград : ЛДНТП, 1975. – 13 с.
6. Белый А. В. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев / А. В. Белый, Г. Д. Карпенко, Н. К. Мышкин. – Москва : Машиностроение, 1991. – 208 с.
7. Борисов М. В. Ускоренные испытания машин на износостойкость как основа повышения их качества / М. В. Борисов, И. А. Павлов, В. И. Постников. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 352 с.

8. Брыков А. Н. Влияние термической обработки на микротвердость поверхности трения и абразивную износостойкость стали ДИ74-Ш / А. Н. Брыков // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2004. – № 2. – С. 53-55.
9. Брыков А. Н. Влияние термической обработки на структуру и износостойкость высокопрочной стали ДН74-Ш / А. Н. Брыков, В. Е. Ольшанецкий, Л. П. Степанова // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2002. – № 1. – С. 48-51.
10. Брыков М. Н. Влияние легирования на износостойкость железоуглеродистых сплавов при абразивном изнашивании / М. Н. Брыков, М. И. Андрущенко, Р. А. Куликовский // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2006. – № 2. – С. 59-62.
11. Васильев А. В. Повышение износостойкости кулачковой пары на основе численного формирования закона движения толкателя / А. В. Васильев, Д. В. Попов // Справочник "Инженерный журнал". – 2005. – № 7. – С. 32-40.
12. Верещака А. С. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями / А. С. Верещака, И. П. Третьяков. – Москва : Машиностроение, 1986. – 190 с.- (Библиотека инструментальщика)
13. Виноградов В. Н. Износостойкость сталей и сплавов: учебное пособие для студ. вузов / В. Н. Виноградов, Г. М. Сорокин. – М. : Нефть и газ, 1994. – 415 с.
14. Влияние времени размола на структуру и износостойкость керамических материалов на основе SiC-Al₂O₃ / А. П. Уманский, А. Г. Довгаль, В. И. Субботин и др. // Порошковая металлургия. – 2013. – № 3-4. – С. 92-100.

16. Інформаційні ресурси

Методичне забезпечення дисципліни, базова і допоміжна література, наукова періодика, інтернет-ресурси за темами дисципліни, відео за темами дисципліни.