

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Кафедра «Технічний сервіс та системи в АПК»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедрою ТСС АПК

професор  Олександр СКЛЯР

«31» _____ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Основи триботехніки в системах галузевого
машинобудування»**

для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" за ОПП Галузеве
машинобудування (на основі бакалавра)

Факультет механіко-технологічний

2021 – 2022 н.р.

Робоча програма з навчальної дисципліни «Основи триботехніки в системах галузевого машинобудування» для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" за ОПП Галузеве машинобудування. - Мелітополь, ТДАТУ - 12 с.

Розробник: Дмитро ЖУРАВЕЛЬ, д.т.н., професор

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Технічний сервіс та системи в АПК»

Протокол № 1 від «31» серпня 2020 року

В.о. завідувача кафедри ТСС АПК

проф.  Олександр СКЛЯР

Схвалено методичною комісією механіко-технологічного факультету зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" за ОПП Галузеве машинобудування ступеня вищої освіти «Магістр» (на основі бакалавра)

Протокол № 1 від «31» серпня 2021 року

Голова, доц.  Андрій СМЕЛОВ

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	
Кількість кредитів 3	Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр і назва)	Обов'язкова	
Загальна кількість годин – 90 години	Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»	Курс	Семестр
Змістових модулів – 2		М1	2-й
Тижневе навантаження: аудиторних занять – 3 год. Самостійна робота студента – 2,88 год.	Ступінь вищої освіти: «Магістр»	Вид занять	Кількість годин
		Лекції	12 год.
		Лабораторні заняття	26 год.
		Практичні заняття	-
		Семінарські заняття	-
		Самостійна робота	52 год.
		Форма контролю: Екзамен	

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни «Триботехніка» є вивчення загальних питань тертя, зношування й змащування трибоспряжень машин та обладнання; придбання теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для надійної експлуатації техніки, встановлення причин зношування і шляхи підвищення їх зносостійкості.

Завданням дисципліни є вивчення основних трибологічних закономірностей для вирішення конкретних конструкторських, технологічних і експлуатаційних завдань, пов'язаних з тертям, зношуванням і змащенням вузлів машин і механізмів, а також цілеспрямований вибір матеріалів з необхідними фізико-механічними властивостями з врахуванням їх умов експлуатації.

Результати навчання (з урахуванням soft skills)

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:

здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;
здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
здатність бути критичним і самокритичним;

здатність до адаптації та дії в новій ситуації;

здатність генерувати нові ідеї (креативність);

здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

здатність приймати обґрунтовані рішення;

здатність працювати в команді.

Фахові компетентності:

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;

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;

здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії;

усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі;

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

Soft skills:

- **комунікативні навички:** письмове, вербальне й невербальне спілкування; - уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести суперечки і відстоювати свою позицію, спілкування в конфліктній ситуації; навички створення, керування й побудови відносин у команді.

- **уміння виступати привселюдно:** навички, необхідні для виступів на публіці; проводити презентації.

- **керування часом:** уміння справлятися із завданнями вчасно.

- **гнучкість і адаптивність:** гнучкість, адаптивність і здатність мінятися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблем.

- **лідерські якості:** уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння встановлювати мету, планувати.

- **особисті якості:** креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до навколишніх.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. *Теоретичні основи тертя та зношування*

Тема 1. Триботехніка та її структура[1-7].

Вступні відомості. Значення тертя в проблемі матеріало- та енергозбереження. Вклад вітчизняних і зарубіжних вчених у створенні і формуванні науки про тертя і зношування в машинах. Основні терміни й визначення. Тертя і підвищення надійності машин. Збитки від тертя і зношування в машинах.

Тема 2. Характеристика поверхні твердих тіл[1-7].

Загальні відомості про поверхню твердих тіл та її якість. Геометрія поверхні деталей машин. Геометрія поверхні як функція процесу механічної обробки деталей машин. Будова поверхневих шарів. Напруження в поверхневих шарах. Властивості поверхонь і поверхневих шарів у результаті технологічної обробки. Наклеп. Пластична деформація поверхневого шару.

Тема 3. Фізико-хімічні властивості поверхонь тертя[1-7].

Поверхнева енергія. Адгезія і когезія. Адсорбція і хемосорбція. Взаємне контактування деталей. Поняття про технологічний і експлуатаційний рельєф робочих поверхонь деталей.

Змістовий модуль 2. *Засоби підвищення зносостійкості трибосистем*

Тема 4. Види зношування і пошкоджуваності поверхонь тертя[1-7].

Класифікація видів зношування і пошкоджуваності. Механохімічне окисне зношування. Абразивне зношування. Схоплювання і заїдання поверхонь при терті. Зминання. Втомне зношування. Корозійне зношування. Кавітаційне зношування. Ерозійне зношування. Зношування при фретінг-корозії. Водневе зношування.

Тема 5. Змащувальні матеріали[1-7].

Змащувальні матеріали. Класифікація змащувальних матеріалів. Експлуатаційно-технічні вимоги до мастил. Основні властивості мастил. Основні види змащувальних матеріалів. Присадки до змащувальних матеріалів. Загальні відомості. Принцип вибору присадок до мастильних матеріалів.

Тема 6. Триботехнічні матеріали[1-7].

Антифрикційні матеріали. Фрикційні матеріали. Зносостійкі матеріали. Відновлювальні суміші для регенерації трибо систем.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Номер тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість					балів
			годин					
			лк	лаб.	сем. (пр.)	СРС		
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи тертя та зношування								
1,2	Лекція 1	Триботехніка та її структура	2	-	-	-	-	
	Лабораторне заняття 1	Визначення ресурсу трибо-спряжень (ч.1)	-	2	-	-	3	
	Лабораторне заняття 2	Визначення ресурсу трибо-спряжень (ч.2)	-	2	-	-	3	
	Самостійна робота 1,2	Підготовка до лабораторного заняття 1 і 2	-	-	-	8	3	
3,4	Лекція 2	Характеристика поверхні твердих тіл	2	-	-	-	-	
	Лабораторне заняття 3	Оцінка безвідмовної роботи невідновлюваних елементів трибосистем	-	2	-	-	3	
	Лабораторне заняття 4	Дослідження зносів і пошкоджень деталей машин	-	2	-	-	2	
	Самостійна робота 3,4	Підготовка до лабораторного заняття 3 і 4	-	-	-	8	3	
5,6	Лекція 3	Фізико-хімічні властивості поверхонь тертя	2	-	-	-	-	
	Лабораторне заняття 5	Методи підвищення надійності трибосистем	-	2	-	-	2	
	Лабораторне заняття 6	Дослідження зносів деталей методом штучних баз	-	2	-	-	2	
	Самостійна робота 5,6	Підготовка до лабораторного заняття 5 і 6	-	-	-	7	4	
7,8	Самостійна робота 7	Підготовка до ПМК 1	-	-	-	2	-	

Номер тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість				
			годин				балів
			лк	лаб.	сем. (пр.)	СРС	
	ПМК 1	Підсумковий контроль за змістовий модуль 1	-	-	-	-	10
Всього за змістовий модуль 1 - 43 год.			6	12	-	25	35
Змістовий модуль 2. Засоби підвищення зносостійкості трибосистем							
9,10	Лекція 4	Види зношування і пошкоджуваності поверхонь тертя	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 7	Дослідження технічного стану елементів трибосистем	-	2	-	-	2
	Лабораторне заняття 8	Дослідження зношування конструкційних матеріалів		2			2
	Самостійна робота 8	Підготовка до лабораторного заняття 7 і 8	-	-	-	4	2
11,12	Лекція 5	Змащувальні матеріали	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 9	Діагностика вузлів тертя	-	2	-	-	2
	Лабораторне заняття 10	Дослідження поверхнево-пластичної обробки трибоспряжень		2			2
	Самостійна робота 9, 10	Підготовка до лабораторного заняття 9 і 10	-	-	-	4	2
13,14	Лекція 6	Триботехнічні матеріали	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 11	Наплавлення зносостійких шарів в середовищі захисних газів	-	2	-	-	2
	Лабораторне заняття 12	Оптимізація конструктивного виконання трибосистем		2			2
	Самостійна робота 11,12	Підготовка до лабораторного заняття 11,12	-	-	-	5	3

Номер тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість				
			годин				балів
			лк	лаб.	сем. (пр.)	СРС	
15	Лабораторне заняття 13	Підвищення зносостійкості трибосистем	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 13	Підготовка до лабораторного заняття 13	-	-	-	4	3
16,17	Самостійна робота 14	Підготовка до ПМК 2	-	-	-	2	-
	ПМК 2	Підсумковий контроль за змістовий модуль 2	-	-	-	-	10
<i>Всього за змістовий модуль 2 –47 год.</i>			6	14	-	27	35
<i>Екзамен</i>							30
<i>Всього з навчальної дисципліни - 90 год.</i>							100

5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ №1

1. Основні положення триботехніки.
2. Розкрити поняття: зовнішнє тертя, зношування, знос, зносостійкість.
3. Розкрити поняття мастильний матеріал, змащення, змащування.
4. Види тертя по характеру руху.
5. Види тертя по характеру мащення.
6. Розкрити поняття: поверхня тертя, коефіцієнт тертя, коефіцієнт зчеплення.
7. Структура і фізико-механічні властивості поверхневого шару деталі.
8. Економічні втрати від тертя.
9. Макрогеометрія поверхні деталі.
10. Мікрогеометрія поверхні деталі.
11. Методи оцінки мікрогеометрії деталі.
12. Роль мащення в трибоспряженні. Види змащення.
13. Граничне мащення.
14. Рідинне мащення.
15. Вплив поверхневого шару матеріалу на роботоздатність виробу.
16. Контакткування поверхонь деталей.
17. Причини порушення вихідних параметрів об'єктів, та виникнення відказів.
18. Розкрити поняття відказ.
19. Класифікація відказів.
20. Види відказів по складності їх усунення.
21. Фактори. Що визначають рівень надійності машини.
22. Причини руйнування деталей.
23. Пластичне деформування деталей.
24. Крихке та грузле руйнування деталей.
25. Втомлювальне руйнування деталей.
25. Теплове руйнування деталей.
26. Оплавлення та руйнування деталей під впливом електромагнітного поля.
27. Втрата приданих службових властивостей.
28. Корозія. Види корозії.
29. Старіння матеріалів.
30. Основні групи видів зношування.
31. Види механічного зношування.

32. Абразивне зношування.
33. Ерозійне зношування.
34. Втомлювальне зношування.
35. Кавітаційне зношування.
36. Фретінг-корозія.
37. Адгезійне зношування.
38. Види механо - хімічного зношування.
39. Окиснювальне зношування.
40. Електроерозійне зношування.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ №2

1. Розподіл матеріалів пар тертя.
2. Вибір матеріалів вузлів тертя.
3. Матеріали для підшипників ковзання та кочення.
4. Антифрикційні матеріали.
5. Правила підбору матеріалу пар тертя.
6. Конструктивні способи підвищення зносостійкості деталей.
7. Заміна зовнішнього тертя на внутрішнє.
8. Оцінювання і вибір схеми вузла тертя.
9. Вибір матеріалів пар тертя.
10. Заміна виду тертя.
11. Використання принципу піддатливості.
12. Захист від бруду.
13. Рівностійкість, самоорганізація форми, вибірковий перенос,
14. Принцип плаваючих деталей.
15. Класифікація мастильних матеріалів.
16. Показники, що характеризують властивості мастильних матеріалів.
17. Присадки до мастильних матеріалів.
18. Пластичні мастильні матеріали.
19. Вибір мастильних матеріалів.
20. Технологічні способи підвищення зносостійкості деталей.
21. Термічне зміцнення поверхонь тертя.
22. Хіміко-термічна обробка поверхонь тертя.
23. Нанесення зносостійких покриттів на поверхні тертя.
24. Електромеханічна обробка поверхонь тертя.
25. Вибір способу обробки з ціллю підвищення зносостійкості.
26. Наплавлення зносостійкого шару на поверхні тертя.

27. Механічне зміцнення поверхонь тертя.
28. Зносостійкість вузлів тертя при експлуатації.
29. Вплив очищення деталей на їх зносостійкість.
30. Вплив обкатки машин на зносостійкість вузлів тертя.
31. Вплив режимів експлуатації на зносостійкість вузлів тертя.
32. Мащення вузлів при експлуатації.
33. Визначення повного та залишкового ресурсу спряження розрахунковим способом.
34. Визначення повного та залишкового ресурсу спряження графічним способом.
35. Методи визначення скритих дефектів.
36. Капілярні методи дефектоскопії.
37. Магнітна дефектоскопія.

6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Антипенко А.М. та ін. Основи трибології / А.М. Антипенко, О.М. Белас, В.А. Войтов, О.С. Вотченко – Харків : ХНТУСГ, 2008. – 342 с.
2. Закалов О.В. Основи тертя і зношування в машинах / О.В. Закалов, І.О. Закалов – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 322 с.
3. Беркович И.И. Трибология / И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский – Самара: СГТУ, 2000. – 268 с.

Допоміжна

4. Чичинадзе, А.В. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе [и др.]; под общей ред. А.В. Чичинадзе. – Москва : Машиностроение, 2003. – 576 с.
5. Куксенова, Л.И. Методы испытаний на трение и износ / Л.И. Куксенова. - Москва: Интернет Инжиниринг 2001. – 152 с.
6. Чичинадзе, А.В. Основы трибологии. Учебник для технических вузов / А.В. Чичинадзе. – Москва :Машиностроение, 2001. – 664 с.
7. Гаркунов Г.Н., Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. Триботехника/ Г.Н. Гаркунов, Э.Л.Мельников, В.С. Гаврилюк - М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 344 с.

7. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua/course/view.php?id=818>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Методичний кабінет кафедри ТСС АПК.
4. Сайт кафедри ТСС АПК <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/>
5. Internet.