

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

Технологічні методи підвищення терміну роботи вузлів тертя

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) "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

Запоріжжя – 2018 рік

Робоча програма «Технологічні методи підвищення терміну роботи 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 - 16 с.

Розробники: Савонов Ю.М., доцент, канд. 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 невипусковою кафедрою

_____, 2018 рік

1 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;"/> (шифр і назва)	вибіркова	
Модулів – 2	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) <u>131 "Прикладна механіка"</u> освітня програма: <u>"Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій"</u> (код і назва) програма, спеціалізація <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> (код і назва)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання ____ - <small>(назва)</small>		Семестр	
Загальна кількість годин - 90		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента - 4	Освітній ступінь: магістр	14 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		28 год.	6 год.
		Самостійна робота	
		48 год.	80 год.
		Індивідуальні завдання:	
год.			
Вид контролю: екзамен			

Примітка.

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

для денної форми навчання – 0,88 (42/48)

для заочної форми навчання – 0,13 (10/80)

2. Мета навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів базових теоретичних знань та практичних навичок по технологічним методам підвищення терміну роботи вузлів третя, використанню технологічних методів підвищення терміну роботи деталей машин поруч з методами зварювання та наплавлення деталей, використанню технологій з повною відсутністю електродних та інших матеріалів за рахунок перерозподілу основного матеріалу деталі.

Завдання: опанування теоретичних основ і механізму зношування, опанування теоретичних знань і практичних навичок загального технологічного процесу підвищення терміну роботи вузлів третя шляхом нанесення захисних та зносостійких покриттів. Отримання студентами знань про збільшення терміну роботи деталей машин за допомогою зміцнення структури поверхні третя, нанесення зносостійких спеціальних покриттів, при механічній обробці ,а також про можливості заміни металевих деталей на неметалеві у вузлах машин і механізмів у технологічних, стійкісних та кошторисних аспектах цього питання.

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-1Здатність 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 методів нанесення покриттів та зміцнення поверхні третя вузлів деталей машин.

КСП-5 Здатність розробляти інноваційні технологічні процеси зміцнення та нанесення покриттів на поверхні третя вузлів деталей машин.

КСП-6 Здатність створювати інноваційні рішення технічних проблем в галузі технологічних 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 нанесення покриттів 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 нанесення зносостійких покриттів на поверхні третя вузлів деталей машин.

03.ПФ.Д.02.ПР.О.06 Використовуючи знання з технології нанесення покриттів, 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 поверхень 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 нанесення захисних і зносостійких покриттів, 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;

3 Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Предмет і задачі курсу. Теоретичні основи відновлення та зміцнення вузлів тертя. Основні шляхи збільшення зносостійкості та корозійної стійкості робочих поверхень деталей машин.

1.1. Вплив захисних покриттів на збільшення надійності та довговічності вузлів тертя;

1.2. Класифікація методів та видів відновлення та зміцнення деталей машин.

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

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.

Тема 3. Технологічні методи, що використовуються для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.

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.

Змістовий модуль 2.

Тема 1. Хімічні методи зміцнення, збільшення терміну роботи та відновлення деталей машин.

1.1. Характеристика покриттів та вимоги до їх якості;

1.2. Класифікація покриттів, що використовуються при ремонті деталей машин;

1.3. Вимоги до захисних, захисних-декоративних та спеціальних покриттів;

- 1.4. Особливості підготовки поверхні деталей до нанесення покриттів;
- 1.5. Хімічне нікелювання деталей вузлів тертя;
- 1.6. Хімічне міднення;
- 1.7. Хімічне нанесення олова;
- 1.8. Нанесення композиційних хімічних покриттів як метод збільшення зносостійкості та терміну роботи деталей вузлів тертя;
- 1.9. Хімічне нанесення стопив.

Тема 2. Електрохімічні методи зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя.

- 2.1. Підготовка поверхні до нанесення покриттів;
- 2.2. Зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя хромом ;
- 2.3. Зміцнення та відновлення деталей нанесенням електролітичного заліза.
- 2.4. Особливості підготовки деталей до покриття. Типи електролітів.
- 2.5. Технологічний процес нанесення заліза. Прогресивні методи : місцеве нанесення заліза, використання реверсивного струму;
- 2.6. Зміцнення та відновлення деталей нікелем та його сплавами;
- 2.7. Використання цинкових покриттів;
- 2.8. Використання кадмієвих покриттів;
- 2.9. Використання мідних покриттів та сплавів міді;
- 2.10. Зміцнення та відновлення деталей композиційними електролітичними покриттями для збільшення зносостійкості;
- 2.11. Безванні методи нанесення покриттів;
- 2.12. Автоматизація процесів нанесення покриттів.

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

- 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;
 - Цементация. Основні види цементации. Технологічний процес. Термічна обробка після цементации;
 - Азотування. Особливості насичення поверхні деталей з низьколегованих, мартенсито-старіючих, корозійностійких та жароміцних сталей, чавуна;
 - Нитроцементация. Види. Сталі для нитроцементации;
 - Борування;

- Силіціювання;
- Дифузійне насичення поверхні деталей металами. Термодифузійне хромування, силіціювання, борування.

Тема 4. Зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя композиційними матеріалами.

4.1. Переваги використання композиційних матеріалів;

4.2. Класифікація композиційних покриттів і методів їх одержання;

4.3. Порошкові матеріали

- порошки на основі нікелю, заліза;
- порошки з металевих сплавів;
- порошки з чистих металів;
- порошки з карбідів та оксидів металів;
- композиційні порошки.

4.4. Способи нанесення кераміко-металевих покриттів для зміцнення та збільшення терміну роботи: Електродугове наплавлення. Плазмове наплавлення. Електрошлакове наплавлення. Наварювання. Контактне наварювання. Припікання. Газо термічне напилення. Електролітичне та хімічне осадження композиційних покриттів.

4. 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 тертя												
Тема 1. Предмет і задачі курсу. Теоретичні основи відновлення та зміцнення вузлів тертя. Основні шляхи збільшення зносостійкості та корозійної стійкості робочих поверхень деталей машин.	12	2		4		6	9	0,5		0,5		8

Тема 2. Загальний технологічний процес відновлення деталей машин, які швидко зношуються.	13	2		4		7	13	0,5		0,5		12
Тема3.Збільшення терміну роботи деталей вузлів тертя методами термічної,криоген ної та хіміко- термічної обробки	13	2		4		7	13,5	0,5		1		12
Разом за змістовим модулем 1	38	6		12		20	35,5	1,5		2		32
Модуль 2.												
Змістовий модуль 2. Технологічні методи підвищення строку служби вузлів тертя												
Тема 1. Хімічні методи зміцнення, збільшення терміну роботи та відновлення деталей машин.	13	2		4		7	13,5	0,5		1		12
Тема 2. Електрохімічні методи зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя.	13	2		4		7	13,5	0,5		1		12

Тема 3. Збільшення терміну роботи деталей вузлів тертя методами термічної, криогенної та хіміко-термічної обробки.	13	2		4		7	13,5	0,5		1		12
Тема 4. Зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя композиційними матеріалами.	13	2		4		7		1		1		12
Разом за змістовим модулем 2	52	8		16		28	90	4		6		80
Усього годин	90	14		28		48	90	4		6		80
ІНДЗ			-	-		-			-	-	-	
Усього годин	90	14		28		48	90	4		6		80

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	-	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	-	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення твердості гуми по Шору	4
2	Визначення твердості лакофарбових покриттів	4
3	Вивчення методики відновлення деталей машин методом електролітичного нанесення заліза	4

4	Вивчення методики відновлювання деталей машин методом електромеханічного відсадження та сглажування	4
5	Визначення особливостей технологічного процесу електролітичного травлення (полірування шліфів)	4
6	Залежність зносу деталей від їх твердості	4
7	Вплив гумових ущільнень та чохлаів на знос спряжених з ними деталей	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, ден/заочн.
1	Предмет і задачі курсу. Теоретичні основи відновлення та зміцнення вузлів тертя. Основні шляхи збільшення зносостійкості та корозійної стійкості робочих поверхень деталей машин.	6/10
2	Загальний технологічний процес відновлення деталей машин, які швидко зношуються.	6/10
3	Технологічні методи, що використовуються для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.	6/10
4	Зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя композиційними матеріалами.	6/10
5	Хімічні методи зміцнення, збільшення терміну роботи та відновлення деталей машин.	6/10
6	Електрохімічні методи зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя.	6/10
7	Збільшення терміну роботи деталей вузлів тертя методами термічної, криогенної та хіміко-термічної обробки .	6/10
8	Зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя композиційними матеріалами.	6/10
	Разом	48/80

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота.

11. 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 нанесення зміцнювальних та захисних покриттів на технологічне обладнання та поверхні тертя деталей машин.

вміти:

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

12. 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				48	100
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4	-	-	-	-		
4	10	10	4	8	10	6	-	-	-	-		

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 "Технологічні 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 " Технологічні методи підвищення терміну 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 «Визначення твердості гуми по Шору» з дисципліни «Технологічні методи підвищення терміну 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.
4. Методичні вказівки до лабораторної роботи № 2 "Вивчення твердості лакофарбованих покриттів " з дисципліни " Технологічні методи підвищення терміну служби вузлів тертя" для студентів спеціальності 8.092303«Технології та устаткування зварювання» і «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл. Ю.М. Савонов. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 8 с.
5. Методичні вказівки до лабораторної роботи №4 «Дослідження процесу напорошування полімерних матеріалів» з дисципліни " Технологічні методи підвищення терміну 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.

6. Методичні вказівки до лабораторної роботи №4 «Вивчення методики відновлення деталей методом електролітичного нанесення заліза» з дисципліни " Технологічні методи підвищення терміну 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, 2018. – 10 с.

7. Методичні вказівки до лабораторної роботи № 7 «Вивчення методики відновлення деталей методом електромеханічного висадження та зглажування» з дисципліни " Технологічні методи підвищення терміну 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.

15. Рекомендована література

Базова

1. Внуков Ю. Н. Износостойкость инструментов из быстрорежущей стали / Ю. Н. Внуков. – Запорожье : ЗНТУ, 2015. – 412 с.
2. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин: учеб. пособие / под ред. В. С. Попова. – Запорожье : Мотор Сич, 2000. – 394 с.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьев В.П. Материаловедение./Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьев.- М.: Машиностроение,1990.- 528 с.
4. Гаркунов Д.Н. Триботехника/ Д.Н. Гаркунов.- М.: Машиностроение,1985.- 424 с.
5. Крагельский И.В. Трение и износ/ И.В. Крагельский.- М.:Машиностроение,1969.-480 с.

Допоміжна

- 1.Костин А.М.,Мартиненко В. А., Малий А.Б. Адгезионно-активные жаропрочные износостойкие наплавочные материалы КМХ и КМХС / А. М. Костин, В. А. Мартыненко, А. Б. Малий, 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.,Щепетов В.В. 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.,Рябцев И.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.,Кречковская Е.И.,Сморчков П.И. Износостойкая наплавка прессовых штампов для горячей штамповки / Ю. М. Белов, Е. И. Кречковская, П. И. Сморчков. – Ленинград : ЛДНТП, 1975. – 13 с.
6. Белый А. В. ,Карпенко Г.Д.,Мышкин Н.К. 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., Павлов И.А.,Постников В.И. 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.,Ольшанецкий В.Е.,Степанова Л.П. 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.,Андрущенко М.И.,Куликовский Р.А. 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., Попов Д.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.,Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями / А. С. Верещака, И. П. Третьяков. – Москва : Машиностроение, 1986. – 190 с.- (Библиотека инструментальщика)
13. Виноградов В. Н.,Сорокин Г.М. Износостойкость сталей и сплавов: учебное пособие для студ. вузов / В. Н. Виноградов, Г. М. Сорокин. – М. : Нефть и газ, 1994. – 415 с.
14. Уманский А.П.,Довгаль А.Г.,Субботин В.И. 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.
15. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин. Справочник/ И.В. Кагельский, Н.М.Михин.- М.: Машиностроение,1984.- 280 с.
16. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание/ М.М.Хрущев, М.А.Бабичев.- М.: Наука,1970.-251с.

17. Неметаллические материалы/ Справочник в 5 т./ Под ред. В.А. Попова.- М.: Машиностроение,1969.-т.5.- 541 с.

16. Інформаційні ресурси

1. Журнал «Автоматическая сварка». Вид. ІЕЗ ім. Е.О. Патона. Київ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as> – 19.10.2018. Заголовок з екрану.
2. Журнал «Сварщик». Вид. ІЕЗ ім. Е.О. Патона. Київ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://welder.stc-paton.com/ru/> – 19.10.2018. Заголовок з екрану.
3. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/> – 19.10.2018. Заголовок з екрану.
4. Наукова бібліотека ЗНТУ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://library.zntu.edu.ua/> – 19.10.2018. Заголовок з екрану.
5. Кафедра обладнання та технології зварювального виробництва. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.zntu.edu.ua/kafedra-obladnannya-ta-tehnologiyi-zvaryuvalnogo-virobnictva> – 19.10.2018. Заголовок з екрану.

_____, 20__ рік