

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної роботи
з дисципліни «Технологічні методи підвищення терміну роботи
вузлів тертя» для студентів освітньої програми «Відновлення та
підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Технологічні методи підвищення терміну роботи вузлів тертя» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: Ю.М. Савонов, О.Є. Капустян. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 14 с.

Укладачі: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, старш. викл.;

Рецензент: М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 4 від 25.10.2018

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 3 від 13.11.2018

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	4
2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ	7
3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	9
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	10
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	13
Основна.....	13
Додаткова.....	13

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Мета викладання дисципліни - формування у студентів базових теоретичних знань та практичних навичок по технологічним методам підвищення терміну роботи вузлів тертя, 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 викладання дисципліни: опанування теоретичних основ і механізму зношування, опанування теоретичних знань і практичних навичок загального технологічного процесу підвищення терміну роботи вузлів тертя шляхом нанесення захисних та зносостійких покриттів. Отримання студентами знань про збільшення терміну роботи деталей машин за допомогою зміцнення структури поверхні тертя, 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 нанесенні покриттів.

фахові компетентності:

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

КСП-2 Здатність використовувати сучасні уявлення про методологію оцінювання характеру і механізму зношування робочих поверхень вузлів тертя, модернізації технологій та технологічного оснащення методів нанесення покриттів та зміцнення поверхні тертя вузлів деталей машин;

КСП-3 Здатність розробляти сучасні інноваційні технологічні процеси підвищення терміну служби вузлів тертя;

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

очікувані програмні результати навчання:

01.ПФ.Д.04.ПР.О.11 Використовуючи знання з вимог до технологій інноваційного характеру, за допомогою методик проектування технологічних процесів, модернізувати технологічне оснащення для реалізації технологій інноваційного характеру, розробляти технології зміцнення поверхонь тертя 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, за допомогою результатів наукових досліджень рекомендувати шляхи вирішення науково-технічної проблеми, за допомогою встановлених критеріїв інноваційності приймати науково-технічне рішення з удосконалення технологій зміцнення поверхонь тертя деталей машин;

03.ПФ.Д.02.ПР.О.05 Використовуючи знання з проектування технологічних процесів, за допомогою джерел з науково-технічної інформації визначати можливі шляхи інноваційного характеру для удосконалення технологій нанесення зносостійких покриттів на поверхні тертя вузлів деталей машин, за допомогою техніко-економічних норм на технологічні операції обирати оптимальний варіант інженерного рішення.

03.ПФ.Д.03.ПР.О.08 Використовуючи знання з технології підвищення термінів служби деталей машин, за допомогою визначених можливих шляхів інноваційного характеру створювати методологію встановлення критеріїв інноваційності науково-технічного рішення за допомогою нормативної та технологічної документації, сучасних засобів автоматичного проектування технологічних процесів, проектувати технологічний процес нанесення захисних і зносостійких покриттів, зміцнення поверхонь тертя 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;

Для освоєння даного курсу необхідні знання загальноосвітніх технічних і спеціальних дисциплін: "Наплавлення і напилення", "Технології й устаткування зварювання плавленням", "Ремонт і відновлення деталей машин", "Зносостійкі, фрикційні й антифрикційні матеріали".

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.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ 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 поверхонь 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.

2.2. 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. Заливанням рідким металом.

3.6. Пайка.

3.7. Газо термічне напилення.

3.8. Поверхнево-пластичне деформування.

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-променева 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, захисно-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 стопів.

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 ТО для зменшення залишкових напружень. Використання лазерів для проведення ТО деталей машин. Світло-променева 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;
 - Нітроцементация. Види. Сталі для нітроцементации;
 - 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. Газотермічне напilenня. Електролітичне та хімічне осадження композиційних покриттів.

3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

При вивченні дисципліни студенти повинні надбати практичні навички. Це відбувається при проведенні лабораторних робіт (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Перелік лабораторних робіт

№	Найменування роботи	К-сть годин	Графік виконання, тиждень
1.	Вивчення методики відновлення деталей методом електролітичного нанесення заліза	4	1
2.	Вивчення методики відновлення деталей методом електромеханічного висадження та згладжування	4	5
3.	Залежність зносу спряжених деталей від їх твердості	4	9
4.	Вплив гумових ущільнень та чохлаів на знос спряжених з ними деталей	4	13

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Виконання контрольного завдання має на меті забезпечити ритмічність самостійної роботи студентів заочної форми навчання.

На всі питання слід давати чіткі, вичерпні відповіді згідно з програмою курсу; при необхідності ілюструвати відповіді рисунками, схемами, діаграмами і т.п. Перед кожним питанням повинен стояти його номер, а сам текст питання повністю переписаний.

В процесі вивчення даного предмету можна користуватися не тільки рекомендованою літературою, аналізувати інформацію, подану в Інтернеті, сучасних періодичних технічних виданнях тощо.

Контрольне завдання підписує студент.

Заміна питань або варіантів контрольного завдання без дозволу викладача неприпустима.

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

1. Автоматизація процесів нанесення покриттів.
2. Азотування. Особливості насичення поверхні деталей з низьколегованих, мартенсито-старіючих, корозійностійких та жароміцних сталей, чавуна.

3. Безванні методи нанесення покриттів.
4. Борування.
5. Використання кадмієвих покриттів.
6. Використання лазерів для проведення ТО деталей машин.
7. Використання мідних покриттів та сплавів міді.
8. Використання ТО для зменшення залишкових напружень.
9. Використання цинкових покриттів.
10. Вимоги до захисних, захисно-декоративних та спеціальних покриттів.
11. Виробничий та технологічний процеси відновлення вузлів тертя.
12. Вплив захисних покриттів на збільшення надійності та довговічності вузлів тертя.
13. Газотермічне напилення.
14. Дефектоскопія деталей машин.
15. Дифузійне насичення поверхні деталей металами.
16. Електролітичне та хімічне осадження композиційних покриттів.
17. Електрохімічна та електрофізична обробка для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
18. Електрохімічні методи зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя.
19. Загальна характеристика процесів ХТО деталей.
20. Заливанням рідким металом для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
21. Збільшення терміну роботи деталей вузлів тертя методами термічної, криогенної та хіміко-термічної обробки.
22. Зварювання для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
23. Зміцнення поверхні вузлів тертя обробкою різанням.
24. Зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя композиційними матеріалами.
25. Зміцнення та відновлення деталей вузлів тертя хромом.
26. Зміцнення та відновлення деталей композиційними електролітичними покриттями для збільшення зносостійкості.
27. Зміцнення та відновлення деталей нанесенням електролітичного заліза.

28. Зміцнення та відновлення деталей нікелем та його сплавами.
29. Класифікація методів та видів відновлення та зміцнення деталей машин.
30. Класифікація покриттів, що використовуються при ремонті деталей машин.
31. Контактне наварювання для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
32. Контроль якості відновлення деталей машин.
33. Криогенна обробка деталей.
34. Лазерна та світло-променева обробка поверхні деталей для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
35. Нанесення композиційних хімічних покриттів, як метод збільшення зносостійкості та терміну роботи деталей вузлів тертя.
36. Наплавлення для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
37. Нітроцементация. Види. Сталі для нітроцементации.
38. Обробка поверхні вузлів тертя тиском для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
39. Основні шляхи збільшення зносостійкості та корозійної стійкості робочих поверхонь деталей машин.
40. Очищення поверхні деталей машин.
41. Пайка для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
42. Підготовка поверхні до нанесення покриттів.
43. Плазмове загартування поверхні.
44. Поверхнево-пластичне деформування для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
45. Порошкові матеріали:
 - композиційні порошки;
 - порошки з карбідів та оксидів металів;
 - порошки з металевих сплавів;
 - порошки з чистих металів;
 - порошки на основі нікелю, заліза.
46. Припікання для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
47. Світло-променева обробка. Обладнання.
48. Силіціювання.

49. Слюсарна обробка деформуванням поверхні деталей для відновлення та зміцнення поверхні вузлів тертя.
50. Теоретичні основи відновлення та зміцнення вузлів тертя.
51. Технологічний процес нанесення заліза. Прогресивні методи: місцеве нанесення заліза, використання реверсивного струму.
52. Типи електродів.
53. Хімічне міднення.
54. Хімічне нанесення олова.
55. Хімічне нанесення стопів.
56. Хімічне нікелювання деталей вузлів тертя.
57. Хімічні методи зміцнення, збільшення терміну роботи та відновлення деталей машин.
58. Цементация. Основні види цементации. Технологічний процес. Термічна обробка після цементации.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин: учеб. пособие / под ред. В. С. Попова. – Запорожье : Мотор Сич, 2000. – 394 с.

Додаткова

1. Внуков Ю. Н. Износостойкость инструментов из быстрорежущей стали / Ю. Н. Внуков. – Запорожье : ЗНТУ, 2015. – 412 с.
2. 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.
3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Белов Ю. М., Кречковская Е.И., Смorchков П.И. Износостойкая наплавка пресовых штампов для горячей штамповки / Ю. М. Белов, Е. И. Кречковская, П. И. Смorchков. – Ленинград : ЛДНТП, 1975. – 13 с.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.