

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерії, транспорту та архітектури

Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

21 лютого 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вузли тертя машин

Назва дисципліни

Галузь знань 13 – Механічна інженерія

Спеціальність – 132 – Матеріалознавство

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОПП.15.

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (цикл професійної підготовки)

Факультет – Інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра – Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин							Форма семестрового контролю			
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття					Семінарські заняття	Самостійна робота, в.т.ч. ПРС	Курсовий проект	Курсова робота	залік	іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Самостійна робота						
О	Д	4	7	5	150	68	34		34		82		+	+		
О	З	4	7	5	150	4	2		2		146		+	+		

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Відновлення та технічний сервіс автомобілів» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»

Робоча програма складена


Підпис автора

д.т.н., проф. Олександр ДИХА

(Ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора)

Схвалена на засіданні кафедри

Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол від 12 січня 2024 р. № 6.

Зав. кафедри


Підпис

Олександр ДИХА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету Інженерії, транспорту та архітектури, Протокол від 31 січня 2024 р. № 5

Голова вченої ради факультету


Підпис

Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Вузли тертя машин

Тип (статус) дисципліни	Обов'язкова професійної підготовки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	Сьомий
Кількість призначених кредитів ЄКТС	5
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна/заочна

Результати навчання:

Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення. Знати та застосовувати у професійній діяльності принципи проектування нових матеріалів. Обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки. Знаходити потрібну інформацію у літературі, консультиватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації. Знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірювальних приладів. Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання. Аналізувати основні види відмов деталей автомобілів, ідентифікувати їх причини. Розробляти технологічні процеси відновлення зношених поверхонь деталей автомобіля.

Зміст навчальної дисципліни. Класифікація вузлів тертя машин за умовами зношування. Особливості конструкції вузлів тертя машин. Методики розрахунку вузлів тертя машин на довговічність за критерієм зносу.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); практичні (з використанням тренінгів, майстер-класів, практикумів); групові та індивідуальні консультації, самостійна робота, курсове проектування.

Форми оцінювання результатів навчання: усне опитування, тестування, захист практичних робіт, захист курсової роботи.

Вид семестрового контролю: іспит – 7 семестр, захист курсової роботи – 7 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Диха О.В. Розрахунки вузлів тертя машин: навчальний посібник / О.В. Диха. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 175 с.

2. Диха О.В. Вузли тертя та мащення: конспект лекцій з курсу для студентів спец. «Технологія та устаткування відновлення і підвищення зносостійкості машин і конструкцій» / О.В. Диха. – Хмельницький : ТУП, 2003. – 75 с.

3. Кіндрачук, М.В. Трибологія / М.В. Кіндрачук, В.Ф. Хабутель, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – К.: Вид-во Національного Авіаційного університету «НАУ-друк», 2009. – 232 с.

4. Диха О.В. Розрахунково-експериментальні методи керування процесами граничного змащування технічних трибосистем: монографія / О.В. Диха. – Хмельницький : ХНУ, 2018. – 179 с.

5. Диха О.В., Свідерський В. П., Дробот О. С., Машовець Н. С. Технологічне забезпечення довговічності технічних трибосистем / моно-графія. – Хмельницький : ХНУ, 2021. – 178 с. ISBN 978-966-330-395-6.

6. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/>.

3 Пояснювальна записка

Дисципліна "Вузли тертя машин" є дисципліною трибологічного циклу при підготовці фахівців зз відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій. Визначальним для прогнозування довговічності вузлів тертя машин є оцінка та аналіз процесів, які відбуваються в зоні контакту спряжених деталей машин. Побудова математичних моделей зносо-контактної взаємодії на стадії проектування конструкції дозволяє аналізувати вплив різних факторів на зносостійкість, знаходити слабкі місця в конструкції і розробляти шляхи її вдосконалення. Щоб досягнути цих вимог потрібні знання з особливостей конструкції та методів розрахунку вузлів тертя. Набуті при вивченні цього курсу знання є необхідними для розробки технологічних процесів створення зносостійких деталей в машинобудуванні, впровадження нових енерго- та матеріалозберігаючих методів відновлення та оцінка їх ефективності.

Пререквізити – вища математика, теоретична механіка, опір матеріалів, прикладна механіка, деталі машин, тертя, змащення та знос матеріалів, напруження та деформації в металах.

Кореквізити – ремонт і відновлення машин.

Відповідно до **Стандарту вищої освіти** із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

компетентності: Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань. Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів. Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства. Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем. Здатність аналізувати основні види відмов деталей автомобілів, ідентифікувати їх причини. Здатність розробляти технологічні процеси відновлення зношених поверхонь деталей автомобіля.

програмні результати навчання: Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення. Знати та застосовувати у професійній діяльності принципи проектування нових матеріалів. Обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки. Знаходити потрібну інформацію у літературі, консультиватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації. Знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірювальних приладів. Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання. Аналізувати основні види відмов деталей автомобілів, ідентифікувати їх причини. Розробляти технологічні процеси відновлення зношених поверхонь деталей автомобіля.

Мета дисципліни: надання знань та вмінь студентам в галузі інженерних методів розрахунку вузлів тертя технологічних та транспортних машин, а також вивчення типових конструктивних рішень при проектуванні вузлів тертя, які необхідні інженеру машинобудівного підприємства для проектування, виготовлення та експлуатації машин з триботехнічними спряженнями.

Предмет дисципліни. Конструкції типових вузлів тертя та мащення технологічних та транспортних машин. Методики розрахунків на знос вузлів тертя машин.

Завдання дисципліни. Показати особливості конструкцій вузлів тертя та їх основні відмінності в загальній системі вузлів і деталей машин; показати основні закономірності і підходи при оцінці довговічності різних вузлів тертя за критерієм зношування; пов'язати результати розрахунку часу роботи вузлів тертя машин з системою планування планових і поточних ремонтів машин, методами відновлення; сформулювати розуміння відповідальності довговічності відновлених деталей машин.

Зміст дисципліни. Класифікація вузлів тертя за умовами зношування. Методи розрахунку вузлів тертя за умовою торкання (конічні, шарові, дискові спряження). Розрахунок спряжень

другої групи (Циліндр-колодка, підшипники ковзання, гідродинамічні підшипники). Розрахунок вузлів тертя 3 і 4 груп (Циліндр-поршневе кільце, кулачкові і зубчасті передачі, напрямні машин). Тертя та зношування герметизуючих пристроїв. Тертя та зношування передач гнучкими елементами. Системи мащення вузлів тертя машин.

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: знати конструкції типових вузлів тертя та мащення технологічних та транспортних машин, методів розрахункової оцінки довговічності деталей тертя по критерію зносу; в м і т и приймати необхідні конструктивні рішення при проектуванні вузлів тертя з метою зниження зносу, проводити практичні розрахунки довговічності деталей тертя під час проектування та на основі цього оптимізувати конструкції вузла.

4 Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	лекції	практич. роботи	СРС	лекції	практич. роботи	СРС
<i>сьомий семестр</i>						
Тема 1. Предмет і задачі курсу “Вузли тертя машин”. Класифікація вузлів тертя за умовами зношування.	2	2	5			15
Тема 2. Методи розрахунку вузлів тертя за умовою торкання (конічні, шарові, дискові спряження).	4	4	10			30
Тема 3. Розрахунок спряжень другої групи (Циліндр-колодка, підшипники ковзання, гідродинамічні підшипники).	8	8	10	2	2	27
Тема 4. Розрахунок вузлів тертя 3 і 4 груп (Циліндр-поршневе кільце, кулачкові і зубчасті передачі, напрямні машин)	6	6	20			25
Тема 5. Тертя та зношування герметизуючих пристроїв.	4	4	17			20
Тема 6. Тертя та зношування передач гнучкими елементами.	4	4	10			10
Тема 7. Системи мащення вузлів тертя машин.	6	6	10			19
Разом за 7-й семестр:	34	34	82	2	2	146

5 Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Предмет і задачі курсу “Вузли тертя машин”. Умова торкання тіл. Два типи спряжень за умовою торкання. Знос поверхонь та знос з'єднань. Спряження з примусовим напрямком зношування. Знос при самовстановці деталей. Умови торкання для двох типів спряжень.[1, с. 11-28, 2,3 с. 1-10].	2
2	Класифікація спряжень за умовами зношування. Етапи розрахунку спряжень на знос. Умови зношування спряжень. П'ять класів спряжень за умовами зношування. Приклади спряжень для кожного класу та їх характеристика. Основні етапи розрахунку спряжень на знос. [1, с. 11-30].	2
3	Розрахунки триботехнічних спряжень з використанням умови торкання.	2

	Розрахунок зносу конічних та дискових поверхонь. Вихідні дані, закономірності зношування, основні розрахункові залежності. Частковий випадок -розрахунок зносу дисків. [1, с. 11-30, 3, с 78-81].	
4	Розрахунки триботехнічних спряжень з використанням умови торкання. Розрахунок зносу шарових поверхонь. Вихідні дані, закономірності зношування, основні розрахункові залежності. [1, с. 30-35].	2
5	Конструктивні особливості та розрахунок зносу підшипникових вузлів ковзання. Конструктивні особливості підшипників ковзання. Розрахунок контактних параметрів підшипників ковзання. [1, с. 35-60, 3, с 75-90].	2
6	Розрахунок зносу підшипника з оберненою парою тертя. Розрахунково-експериментальний метод оцінки зносу підшипника ковзання з прямою парою тертя. [1, с. 35-60, 3, с 75-90].	2
7	Розрахунок гідродинамічних підшипників ковзання. Конструктивні особливості підшипників ковзання рідинного тертя. Експлуатаційні характеристики підшипників. [3, с 90-111].	2
8	Розрахункова схема радіальних підшипників. Розрахунок критичної температури та мінімальної робочої товщини шару мастила у підшипнику [3, с 90-111].	2
9	Розрахунок зношування деталей циліндро-поршневої групи. Конструктивні особливості, тертя та мащення пари циліндр-поршневе кільце. Розрахунок зношування пари циліндр-поршневе кільце. Заходи по підвищенню зносостійкості деталей циліндро-поршневої групи [1, с 73-78].	2
10	Розрахунок зносу зубчастого зачеплення та кулачкових механізмів. Особливості зношування зубчастих зачеплень. Основні припущення. Методика розрахунку зносу. особливості зношування кулачкових механізмів. Методика розрахунку зносу [1, с. 306-308, 6 (т.1), с 381-383].	2
11	Напрямні машин. Основні групи та загальна класифікація напрямних машин. Конструктивні особливості, тертя та мащення напрямних ковзання. Стрибокподібний рух в напрямних ковзання. Знос напрямних ковзання. Конструктивні особливості, тертя та зношування напрямних кочення. [1, с 93-104, 3, с 48-73].	2
12	Герметизуючі пристрої. Конструктивні особливості та класифікація ущільнень. Особливості тертя та зношування рухомих, контактних герметизуючих пристроїв. Розрахунок зносу гумових ущільнень за втомлюваною теорією зношування [1, с 107-110].	2
13	Деталі передач гнучкими елементами. Пасові передачі. Ланцюгові передачі. Конвейєрні стрічки. [1, с 115-120].	2
14	Системи та способи мащення вузлів тертя. Загальні принципи конструювання систем мащення. Індивідуальне змащування. Індивідуальне неперервне проточне змащування без тиску. Індивідуальне неперервне циркуляційне змащування. Централізоване змащування. [1, с. 120-140].	2
15	Мастильні матеріали вузлів тертя машин. Класифікація, маркування, призначення, експлуатаційні та триботехнічні властивості. Моторні масла. Трансмісійні масла. Індустріальні масла [1, с. 120-140].	2
16	Мастильні матеріали вузлів тертя машин. Класифікація, маркування, призначення, експлуатаційні та триботехнічні властивості. [1, с. 120-140].	2
17	Пластичні мастила. Присадкові матеріали до мастил. [1, с. 120-140].	
	Разом за семестр	34

Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми навчання

Номер лекції	Тема лекції	Кількість годин
<i>сьомий семестр</i>		
1	Розрахунок зносу підшипника з оберненою парою тертя. Розрахунково-експериментальний метод оцінки зносу підшипника ковзання з прямою парою тертя. [1, с. 35-60, 3, с 75-90].	2
Разом :		2

5.2 Зміст практичних занять

Перелік практичних занять для студентів денної форми навчання

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
<i>сьомий семестр</i>		
1	Розрахунок підшипника ковзання з прямою парою тертя Літ.: [1] с.37-48	6
2	Розрахунок ресурсу підшипника ковзання з оберненою парою тертя. Літ.: [1] с.48-54	6
3	Розрахунок підшипника ковзання з урахуванням зносу цапфи і втулки. Літ.: [1] с.55-59	6
4	Гідродинамічний розрахунок підшипника ковзання Літ.: [1] с. 60-72	8
5	Розрахунок зношування прямолінійних напрямних ковзання. Літ.: [1] с. 93-103	8
Разом за семестр		34

Перелік практичних робіт для студентів заочної форми навчання

№ п/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
<i>сьомий семестр</i>		
1	Розрахунок підшипника ковзання з прямою парою тертя Літ.: [1] с.37-48	2
Разом:		2

У процесі виконання практичних робіт з дисципліни студенти набувають практичних навичок, зокрема із визначення умов роботи вузлів тертя, основних видів зношування і причин виходу з ладу. В результаті виконання розрахунків на знос аналізується вплив основних технологічних і конструктивних факторів на зношування деталей вузлів тертя. Узагальнені навички вибору і реалізації методу числового розрахунку вузлів тертя набуваються також на виробничих практиках та у процесі курсового і дипломного проектування.

5.3 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота здобувачів *денної / заочної* форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання домашніх робіт, тестування з теоретичного матеріалу, виконанні індивідуальних завдань, курсового проектування тощо.

Зміст самостійної роботи здобувачів денної / заочної форм навчання

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин	
		д.ф.	з.ф.
	Столий семестр		
1	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання практичної роботи №1	10	20
2	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту практичної роботи № 1 та виконання практичної роботи № 2 Підготовка розділу курсової роботи	10	20
3-6	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту практичної роботи № 2 та виконання практичної роботи № 3; підготовка до тестового контролю з тем 1-3	15	20
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту практичної роботи № 3 та виконання практичної роботи № 4 Підготовка розділу курсової роботи	15	20
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту практичної роботи № 4 та виконання практичної роботи № 5, Підготовка розділу курсової роботи	10	20
11-14	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту практичної роботи № 5 та підготовка до тестового контролю з тем 4-5, оформлення курсової роботи	10	20
15-18	Захист останньої практичної роботи, здача заборгованостей Захист курсової роботи	12	26
	Разом за 2-й семестр:	82	146

6 Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); практичні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, тренінгів, майстер-класів, практикумів), самостійна робота (опрацювання лекційного матеріалу, виконання курсової роботи), і мають за мету – оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з аналізу причин відмов вузлів тертя автомобіля, розрахунку зносостійкості вузлів тертя, у т. ч. з використанням сучасних досягнень трибології, застосування прикладних інженерних розрахункових пакетів, математичних методів моделювання тощо.

Необхідні інструменти, обладнання: прикладні розрахункові пакети програм.

7 Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та практичних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до практичного заняття;
- захист практичної роботи та оформлення звіту;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми;

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу, який проводиться методом тестування з усього матеріалу дисципліни. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим.

8 Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за інституційною **чотирибальною** шкалою і виставляється в електронному журналі обліку успішності. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих студентом **позитивно**, з урахуванням коефіцієнта вагомості і розраховується в автоматизованому режимі за відповідною програмою. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до з практичної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми роботи; якість оформлення звіту і графічної частини; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист практичної роботи.

Термін захисту практичної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене практичне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі. Захист курсової роботи здійснюється публічно перед комісією, призначеною зав. кафедри, у строки, встановлені графіком.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за інституційною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає, логічний виклад відповіді державною мовою (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними інструментами. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві–три несуттєві похибки .
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом і фаховою термінологією, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних завдань; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента будується на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві–три несуттєві помилки .
Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і суттєві помилки у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.

Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати теоретичні знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.
--------------	---

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота					Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, іспит
<i>Четвертий семестр</i>							
Практичні роботи №:					Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід
1	2	3	4	5	Т 1-4	Т 5-8	1
ВК: 0,4					0,2		0,4

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів заочної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, іспит
<i>Перший семестр</i>			
Практичні роботи №:	Контрольна робота Індивідуальне завдання		Підсумковий контрольний захід
1	Якість виконання	Оцінка за захист	1
ВК*: 0,3	0,1	0,1	0,5

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з сорока тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 20.

Оцінювання здійснюється за **чотирибальною** шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту:

Сума балів за тестові завдання	1–9	10–13	14–17	18–20
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 30 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Підсумкова семестрова оцінка виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться у межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться кількість балів, а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії оцінювання		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	4		Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4		Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незараховано	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

9 Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Знос поверхонь та знос спряжень. Умова торкання поверхонь. Два типи поверхонь за умовою торкання. Приклади.
2. Класифікація спряжень за умовами зношування. Приклади.
3. Основні етапи розрахунку спряжень на знос за умовою торкання.
4. Розрахунок на знос конічних поверхонь.
5. Розрахунок зношування дискових поверхонь.
6. Розрахунок зносу шарових поверхонь за умовою торкання.
7. Розрахунок зношування спряження обертовий циліндр-колодка в діаметральному перерізі.
8. Розрахунок зношування спряження обертовий циліндр - колодка в осьовому перерізі.
9. Розрахунок контактних параметрів радіальних підшипників ковзання при граничному терті.
10. Розрахунок зношування радіальних підшипників ковзання (обернена пара тертя).
11. Розрахунок зношування радіальних підшипників ковзання (пряма пара тертя).
12. Розрахунок мінімальної товщини шару мастила в гідродинамічних підшипниках ковзання.
13. Розрахунки гідродинамічних підшипників ковзання.
14. Розрахунок зношування пари циліндр-поршневе кільце.
15. Конструктивні особливості, тертя та мащення напрямних ковзання.
16. Розрахунок зношування напрямних ковзання.
17. Тертя та зношування напрямних кочення.
18. Розрахунок зношування зубчастих передач.
19. Розрахунок зношування кулачкових механізмів.
20. Тертя та зношування герметизуючих пристроїв.
21. Тертя та зношування передач гнучкими елементами.

10 Завдання на курсову роботу з дисципліни "Вузли тертя машин"

Вихідні дані: склад, креслення вузла тертя, робочі креслення деталей пари тертя, умови роботи.

№	Назва та зміст розділу роботи	Стор. А4	Термін	Тижнів
1.	<u>Аналіз конструкції вузла тертя.</u> 1.1. Призначення, загальна будова, основні функції машини, де застосовується вузол тертя 1.2. Опис конструкції вузла тертя згідно складального креслення. Конструктивні та технологічні особливості деталей пари тертя. Характеристика матеріалів пари тертя, хімічний склад, фізико-механічні властивості. 1.3. Загальна характеристика методів виготовлення деталей пари тертя. 1.4. Характеристика мащення деталей пари тертя. Опис способу та схема подачі мастильного матеріалу. Призначення, маркування, фізико-хімічні та антифрикційні властивості мастильного матеріалу.	10-12	10.10	2.0
2.	<u>Аналіз причин виходу з ладу деталей вузла тертя</u> 2.1. Види відмов деталей пари тертя та вузла в цілому, виробничі та літературні дані про надійність (ресурс) вузла тертя. 2.2. Якісна оцінка виду зношування пари тертя, ідентифікація виду зношування згідно з відомими моделями та механізмами. Детальний опис прийнятого механізму зношування за літературою	10-15	25.10	2.0
3.	<u>Визначення умов роботи вузла тертя та окремих деталей.</u> 3.1. Визначення сил, що діють на спряжені деталі пари тертя (методами статички та динаміки, торетичної механіки та теорії машин і механізмів). 3.2. Розрахунок контактного тиску в спряженні 3.3. Розрахунки швидкостей ковзання та шляхів тертя. 3.4. Розрахунок температури (при необхідності) 3.5. Оцінка товщини шару мащення	10-15	15.11	3.0
4.	<u>Розрахунки зносу вузла тертя.</u> 4.1. Вибір та опис методики розрахунку зносу. 4.2. Експериментальне визначення параметрів моделі зношування. 4.3. Чисельна реалізація розрахунку зносу вузла тертя. 4.4. Аналіз результатів розрахунку зносу, графіки залежностей від різних факторів.	10-15	1.12	3.0
5.	<u>Аналіз методів підвищення зносостійкості вузла тертя.</u> 5.1. Вибір нових конструктивних рішень , що забезпечують підвищення зносостійкості вузла тертя (2-3 ескізи нових конструкцій на основі патентного пошуку, огляду літератури) 5.2. Вибір технологічних методів підвищення зносостійкості заданої пари вузла тертя (загальна характеристика 2-3 технологічних методів підвищення зносостійкості).	15-20	10.12	2.0
6	<u>Захист курсової роботи</u>	50-70	15.12	

Назви вузлів тертя машин до виконання курсової роботи.

1. Гальмівний циліндр автавтомобіля ГАЗ-53
2. Вісь колеса сівалки
3. Ролик підтримуючий гусениці трактора ДТ-75
4. Шкворневий вузол тролейбуса, авт. КАМАЗ
5. Шкворневий вузол тролейбуса ЗИУ-4.
6. Деталі паливного насосу авт. ВАЗ-2107
7. Колінчастий вал автомобіля ВАЗ, ЗІЛ

8. Циліндро-поршнева група авт. ГАЗ-24
9. Газорозподільчий механізм авт. ВАЗ (кулачок-штовхач, стержинь клапана-напрямна втулка, опри розподільчого валу.
10. Шатунно-поршнева група двигуна ВАЗ (верхня головка-палець)
11. Привод паливного насосу авт ГАЗ
12. Поршневий палець авт. КАМАЗ
13. Передній міст автомобіля ЗІЛ-131
14. Кузов автомобіля ВАЗ, М2140 (рихтування, зварювання, фрабування)
15. Масляний насос авт ВАЗ
16. Деталі стартера автомобіля ВАЗ
17. Шарові опори автомобіля ВАЗ
18. Пальці рульових тяг автомобіля
19. Корпус вижимного підшипника авт. М2140
20. Гільзи циліндрів автомобіля
21. Паливний насос високого тиску дизеля (плунжерна пара, кулачковий механізм)
22. Деталі диференціалу автомобіля ЗІЛ 130
23. Пластинчатий насос
24. Первинний вал автомобіля ЗІЛ
25. Деталі турбокомпресору дизельного двигуна
26. Колінчастий вал автомобіля ВАЗ (чавунний)
27. Колінчастий вал автомобіля ЗІЛ-130 (стальний)
28. Паливний насос карбюраторного двигуна
29. Плунжерна пара паливного насосу високого тиску
30. Ущільнення водяного насосу автомобіля ВАЗ-2105
31. Ремонт і відновлення деталей кузова автомобіля
32. Насос пластинчатий Г12-М
33. Спряження палець - шатун дизельного двигуна
34. Муфта зчеплення автомобіля ГАЗ 3302- Таврія
35. Барабанный гальмівний механізм легкового автомобілю
36. Гальмівний циліндр автомобіля ГАЗ-53
37. Кулачковий вал приводу ПНВТ дизельного двигуна
38. Масляний насос НШ32У
39. Гільзи циліндрів двигуна ЯМЗ-236
40. Шворневий вузол автомобіля КАМАЗ
41. Цапфа поворотного кулака автомобіля КАМАЗ
42. Кулачковий вал приводу паливного насосу авт. ВАЗ
43. Газорозподільний механізм авт. ВАЗ - 2108
44. Маятниковий важіль рульового управління авт. ВАЗ
45. Поршневий компресор дизельного двигуна

11 Методичне забезпечення

Навчальний процес з дисципліни «Вузли тертя машин» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Вузли тертя машин: методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» / О. В. Диха, В.А. Гончар, В.О. Дитинюк. – Хмельницький : ХНУ, 2024. – 44 с.

12 Рекомендована література

Основна

1. Диха О.В. Розрахунки вузлів тертя машин: навчальний посібник / О.В. Диха. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 175 с.
2. Диха О.В. Вузли тертя та мащення: конспект лекцій з курсу для студентів спец. «Технологія та устаткування відновлення і підвищення зносостійкості машин і конструкцій» / О.В. Диха. – Хмельницький : ТУП, 2003. – 75 с.
3. Кіндрачук, М.В. Трибологія / М.В. Кіндрачук, В.Ф. Хабутель, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – К.: Вид-во Національного Авіаційного університету «НАУ-друк», 2009. – 232 с.
4. Диха О.В. Розрахунково-експериментальні методи керування процесом граничного змащування технічних трибосистем: монографія / О.В. Диха. – Хмельницький : ХНУ, 2018. – 179 с.
5. Диха О.В., Свідерський В. П., Дробот О. С., Машовець Н. С. Техно-логічне забезпечення довговічності технічних трибосистем / моно-графія. – Хмельницький : ХНУ, 2021. – 178 с. ISBN 978-966-330-395-6.

додаткова

1. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.
2. 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.
3. Трибофізика : підруч. для студентів вищ. навч. закл. / В. І. Дворук, В. А. Войтов. – Харків : [б.в.], 2014. – 373 с. : схеми, табл.
4. Дискретне зміцнення та зносостійкість циліндричних трибосистем ковзання : [монографія] / Диха О. В. [та ін.]. - Хмельницький : ХНУ, 2016. - 197 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 173-194. - 300 прим. - ISBN 978-966-330-260-7.

13 Інформаційні ресурси

- 1 Модульне середовище. Режим доступу: <https://msn.khmnu.edu.ua/>.
- 2 Електронна бібліотека університету.
Режим доступу : http://lib.khmnu.edu.ua/asp/php_f/p1age_lib.php .