

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Problemy smarowania i zużywania maszyn**

Nazwa w języku angielskim: **Lubrication and wear problems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Inżynieria Materiałów Konstrukcyjnych**

Poziom i forma studiów: **II stopień, niestacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042344**

Grupa kursów: **nie**

|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)                                       | 10                  |           | 10                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)                                   | 30                  |           | 30                  |         |            |
| Forma zaliczenia  | Zaliczenie na ocenę |           | Zaliczenie na ocenę |         |            |
| Grupa kursów  |                     |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 1                   |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)                 |                     |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) |                     |           |                     |         |            |

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza:1. Ma uporządkowaną wiedzę na temat procesów fizycznych i fizykochemicznych zachodzących w węzłach tribologicznych.2. Ma podstawową wiedzę w zakresie mechaniki ośrodków ciągłych, obejmującą podstawy mechaniki płynów i zagadnień przepływowych.
2. Umiejętności:1. Ma umiejętności stosowania podstawowych praw mechaniki płynów w odniesieniu do przepływów cieczy oraz ich wykorzystania w technice.
3. Kompetencje społeczne:1. Ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera mechanika, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.2.Potrafi myśleć w sposób przedsiębiorczy.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Zdobyć zaawansowanej wiedzy teoretycznej na temat zużycia tribologicznego i jego rodzajów.

C2. Szczegółowe zapoznanie się z rodzajami środków smarowych, ich właściwościami tribologicznymi i reologicznymi.

C3. Zdobyć umiejętności doboru rodzaju i ilości środka smarnego do smarowania węzłów tarcia oraz wiedzy na temat podstaw projektowania układów smarowniczych oraz aspektów środowiskowych smarowania zespołów maszynowych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma szczegółową wiedzę na temat zużycia tribologicznego materiałów stosowanych na węzły tarcia.

PEK\_W02 - Ma szczegółową wiedzę na temat środków smarowych, ich właściwości tribologicznych i reologicznych.

PEK\_W03 - Ma szczegółową wiedzę na temat sposobów smarowania olejami i smarami plastycznymi oraz podstawową wiedzę na temat projektowania instalacji smarowniczych.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi dobrać materiały na węzły tarcia.

PEK\_U02 - Potrafi dobrać rodzaj i ilość środka smarnego do smarowania węzłów tarcia.

PEK\_U03 - Potrafi zaprojektować prostą instalację smarowniczą oraz określić podstawowe parametry, które będą decydować o jej niezawodnym funkcjonowaniu.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi myśleć i działać kreatywnie.

PEK\_K02 - Potrafi obiektywnie oceniać argumenty, racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia z wykorzystaniem wiedzy uzyskanej na wykładzie i ćwiczeniach laboratoryjnych.

PEK\_K03 - Potrafi pracować, wyszukiwać informacje i krytycznie je analizować, zarówno samodzielnie jak i zespołowo.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład

Liczba godzin

|                            |  |               |
|----------------------------|--|---------------|
| Wy1                        | <p>Regulamin i organizacja zajęć, ramowy program kursu, warunki zaliczenia. Wprowadzenie do tematyki smarowania i zużycia w budowie i eksploatacji maszyn.</p> <p>Zużycie tribologiczne i jego rodzaje. Pojęcia adhezji, warstwy wierzchniej, swobodnej energii powierzchniowej. Praca adhezji.</p> <p>Podział i charakterystyka środków smarowych. Właściwości i zastosowanie środków smarowych. Badania tribologiczne środków smarowych (w tym m.in. smarność, stabilności mechanicznej, trwałości użytkowej i stabilności termicznej).</p> <p>Podstawy reologii środków smarowych. Reometria kapilarna i rotacyjna. Badania reologiczne smarów plastycznych w warunkach przepływu ustalonego oraz z wykorzystaniem metod dynamiczno-oscylacyjnych. Lepkosprężystość liniowa.</p> <p>Sposoby smarowania. Smarowanie olejami i smarami plastycznymi. Dobór rodzaju i ilości środka smarnego do smarowania węzłów tarcia.</p> <p>Automatyzacja procesów smarowania. Budowa układów centralnego smarowania. Przykłady zastosowań układów centralnego smarowania w różnych gałęziach przemysłu.</p> <p>Podstawy projektowania układów smarowniczych. Aspekty środowiskowe smarowania zespołów maszynowych.</p> <p>Zaliczenie przedmiotu. Kolokwium zaliczeniowe.</p> | 10            |
|                            |  | Suma: 10      |
| Forma zajęć – Laboratorium |  | Liczba godzin |
| Lab1                       | <p>Badanie odporności na zużycie ściernie materiałów stosowanych na węzły tarcia.</p> <p>Pomiar gęstości i lepkości olejów smarowych. Wyznaczanie wskaźnika lepkości olejów smarowych.</p> <p>Smarowanie łożysk ślizgowych. Wyznaczanie charakterystyki tarciowej poprzecznego łożyska ślizgowego. Ocena wpływu lepkości oleju na proces smarowania hydrodynamicznego.</p> <p>Wyznaczanie własności smarnych smarów plastycznych.</p> <p>Pomiar stopnia penetracji smarów plastycznych i badanie właściwości reologicznych smarów plastycznych (sporządzanie krzywych płynięcia, wyznaczanie granicy płynięcia).</p> <p>Badania wpływu materiału ścianki na formowanie się warstwy przyściennej smarów plastycznych w instalacjach smarowniczych.</p> <p>Badania wpływu długości, średnic i kształtów przewodów o przekroju kołowym na spadek ciśnienia w smarach plastycznych.</p> <p>Zaliczenie przedmiotu. Ewentualna odróbka ćwiczeń laboratoryjnych.</p>  | 10            |
|                            |  | Suma: 10      |

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
 N3. konsultacje  
 N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
 N5. eksperyment laboratoryjny

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się             | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------------------|---|
| F1   | PEK_W01 - PEK_W03, PEK_K01 - PEK_K03 | kolokwium, kartkówka                        |
| P = F1   |                                      |   |

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się             | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się                          |
|--|--------------------------------------|--|
| F1   | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | wejściówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne |
| P = F1   |                                      |  |

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Krawiec S. Kompozycje smarów plastycznych i stałych w procesie tarcia stalowych węzłów maszyn. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011. [2] Płaza S., Fizykochemia procesów tribologicznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997. [3] Bartz W., J., Schmierfette, Renningen-Malmsheim, expert-Verlag, 2000. [4] Bartz W., J., Getriebe-schmierung. Ehningen bei Böblingen, expert-Verlag 1989. [5] Czarny R., Smary plastyczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004. [6] Czarny R., Systemy centralnego smarowania maszyn i urządzeń. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000. [7] Wysocki M., Systemy smarownicze w przemyśle ciężkim. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1971. [8] Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych dostępne na stronie internetowej Zakładu Podstaw Konstrukcji Maszyn i Tribologii.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Froishteter G. B., Trilisky K. K., Ishchuk Yu. L., Stupak P. M., Rheological and thermophysical properties of greases. Gordon & Breach Science Publishers, Londyn 1989. [2] Ishchuk Yu. L., Lubricating grease manufacturing technology. New Age International Limited Publishers, New Delhi 2005. [3] Ferguson J., Kembłowski R., Reologia stosowana płynów. Wydawnictwo Marcus, Łódź 1995. [4] Matras Z., Transport reologicznie złożonych cieczy nienewtonowskich w przewodach. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2001. [5] Garkunov D. N., Tribotechnika. Masinostroenie, Moskva 1985. [6] Kosteckij B. I., Trenie, smazka i iznos w masinach. Izdatelstvo Technika, Kiev 1970. [7] Lawrowski Z., Tribologia - tarcie, zużywanie i smarowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993. [8] Płaza S., Margielewski L., Celichowski G., Wstęp do tribologii i tribochemia. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Maciej Paszkowski tel.: 71 320-31-12 email: Maciej.Paszkowski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Problemy smarowania i zużywania maszyn**

Name in English: **Lubrication and wear problems**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

Specialization (if applicable): **Materials Engineering**

Level and form of studies: **II level, part-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042344**

Group of courses: **no**

|   | Lecture              | Classes | Laboratory           | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU)                        | 10                   |         | 10                   |         |         |
| Number of hours of total student workload (CNPS)                                | 30                   |         | 30                   |         |         |
| Form of crediting   | Crediting with grade |         | Crediting with grade |         |         |
| Group of courses  |                      |         |                      |         |         |
| Number of ECTS points   | 1                    |         | 1                    |         |         |
| including number of ECTS points for practical (P) classes                       |                      |         | 1                    |         |         |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes |                      |         |                      |         |         |

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge: 1 It has a structured understanding of the physical and physicochemical processes occurring in the tribological nodes .2. It has a basic knowledge of the mechanics of continuous media, including the basics of fluid mechanics and flow issues.
2. Skills: 1 It has the ability to apply fundamental fluid mechanics for the fluid flow and its use in art.
3. Social competence: 1 Is aware of the importance and understanding of non-technical aspects and impacts of mechanical engineering, including its impact on the environment and the associated responsibility for their decyzje.  
2.Potrafi think in an entrepreneurial manner.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquire advanced theoretical knowledge of tribological wear and its type.  
C2. Detailed understanding of the types of lubricants, their tribological properties and rheology.  
C3. Gaining an ability to select the type and amount of lubricant to lubrication friction and knowledge of the fundamentals of circuit design and environmental aspects of lubrication lubrication assemblies.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - He has detailed knowledge of the tribological wear of materials used in the nodes of friction.

PEK\_W02 - He has detailed knowledge of lubricants, their tribological properties and rheology.

PEK\_W03 - He has detailed knowledge of the ways of lubricating oils and greases plastic and basic knowledge on lubrication system design.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - He can select materials for friction nodes.

PEK\_U02 - He can choose the type and amount of lubricant to friction nodes.

PEK\_U03 - He can design a simple installation lubrication and define the basic parameters that will determine its reliable functioning.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - He can think and act creatively.

PEK\_K02 - It can objectively evaluate the arguments rationally explain and justify their own point of view, using the knowledge gained during lectures and laboratory exercises.

PEK\_K03 - It can work, search for information and critically analyze them, both individually and collectively.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture

Number of  
hours

|                              |  |                 |
|------------------------------|--|-----------------|
| Lec1                         | <p>Terms and organization of classes, framework programs, the terms of credit. Introduction to lubrication and wear in the construction and operation of machinery.</p> <p>Tribological wear. Terms: adhesion of the surface layer, the surface free energy. Work of adhesion.</p> <p>Types and characteristics of lubricants. Properties and application of lubricants. The testing of lubricants (including lubricity, mechanical stability, service life and thermal stability).</p> <p>Basic rheology of lubricants. Capillary and rotational rheometry. Rheological greases steady flow conditions and with the use of methods for dynamic oscillation. Linear viscoelasticity.</p> <p>Methods of lubrication. Selection of the type and amount of lubricant for the lubrication of friction.</p> <p>Process automation lubrication. Construction of central lubrication systems. Examples of applications for central lubrication systems in various industries.</p> <p>Basic design of lubrication. The environmental aspects of lubrication assemblies.</p> <p>Final test.</p> | 10              |
|                              |  | Total hours: 10 |
| Form of classes – Laboratory |  | Number of hours |
| Lab1                         | <p>Test of resistance to abrasive wear of the materials used in the nodes of friction.</p> <p>Measurement of density and viscosity of lubricating oils. Determination of the viscosity index of lubricating oils.</p> <p>Lubrication of sliding bearings. Determination of the frictional characteristics of the cross slide bearing. Evaluation of the impact of oil viscosity on the process of hydrodynamic lubrication.</p> <p>Determining the properties of lubricating greases.</p> <p>Measuring the degree of penetration of lubricating greases and study the rheological properties of lubricating greases (compilation flow curves, determination of yield stress).</p> <p>Research on the influence of the wall material for the formation of a boundary layer greases in the lubricant.</p> <p>Studies on impact of length, diameter and shape of circular pipe pressure drop in lubricants arts.</p> <p>Completion of the course.</p>   | 10              |
|                              |  | Total hours: 10 |



| TEACHING TOOLS USED   |  |  |
|---|--|--|
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides<br>N2. self study - self studies and preparation for examination<br>N3. tutorials<br>N4. self study - preparation for laboratory class<br>N5. laboratory experiment |  |  |

| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)                |                                      |   |
|--|--------------------------------------|---|
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number             | Way of evaluating learning outcomes achievement |
| F1   | PEK_W01 - PEK_W03, PEK_K01 - PEK_K03 | test, quiz                                      |
| P = F1   |                                      |   |

| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)             |                                      |   |
|--|--------------------------------------|---|
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number             | Way of evaluating learning outcomes achievement                             |
| F1   | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | quiz - entrance ticket, the report of the laboratory exercises, oral answer |
| P = F1   |                                      |   |

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

[1] Krawiec S. Kompozycje smarów plastycznych i stałych w procesie tarcia stalowych węzłów maszyn. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011. [2] Płaza S., Fizykochemia procesów tribologicznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997. [3] Bartz W., J., Schmierfette, Renningen-Malmsheim, expert-Verlag, 2000. [4] Bartz W., J., Getriebe-schmierung. Ehningen bei Böblingen, expert-Verlag 1989. [5] Czarny R., Smary plastyczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004. [6] Czarny R., Systemy centralnego smarowania maszyn i urządzeń. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000. [7] Wysocki M., Systemy smarownicze w przemyśle ciężkim. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1971. [8] Laboratory manuals available on the website of the Department PKMiT.

### SECONDARY LITERATURE

[1] Froishteter G. B, Trilisky K. K., Ishchuk Yu. L., Stupak P. M., Rheological and thermophysical properties of greases. Gordon & Breach Science Publishers, Londyn 1989. [2] Ishchuk Yu. L., Lubricating grease manufacturing technology. New Age International Limited Publishers, New Delhi 2005. [3] Ferguson J., Kembłowski R., Reologia stosowana płynów. Wydawnictwo Marcus, Łódź 1995. [4] Matras Z., Transport reologicznie złożonych cieczy nienewtonowskich w przewodach. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2001. [5] Garkunov D. N., Tribotechnika. Masinostroenie, Moskva 1985. [6] Kosteckij B. I., Trenie, smazka i iznos w masinach. Izdatelstvo Technika, Kiev 1970. [7] Lawrowski Z., Tribologia - tarcie, zużywanie i smarowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993. [8] Płaza S., Margielewski L., Celichowski G., Wstęp do tribologii i tribochemia. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Maciej Paszkowski tel.: 71 320-31-12 email: Maciej.Paszkowski@pwr.edu.pl