**Nazwa przedmiotu:**

Bio-, mikro- i nanotribologia

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Tadeusz KAŁDOŃSKI

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Biogospodarka

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1110-BG000-ISP- 6303

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

W 20/+ ; C -/- ; L 10/+; sem -/-; Razem: 30

aktywność / obciążenie studenta w godz.
1. Udział w wykładach /20
2. Udział w laboratoriach /10
3. Udział w ćwicz. audytoryjnych /0
4. Udział w projektach /0
5. Udział w seminariach /0
6. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 16
7. Samodzielne przygotowanie do laboratoriów / 10
8. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń / 0
9. Samodzielne przygotowanie do seminarium / 0
10. Samodzielne przygotowanie do projektów / 0
11. Udział w konsultacjach (1+2+3+4+5) / 4,5
12. Przygotowanie do egzaminu (1+2+3+4+5) / 0
13. Przygotowanie do zaliczenia (1+2+3+4+5) / 12
14. Udział w egzaminie / 0
15. Sumaryczne obciążenie pracą studenta ( poz. 1÷13) 72,5 / 30 = 2,4 = 2,0 pkt ECTS
16. Zajęcia z udziałem nauczycieli ( poz. 1+2+3+4+5 +11+14): 34,5 / 30 = 1,15 = 1,0 pkt ECTS
17. Zajęcia o charakterze praktycznym ( poz. 2+3+4+5+7+8+9+10) 20 / 30 = 0,7 = 0,5 pkt ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka 1, Matematyka 2 / wymagania wstępne: znajomość aparatu matematycznego do opisu zagadnień mechanicznych
Fizyka 1, Fizyka 2 / wymagania wstępne: znajomość budowy i właściwości materii, znajomość rodzajów oddziaływań pomiędzy materią
Chemia ogólna 1, Chemia ogólna 2 / wymagania wstępne: znajomość podstawowych zależności między składem chemicznym substancji a jej właściwościami, znajomość podstawowych reakcji chemicznych, znajomość procesów chemicznych zachodzących w przetwórstwie płynów eksploatacyjnych
Materiałoznawstwo / wymagania wstępne: znajomość rodzajów materiałów konstrukcyjnych i ich własności, wielkości charakteryzujących materiały
Mechanika płynów / wymagania wstępne: znajomość modeli płynów, właściwości płynów, umiejętność interpretacji zjawisk i procesów z zakresu przepływu płynów lepkich
Metrologia i systemy pomiarowe / wymagania wstępne: znajomość zasad wykonywania pomiarów
Płyny eksploatacyjne / wymagania wstępne: znajomość podstawowych właściwości płynów eksploatacyjnych
Inżynieria biomateriałów / wymagania wstępne: znajomość rodzajów biomateriałów i ich własności, wielkości charakteryzujących biomateriały

**Limit liczby studentów:**

90

**Cel przedmiotu:**

Etapy i perspektywy rozwoju bio-, mikro- i nanotribologii. Mikro- i nanosytemy tribologiczne. Biomikro- i bionanosystemy tribologiczne. Wybrane techniki badawcze mikrosystemów tribologicznych. Badania mikro- i nanomechaniczne. Badania mikro- i nanotribologiczne. Badania biomikro- i bionanosystemów tribologicznych. Zastosowanie wyników badań mikro- i nanotribologicznych.

**Treści kształcenia:**

Wykład /metody dydaktyczne
1. Etapy i perspektywy rozwoju bio-, mikro- i nanotribologii
Rys historyczny rozwoju współczesnej tribologii. Podstawowe problemy analizowania procesów tribologicznych. Porównanie mikro- / nanotribologii i makrotribologii – od nanotribologii do teratribologii. Geneza i znaczenie mikro- / nanotribologii. Determinanty rozwoju mikro- / nanotribologii. Zakres i perspektywy rozwoju bio-, mikro- i nanotribologii. / 4 godz.
2. Mikro- i nanosytemy tribologiczne
Urządzenia z pamięcią magnetyczną MSD. Systemy mikroelektromechaniczne i nanoelektromechaniczne (MEMS i NEMS). Znaczenie mikro- / nanotribologii i mikro- / nanomechaniki dla MSD oraz MEMS i NEMS. / 2 godz.
3. Biomikro- i bionanosystemy tribologiczne
Biotribologia – przykłady materiałów i systemów. Bionika inspiracją dla inżynierów – wybrane zagadnienia. Biomikroelektromechaniczne i bionanoelektromechaniczne systemy (BioMEMS i BioNEMS). / 2 godz.
4. Wybrane techniki badawcze mikrosystemów tribologicznych
Mikroskopia skaningowego próbnikowania – skaningowy mikroskop tunelowy i mikroskop sił atomowych. Aparatura do oceny sił powierzchniowych. Urządzenia wspomagające badania systemów mikro- i nanotribologicznych – mikroskopia elektronowa, spektroskopia elektronowa, spektroskopia fotonowa, spektroskopia elektronowa powierzchni, mikrograwimetria, mikrotensometria, mikrokalorymetria, uniwersalne mikro- / nanotestery / 4 godz.
5. Badania mikro- i nanomechaniczne
Ocena właściwości mikro- i nanomechanicznych warstw powierzchniowych ciał stałych i cienkich powłok. Energia powierzchniowa ciał stałych i cieczy. Siły powierzchniowe i nanoreologia molekularnych cienkich warstw. / 2 godz.
6. Badania mikro- i nanotribologiczne
Ocena właściwości mikro- i nanotribologicznych materiałów i mikro- i nanostruktur. Tarcie i zużycie w mikro- i nano- oraz w atomowej skali. Przykłady badań smarowania granicznego w mikro- i nanoskali. / 2 godz.
7. Badania biomikro- i bionanosystemów tribologicznych
Problemy biotribologii stawów człowieka – kierunki badań. Badania biomikroelektromechanicznych i bionanoelektromechanicznych systemów (BioMEMS i BioNEMS). Badania włosów i skóry człowieka. / 2 godz.
8. Zastosowanie wyników badań mikro- i nanotribologicznych
Znaczenie skali pomiarów w ocenie właściwości mechanicznych i tribologicznych. Mikro- i nanotribologia oraz mikro- i nanomechaniki MSD, MEMS i NEMS. / 2 godz.

Laboratoria /metody dydaktyczne
1. Badanie właściwości mikro- i nanomechanicznych materiałów i cienkich powłok na UNMT-CETR / 2 godz.
2. Badanie adsorpcyjności cieczy za pomocą mikrowagi kwarcowej (QCM)
/ 1 godz.
3. Badanie podatności polaryzacyjnej cieczy za pomocą refraktometru
/ 1 godz.
4. Ocena właściwości reologicznych molekularnych cienkich warstw cieczy wagą Langmuira / 2 godz.
5. Ocena efektów tribochemicznych na powierzchniach tarcia metodą FTIR
/ 2 godz.
6. Badania tarcia i zużycia w skali mikro na UNMT / 2 godz.

**Metody oceny:**

Przedmiot zaliczany jest na podstawie: zaliczenia
Ćwiczenia laboratoryjne zaliczane są na podstawie uzyskania pozytywnych ocen ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych oraz opracowanych sprawozdań;
Zaliczenie przedmiotu jest prowadzone w formie sprawdzianu pisemnego;
Warunkiem koniecznym do uzyskania zaliczenia jest uzyskanie pozytywnej oceny ze sprawdzianu pisemnego, który obejmuje całość treści programowych przedmiotu oraz uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń laboratoryjnych
efekty W1 i W2 sprawdzane są podczas ćwiczeń laboratoryjnych oraz sprawdzianu pisemnego;
efekt U1 i U2 – sprawdzane są w czasie realizacji ćwiczeń laboratoryjnych;
efekty K1 i K2 – sprawdzane są w czasie realizacji ćwiczeń laboratoryjnych

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

-

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

podstawowa:
T. Kałdoński: Zarys mikro- / nanotribologii. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2016
T, Kałdoński (Ed.): Wybrane metody badań systemów tribologicznych. Wojskowa Akademia Techniczna (w druku)
B. Bhushan (Ed.): Nanotribology and Nanomechanics. An introduction, Sec, Ed. Springer – Verlag, Berlin – Heidelberg 2008
C. M. Mate: Tribology on the Small Scale. A bottom Up Approach to Friction, Lubrication and Wear. Oxford University, Press Inc, New York 2008
uzupełniająca:
M. Hebda, A. Wachal: Tribologia. WNT, Warszawa, 1980
F. Franek, W.J. Bartz, A. Pauschitz (Eds.): Tribology 2001. 2nd World Tribology Congress Osterreichische Tribologische Gessellschaft – OTG (The Austrian Tribology Society), Wien – Austria, 2001
W. J. Bartz, F. Franek (Eds.): Micro- and Nano- Technology. 1st Vienna Int. Conf. Osterreichische Tribologische Gessellschaft, Wien – Austria, 2005
A. Samek, A. Sioma: Bionika. Twórcza inspiracja dla inżynierów. Agencja Specjalistyczna Prasa i Książka, Katowice-Kraków 2007
R.W. Kesal, I.W. Hamley, M. Geoghean: Nanotechnologie (tłumaczenie polskie). Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W\_01:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie teoretycznych podstaw opisu i analizy procesów tarcia, zużywania i smarowania elementów maszyn, metod badania procesów tarcia, zużywania i smarowania elementów maszyn, rozróżniania rodzajów tarcia, smarowania i zużywania elementów maszyn

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_02:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie aktualnych problemów tribologii, w tym dotyczącą, makrotribologii, nanotribologii i biotribologii oraz ich wpływu na rozwój inżynierii łożyskowania węzłów tribologicznych i technologii przeciwzużyciowych, współczesnych materiałów łożyskowych, prognozowania zużycia i trwałości węzłów tribologicznych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U\_01:**

Nabywa umiejętności w zakresie praktycznego stosowania w tribotechnice teoretycznej wiedzy tribologicznej, m.in. stawiania wymagań w zakresie doboru płynów eksploatacyjnych i przeciwdziałania zużywaniu elementów maszyn podczas ich eksploatacji

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U13, K\_U09, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_02:**

Nabywa umiejętności w zakresie kompleksowej analizy procesów tribologicznych w ujęciu systemowym, doboru odpowiednich metod badań tribologicznych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_01:**

Nabywa umiejętności pracy w grupie, odpowiedzialności za własną pracę; ma świadomość wpływu prawidłowej eksploatacji w zakresie przeciwdziałania zużywaniu elementów maszyn na pozatechniczne aspekty ich eksploatacji, w tym oddziaływanie na środowisko naturalne / K\_K02, K\_K03, K\_K04
K2 / Potrafi myśleć i ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej
systemowym, doboru odpowiednich metod badań tribologicznych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02, K\_K03, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka K\_02:**

Potrafi myśleć i ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K06, K\_K07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**