

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

Будівельний факультет
Кафедра: Машинобудування та технічний сервіс машин

Назва освітньої компоненти:
ОСНОВИ ТРИБОЛОГІЇ ТА ТРИБОТЕХНІКИ

Код та назва спеціальності:
131 – прикладна механіка

Назва освітньої програми:
ОРГАНІЗАЦІЯ ПАЛИВО-МАСТИЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА ПІДПРИЄМСТВ

Рівень освіти: бакалаврський

Форма навчання: денна та заочна

Семестр: 6, весняний

Кількість кредитів ЄКТС: 6,0

Форма підсумкового контролю: екзамен

Розробник програми:
Воронін Сергій Володимирович,
д.т.н, професор,
завідувач кафедри машинобудування та технічного сервісу машин

Харків, 2025

2 ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Галузь знань: 13 – механічна інженерія
Обов'язкова / Вибіркова: обов'язкова
Курс: 3 / Семестр: 6

3 ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ

ПІБ викладача: Воронін Сергій Володимирович
Контактна інформація: spprm@kart.edu.ua, 730-10-66, кабінет 2.412
Час консультацій: кожен вівторок з 14.00 -15.30
Форми зв'язку: Zoom, Moodle

4 МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета навчальної дисципліни:

формування знань та розумінь основних досягнень трибології та триботехніки, формування навичок вирішення інженерних прикладних триботехнічних задач та навичок проведення трибологічних випробувань конструкційних і мастильних матеріалів.

Завдання дисципліни:

- отримання знань щодо історії розвитку трибології;
- вирішення задач механіки контактної взаємодії твердих тіл при терті;
- дослідження процесів та явищ, які протікають при сухому терті та терті в присутності мастильного матеріалу;
- засвоєння триботехнічних методів підбору та випробувань конструкційних і мастильних матеріалів;
- вивчення існуючих методів забезпечення зносостійкості деталей машин.

5 КОМПЕТЕНТНОСТІ І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Інтегральна компетентність:

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в прикладній механіці зокрема у сфері паливо-мастильного господарства підприємств або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів механічної інженерії і характеризується комплексністю та частковою невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК06. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності (ФК):

- ФК01. Здатність до аналізу паливо-мастильних матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.
- ФК02. Здатність робити оцінки параметрів працездатності експлуатаційних матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів паливо-мастильного господарства підприємств, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.
- ФК05. Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність,

витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин. ФК10. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

Програмні результати навчання (РН):

РН02. Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань у сфері паливо-мастильного господарства підприємств.

РН03. Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість, зносостійкість деталей машин.

РН08. Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень експлуатаційних матеріалів.

6 ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)

Перелік дисциплін чи курсів, необхідних для засвоєння:

1) Освітні компоненти першої черги:

- вища математика
- хімія
- обчислювальна техніка і програмування
- фізика
- нарисна геометрія, інженерна (комп'ютерна) графіка

2) Освітні компоненти другої черги:

- теоретична механіка
- опір матеріалів
- матеріалознавство та технологія металів
- машинобудівна гідравліка
- теорія механізмів і машин

3) Освітні компоненти третьої черги:

- системи автоматизованого проектування
- деталі машин і основи конструювання
- теоретичні основи створення машин

7 ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)

Дисципліни, для яких знання з цієї дисципліни є базовими:

4) Освітні компоненти четвертої черги:

- автомобілі і трактори
- машини для будівництва шляхів
- будівельні та колійні машини
- метрологія і стандартизація
- експлуатація машин

5) Освітня компонента п'ятої черги:

- переддипломна практика;

6) Освітня компонента шостої черги:

- підготовка до захисту випускної кваліфікаційної роботи.

8 ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Відповідно до резолюції ООН №70/1 та Указу Президента України №722/2019, освітня компонента сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку:

SDG 4: [забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх]

SDG 8: [сприяння поступальному, всеохоплюючому та сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх]

SDG 9: [створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям]

SDG 12: [забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва]

Опис реалізації (сформулювати коротко):

Як зміст, методи навчання, завдання та результати підтримують ці цілі:

– застосування цифрових платформ та наукових досягнень прикладної механіки та машинобудування відповідають цілі SDG 4;

– вивчення методів триботехнічної оптимізації та удосконалення конструкцій технологічних машин відповідають цілям SDG 8, SDG 9 та SDG 12.

9 ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Модуль 1. Поняття трибологічної системи. Базові відомості про контакт та тертя твердих тіл

Тема 1 (Л 1). Історія розвитку трибології. Загальні поняття та визначення

Тема 2 (Л 2,3). Загальна модель трибосистеми. Основні задачі трибології та триботехніки

Тема 3 (Л 4, 5). Контактна взаємодія твердих тіл

Тема 4 (Л 6). Сухе тертя. Види, природа та основні закономірності

Тема 5 (Л 7, 8). Тертя в присутності мастильного матеріалу. Види мащення, основні закономірності.

Модуль 2. Внутрішній стан та вихідні параметри трибологічних систем. Методи їх розрахунку та випробувань.

Тема 6 (Л 9, 10). Внутрішній стан трибосистеми. Основні процеси та явища.

Тема 7 (Л 11). Вихідні параметри трибосистеми. Основні поняття, умова та закономірності зовнішнього тертя.

Тема 8 (Л 12, 13). Вихідні параметри трибосистеми. Механізми руйнування та закономірності зношування.

Тема 9 (Л 14, 15). Методи розрахунку та випробування трибосистем.

10 ТЕМАТИКА СЕМІНАРСЬКИХ/ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

- розрахунок сили та коефіцієнту сухого тертя
- розрахунок параметрів контакту твердих тіл різної форми
- розрахунок параметрів трибосистем за різних видів мащення
- розрахунок товщини та несучої здатності граничної мастильної плівки

11 ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

- визначення коефіцієнтів сухого тертя різних конструкційних матеріалів
- визначення коефіцієнта зчеплення в моделі контакту «колесо-рейка»
- трибологічні випробування мастильних матеріалів на машині тертя ЧКМ
- випробування трибосистем на машині тертя СМЦ-2

12 САМОСТІЙНА РОБОТА

Види завдань:

- опрацювання теоретичного матеріалу
- підготовка до практичних/лабораторних занять
- виконання індивідуальних завдань
- підготовка до підсумкового контролю

13 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

ДЕННА ФОРМА

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
Модуль 1						
1	Історія розвитку трибології. Загальні поняття та визначення	2	1	-	10	13
2	Загальна модель трибосистеми. Основні задачі трибології та триботехніки	4		3	10	17
3	Контактна взаємодія твердих тіл	4	4	4	15	27
4	Сухе тертя. Види, природа та основні закономірності	2	2	-	10	14
5	Тертя в присутності мастильного матеріалу. Види мащення, основні закономірності	4		-	15	19
Модуль 2						
6	Внутрішній стан трибосистеми. Основні процеси та явища	4	2	4	15	25
7	Вихідні параметри трибосистеми. Основні поняття, умова та закономірності зовнішнього тертя	2	2	-	15	19

8	Вихідні параметри трибосистеми. Механізми руйнування та закономірності зношування	4	4	-	15	23
9	Методи розрахунку та випробування трибосистем	4	-	4	15	23
Всього:		30	15	15	120	180

ЗАОЧНА ФОРМА

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
Модуль 1						
1	Історія розвитку трибології. Загальні поняття та визначення	0,5	-	-	15	15,5
2	Загальна модель трибосистеми. Основні задачі трибології та триботехніки	0,5	-	-	15	15,5
3	Контактна взаємодія твердих тіл	1	2	2	16	21
4	Сухе тертя. Види, природа та основні закономірності	1	2	-	16	19
5	Тертя в присутності мастильного матеріалу. Види мащення, основні закономірності	1	-	2	16	19
Модуль 2						
6	Внутрішній стан трибосистеми. Основні процеси та явища	1	-	2	19	22
7	Вихідні параметри трибосистеми. Основні поняття, умова та закономірності зовнішнього тертя	1	2	-	20	23
8	Вихідні параметри трибосистеми. Механізми руйнування та	1	2	-	20	23

	закономірності зношування					
9	Методи розрахунку та випробування трибосистем	1	-	2	19	22
Всього:		8	8	8	156	180

14 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Види: Супутня освітня компонента - Курсова робота

Тематика:

- розрахунок параметрів та вибір обладнання системи дозованого змащування
- розрахунок параметрів та вибір обладнання системи циркуляційного змащування
- обґрунтування параметрів та оцінка довговічності підшипників ковзання
- обґрунтування параметрів та оцінка довговічності підшипників кочення

Вимоги:

- виконується за індивідуальним завданням, яке здобувач отримує на початку семестру
- пояснювальна записка обсягом 20 – 50 сторінок, оформлена за ДСТУ 3008:2015
- графічна частина обсягом 1-2 креслення (загального виду, складальне, схеми тощо)

15 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Словесні та наочні (лекції з презентаціями); практичні, проектні та дослідницькі (практичні заняття, лабораторні та курсові роботи)

16 ФОРМИ КОНТРОЛЮ

ДЕННА ФОРМА:

Поточний контроль: відвідування занять та активність на них, якість виконання практичних та лабораторних робіт

Модульний контроль: тестування

Підсумковий контроль: іспит

ЗАОЧНА ФОРМА:

Поточний контроль: відвідування занять та активність на них, якість виконання практичних та лабораторних робіт

Модульний контроль: відсутній

Підсумковий контроль: іспит

17 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

ДЕННА ФОРМА:

Загальні критерії:

Підсумкова оцінка за засвоєння освітньої компоненти визначається як середнє арифметичне модульних оцінок, отриманих за результатами 1-го та 2-го модульного контролю за умови, що курсова робота вже успішно захищена. Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач за один модуль становить 100 (поточний контроль – до 60 балів, модульний контроль / тестування – до 40 балів). Якщо здобувач не погоджується із запропонованою оцінкою, він може підвищити її лише на один рівень за шкалою ECTS шляхом складання іспиту.

Підсумкова оцінка в екзаменаційній відомості та заліковій книжці (індивідуальному навчальному плані) здобувача, виставлена за 100-бальною шкалою, має переводитись до національної шкали («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкали ECTS згідно з таблицею:

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	За шкалою ECTS
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальним вимогам	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібне повторне складання іспиту (без повторного вивчення освітньої компоненти)	35-59	FX
	Незадовільно - повторне складання іспиту не допускається (повторне вивчення освітньої компоненти)	< 35	F

Критерії модульного оцінювання:

Принцип формування оцінки за модуль за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати здобувач за різними видами робіт:

Максимальна кількість балів за модуль		
Поточний контроль	Модульний контроль (тестування)	Сума балів за модуль
до 60	до 40	до 100
Поточний контроль:		
Активність на заняттях (лекціях, практичних, лабораторних)		до 40
Виконання всіх видів самостійної роботи, окрім курсової роботи		до 20
Підсумок		до 60

Практичні та лабораторні роботи:

Оцінюються залежно від рівня та якості виконання їх здобувачем. За комплект практичних та лабораторних робіт, що входять до одного модуля, **здобувач може отримати до 40 балів**. В ці бали враховується якість підготовки здобувача до виконання робіт, індивідуальна активність при їх виконанні, відповіді на питання при захисті робіт, нестандартні рішення та творчий підхід при виконанні тощо.

Самостійна робота:

Оцінюється рівень засвоєння здобувачем тем, які визначені для самостійного вивчення. Оцінювання проводиться шляхом перевірки самостійно складеного конспекту теми, опитування здобувача, презентації, реферату тощо. **Максимальна кількість балів складає 20 за модуль.**

Модульний контроль (тестування):

Оцінюється за кількістю вірних відповідей на тестові модульні питання (наприклад, 20 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

Іспит:

До складання іспиту допускаються здобувачі, які успішно захистили курсову роботу та прагнуть підвищити власну попередню підсумкову оцінку, отриману за результатами 1-го та 2-го модульного контролю, на один рівень за шкалою ECTS. Іспит проводиться шляхом надання відкритих відповідей на питання екзаменаційного білету (видається викладачем на початку іспиту) або складанням підсумкового тесту в системі дистанційної освіти, на розсуд викладача.

Критерії оцінювання курсової роботи:

Як супутня освітня компонента, курсова робота оцінюється окремо. Підсумкова оцінка за курсову роботу виставляється в окрему екзаменаційну відомість та окремим записом в заліковій книжці (індивідуальному навчальному плані) здобувача. Оцінка також повинна бути виставлена за 100-бальною шкалою, переведена до національної шкали («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та до шкали ECTS.

Розподіл балів оцінювання курсової роботи за окремими компонентами наведено в таблиці:

Оцінювання курсової роботи за 100 бальною шкалою			
Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 40	до 20	100

Захист курсової роботи відбувається наприкінці семестру, до отримання оцінки за другий модуль, в індивідуальному порядку, і може відбуватися прилюдно або шляхом складання відповідного тесту, есе в системі дистанційного навчання. Успішний захист і отримання підсумкової оцінки за виконання курсової роботи є обов'язковою умовою для отримання підсумкової оцінки за засвоєння освітньої компоненти «Основи трибології та триботехніки».

ЗАОЧНА ФОРМА:

Загальні критерії:

Підсумкова оцінка за засвоєння освітньої компоненти визначається за результатом складання іспиту. Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач за іспит складає 100.

До складання іспиту допускаються здобувачі, які успішно захистили курсову роботу, а також виконали на мінімальному рівні практичні та лабораторні роботи. Іспит проводиться шляхом надання відкритих відповідей на питання екзаменаційного білету (видається викладачем на початку іспиту) або складанням підсумкового тесту в системі дистанційної освіти, на розсуд викладача.

Підсумкова оцінка в екзаменаційній відомості та заліковій книжці (індивідуальному навчальному плані) здобувача, виставлена за 100-бальною шкалою, має переводитись до національної шкали («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкали ECTS згідно з таблицею:

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	За шкалою ECTS
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A

ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальним вимогам	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібне повторне складання іспиту (без повторного вивчення освітньої компоненти)	35-59	FX
	Незадовільно - повторне складання іспиту не допускається (повторне вивчення освітньої компоненти)	< 35	F

Критерії оцінювання курсової роботи:

Як супутня освітня компонента, курсова робота оцінюється окремо. Підсумкова оцінка за курсову роботу виставляється в окрему екзаменаційну відомість та окремим записом в заліковій книжці (індивідуальному навчальному плані) здобувача. Оцінка також повинна бути виставлена за 100-бальною шкалою, переведена до національної шкали («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та до шкали ECTS.

Розподіл балів оцінювання курсової роботи за окремими компонентами наведено в таблиці:

Оцінювання курсової роботи за 100 бальною шкалою			
Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 40	до 20	100

Захист курсової роботи відбувається наприкінці семестру, до отримання оцінки за другий модуль, в індивідуальному порядку, і може відбуватися прилюдно або шляхом складання відповідного тесту, есе в системі дистанційного навчання. Успішний захист і отримання підсумкової оцінки за виконання курсової роботи є обов'язковою умовою для отримання підсумкової оцінки за засвоєння освітньої компоненти «Основи трибології та триботехніки».

18 АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

В Українському державному університеті залізничного транспорту діє кодекс академічної доброчесності.

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи здобувачі можуть консультуватися з викладачами та з іншими здобувачами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином.

Види академічного плагіату: дослівне запозичення текстових фрагментів без оформлення їх як цитат з посиланням на джерело; використання інформації з джерела без посилання на це джерело; перефразування тексту джерела; подання як власних робіт, виконаних на замовлення іншими особами.

Етика використання AI-інструментів: здобувачі можуть використовувати інструменти штучного інтелекту для пояснення складних тем простими словами, перевірки граматики та стилю, самоперевірки знань; недопустиме використання AI для генерування готових відповідей на контрольні чи практичні завдання.

Правила поведінки на заняттях: заходити на онлайн-заняття вчасно; використовувати своє справжнє ім'я та прізвище на платформі Zoom; дотримуватися ввічливого спілкування; вимикати мікрофон та вмикати його лише під час діалогу з викладачем; камера за можливості має бути увімкненою. У разі невідключення до заняття та відсутності реакції здобувача на звернення викладача він вважається відсутнім.

19 ІНТЕГРАЦІЯ ЗДОБУВАЧІВ ІЗ ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Для інтеграції здобувачів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням:

<http://do.kart.edu.ua/>

20 ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Перелік питань для підготовки до іспиту:

1. Історія розвитку трибології. Роботи Леонардо Да Вінчі
2. Історія розвитку трибології. Закон Амонтона - Кулона
3. Історія розвитку трибології. Подвійна природа сили тертя
4. Поняття тертя. Види тертя
5. Тертя спокою. Поняття попереднього зміщення та коефіцієнту зчеплення
6. Загальна модель трибологічної системи. Перелік вхідних параметрів
7. Загальна модель трибологічної системи. Перелік параметрів внутрішнього стану
8. Загальна модель трибологічної системи. Перелік вихідних параметрів
9. Сухе тертя. Види, механізми, сила, коефіцієнт тертя
10. Характеристики шорсткості поверхні тертя
11. Статичний пружний контакт ідеальних тіл. Формула Герца для контакту куль
12. Статичний пружний контакт ідеальних тіл. Формула Герца для контакту циліндрів
13. Статичний пружний контакт шорстких тіл. Поняття фактичної площі контакту
14. Поняття контурної, номінальної та фактичної площі контакту
15. Пружний контакт ідеальних тіл при взаємному русі. Основні залежності
16. Контакт шорстких тіл. Поняття зближення контактуючих поверхонь
17. Методи збільшення фактичної площі контакту шорстких тіл
18. Тертя кочення. Класифікація, кінематичний аналіз
19. Тертя кочення. Класифікація, силовий аналіз
20. Тертя кочення з проковзуванням. Умови виникнення, приклади
21. Тертя спокою та ковзання. Умова переходу, основні характеристики
22. Явище адгезії. Природа сил, основні характеристики
23. Явище когезії. Природа сил, основні характеристики
24. Робота сили тертя. Термодинамічні характеристики трибологічної системи
25. Енергетичні характеристики тертя. Тепловиділення в процесі тертя
26. Тертя з мастильним матеріалом. Мастильна здатність, мащення та змащування
27. Загальна класифікація видів мащення
28. Гідростатичне мащення. Визначення та умови реалізації
29. Гідростатичне мащення. Розрахункова схема та основні залежності
30. Гідродинамічне мащення. Визначення та умови реалізації
31. Гідродинамічне мащення. Розрахункова схема та основні залежності
32. Послідовність розрахунку гідродинамічних підшипників ковзання
33. Еласто-гідродинамічне мащення. Визначення, відмінності від гідродинамічного

34. Еласто-гідродинамічне мащення. Основні залежності
35. Граничне мащення. Визначення та особливості
36. Будова рідкокристалічної граничної мастильної плівки
37. Умова визначення товщини граничної мастильної плівки
38. Діаграма Герсі – Штрібека. Класифікація видів мащення за товщиною плівки
39. Показники мастильної здатності. Перелік, визначення та характеристики
40. Тверді антифрикційні матеріали. Класифікація та основні властивості
41. Поняття рівноважної шорсткості при терті
42. Загальна картина внутрішнього стану трибологічної системи
43. Класифікація вторинних структур за Б.І. Костецьким
44. Конкурентна фізична адсорбція. Характеристики, рівняння руху молекули
45. Поняття несучої здатності та питомої сили тертя граничної мастильної плівки
46. Трибомодифіковані шари металу. Види ТМШ та їх особливості
47. «Сандвіч» вторинних структур. Узагальнена крива їх міцності
48. Поняття фрикційного зв'язку. Класифікація ФЗ за шарами «сандвіча»
49. Визначення механічної складової тертя для пружно-пластичного контакту
50. Визначення атомно-молекулярної складової тертя за шарами «сандвіча»
51. Закон Амонтона-Кулона для пружно-пластичного контакту з врахуванням «сандвіча»
52. Класифікація фрикційних зв'язків за І.В. Крагельським
53. Умова зовнішнього тертя за І.В. Крагельським
54. Поняття схоплювання I та II роду. Механізм та умови виникнення
55. Поняття зношування. Визначення та кількісні показники
56. Знос та швидкість зношування. Визначення та основні залежності
57. Інтенсивність зношування. Визначення, види та основні залежності
58. Зносостійкість матеріалів. Визначення, залежності, класифікація за класами
59. Механізми руйнування твердих тіл при терті за І.В. Крагельським
60. Класифікація видів зношування за ДСТУ 2823 – 94
61. Втомне зношування. Визначення, умови, характеристики
62. Абразивне та гідроабразивне зношування. Визначення, умови, характеристики
63. Методи боротьби з абразивним зношуванням
64. Корозійне та корозійно-механічне зношування. Визначення, умови, характеристики
65. Кавітаційне зношування. Визначення, умови, характеристики
66. Гідроерозійне зношування. Визначення, умови, характеристики
67. Фретингове та фретинг-корозійне зношування. Визначення, умови, характеристики
68. Адгезійне зношування. Визначення, умови, характеристики
69. Електроерозійне зношування. Визначення, умови, характеристики
70. Механічне зношування. Визначення, умови, характеристики
71. Методика розрахунку на знос при ідеальному пружному контакті
72. Методика розрахунку на знос при пластичному контакті
73. Методика розрахунку на знос при пружно-пластичному контакті
74. Методика теплового розрахунку підшипників ковзання
75. Методика розрахунку довговічності підшипників кочення
76. Циркуляційні системи змащування. Схема, основні параметри, перелік обладнання
77. Послідовні системи змащування. Схема, основні параметри, перелік обладнання
78. Аерозольні системи змащування. Схема, основні параметри, перелік обладнання
79. Методика розрахунку товщини граничної мастильної плівки
80. Методика розрахунку сили когезії в рідкокристалічній граничній плівці
81. Методика розрахунку питомої сили тертя в рідкокристалічній граничній плівці
82. Методи «стопи» пластин та кульок для визначення товщини мастильної плівки

83. Конструктивні особливості чотирикулькової машини тертя за ДСТУ 9490
84. Методика визначення діаметру плями зносу на ЧКМ
85. Методика визначення критичного навантаження на ЧКМ
86. Методика визначення навантаження зварювання на ЧКМ
87. Методика визначення індексу задиру на ЧКМ
88. Конструктивні особливості машини тертя СМЦ-2, схеми випробуваних зразків
89. Методика визначення вагового зносу зразків при застосуванні машини тертя СМЦ-2
90. Методика визначення лінійного зносу зразків методом «лунок» на машинах тертя

21 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. Венцель Є.С. Основи трибології та хімотології: Навч. посібник / Є.С. Венцель, Є.М. Лисіков, А.В. Євтушенко – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 241 с.
2. Кіндрачук М. В. Трибологія : підруч. / М. В. Кіндрачук, В. Ф. Лабунець, М. І. Пашечко, Є. В. Корбут. – К.: НАУ-друк, 2009. – 392 с.
3. Juvinal R. C., & Marshek K. M. Fundamentals of Machine Component Design. 5th ed. / R. C. Juvinal, K. M. Marshek. – Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 2011. – 928 p.
4. Термінологічний словник-довідник з трибології, надійності та нанотехнологій / [Івченко Л. Й., Черкун В. Ю., Кубіч В. І., Черкун В. В.]; за заг. ред. Л. Й. Івченка – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 116 с.
5. Триботехніка машинобудівної галузі : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – [Вид. 2-ге, перероб. та доп.]. – Вінниця : ВНТУ, 2025. – 123 с.
6. Аулін В. В. Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах : монографія. – Кіровоград : КОД, 2014. – 370 с.
7. Дмитриченко М. Ф. Мастильна дія олив в умовах еластогідродинамічного мащення : монографія / М. Ф. Дмитриченко, О. А. Міланенко. – К. : Інформавтодор, 2009. – 184 с.
8. Шевеля В. В. Трибохімія і реологія зносостійкості / В. В. Шевеля, В. П. Олександренко. – Хмельницький : ХНУ, 2006. – 278 с.
9. Дмитриченко М. Ф. Триботехніка та основи надійності машин : навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, Р. Г. Мнацаканов, О. О. Мікосянчик ; Нац. транспорт. ун-т. – К. : ІНФОРМАВТОДОР, 2006. – 216 с.
10. Основи трибології: Підручник / [Антипенко А.М., Белас О.М., Войтов В.А. та ін.] / За ред. Войтов В.А. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 342 с.
11. Диха О.В. Розрахунки та випробування на надійність машин і конструкцій : навч. посібник / О. В. Диха, Р. В. Сорокатиий, О. П. Бабак. – Хмельницький : ХНУ, 2011. – 151 с.
12. Вузли тертя машин. Розрахунки на зносостійкість : навч. посібник / Диха О. В. - Хмельницький : ХНУ, 2013. - 147 с.
13. Триботехнічне матеріалознавство та триботехнологія в задачах : навч. посібник / В. Б. Тарельник. – Суми : Університетська книга, 2014. - 191 с.
14. Лисіков Є.М. Надмолекулярні структури рідких мастильних середовищ та їх вплив на знос технічних систем : монографія / Є.М. Лисіков, В.Б. Косолапов, С.В. Воронін. – Харків: ЕДЕНА, 2009. – 274 с.
15. Воронін С.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи нанотехнологій» / С.В. Воронін, Д.В. Онопрейчук, О.В. Суранов, О.О. Суранов, І.Ю. Сафонюк. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – 57 с.

Додаткова література:

1. Александров Є. Є. Підвищення ресурсу технічних систем шляхом використання електричних та магнітних полів [монографія] / Є. Є. Александров, І. А. Кравець, Є. М. Лисіков [та інш.]. – Харків : НТУ «ХП», 2006. – 544 с.
2. ДСТУ 2823 – 94. Зносостійкість виробів тертя, зношування та мащення. Терміни та визначення : видання офіційне. – Затв. і введ. 1994–31–10. – К. : Держстандарт України, 1995. – 31 с.
3. ДСТУ 9490-75 Матеріали мастильні рідкі та пластичні. Метод визначення трибологічних характеристик на чотирикульковій машині : видання офіційне. – Дата прийняття 2022–07–10. – К. : Держстандарт України, 2022. – 47 с.
4. ДСТУ ГОСТ ISO 7902-1:2003. Гідродинамічні радіальні підшипники ковзання, які працюють в стаціонарному режимі. Круглоциліндричні підшипники. Частина 1. Метод розрахунку.
5. ДСТУ ГОСТ ISO 7902-2:2003. Гідродинамічні радіальні підшипники ковзання, які працюють в стаціонарному режимі. Круглоциліндричні підшипники. Частина 2. Функції, використовувані для розрахунку.
6. ДСТУ ГОСТ ISO 7904-1:2003. Підшипники ковзання. Умовні позначення. Частина 1. Основні умовні позначення.
7. ДСТУ ISO 281:2007. (2007). Rolling bearings – Dynamic load ratings and rating life. Geneva: International Organization for Standardization: видання офіційне. – Дата прийняття 2017–08–19. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 48 р.
8. Лисіков Є.М. Нанотехнології на залізничному транспорті: навч. посібн. / Є.М. Лисіков, С.В. Воронін, О.О. Скорик, Д.В. Онопрейчук. – Харків: ДІСА ПЛЮС, 2013. – 212 с.

22 МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Відомості про матеріально-технічне забезпечення курсу містяться на сторінці кафедри машинобудування та технічного сервісу машин за посиланням: <https://kart.edu.ua/department/kafedra-bkvrn>.

Онлайн-курс розміщений на порталі дистанційного навчання університету за посиланням: <https://do.kart.edu.ua/course/index.php?categoryid=86>

23 ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

Воронін Сергій Володимирович, д.т.н., професор, завідувач кафедри машинобудування та технічного сервісу машин, spprm@kart.edu.ua, (057) 730-10-66.

Алфьоров Олексій Ігорович, д.т.н., професор, професор кафедри машинобудування та технічного сервісу машин, spprm@kart.edu.ua, (057) 730-10-72.

24 ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)

Затверджено на засіданні кафедри машинобудування та технічного сервісу машин від 01 вересня 2025 року протокол №1.

