**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy konstrukcji mechanicznych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Wiesław Szadkowski, mgr inż. Michał Pachocki

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Kierunkowe i Specjalizacyjne

**Kod przedmiotu:**

1110-ISCOG-ISP-5301

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

30 wykład
30 ćwiczenia projektowe
70 praca własna (uporządkowanie i poszerzenie wiedzy wykładowej - przygotowanie do zaliczenia wykładów, wykonanie projektów - obliczenia, dobór urządzeń, wykonanie rysunków)

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

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 30h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Geometria wykreślna i grafika inżynierska 1, Geometria wykreślna i grafika inżynierska 2, Materiałoznawstwo, Mechanika płynów, Wymiana ciepła

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie z podstawami konstrukcji mechanicznych oraz urządzeniami i układami służącymi do transportu cieczy
Nauczenie wykorzystania nabytej wiedzy do wykonywania projektów zbiornika ciśnieniowego na przykładzie wymiennika ciepła oraz pompowni sieci ciepłowniczej.

**Treści kształcenia:**

Program wykładów z PKM:
1.Obecna struktura systemu normalizacji w Polsce. Różnice funkcjonowania norm w systemie nakazowo-rozdzielczym a w gospodarce wolnorynkowej. Co to są Komitety Normalizacyjne? W jaki sposób powstaje nowa norma.?
2.Podstawowe pojęcia z zakresu tolerancji i pasowań: odchyłki, wymiar nominalny, wymiary graniczne, tolerancje otworu, wałka, luzy, wciski, pasowania, tolerancja pasowania - interpretacja graficzna.
3.Wykres rozciągania próbki stalowej - granica proporcjonalności, sprężystości, plastyczności, doraźna wytrzymałość na rozerwanie. W jakim celu wykonuje się tego typu badania?
4.Naprężenia dopuszczalne w częściach maszyn. Jakie czynniki mają wpływ na określenie współczynników bezpieczeństwa ?
5.Rodzaje naprężeń zmęczeniowych - wykresy. Wytrzymałość zmęczeniowa, wykres Wohlera.
6.Określanie współczynników bezpieczeństwa przy wytrzymałości zmęczeniowej.
7.Pojęcie karbu, wpływ karbu na rozkłady naprężeń, spiętrzenie naprężeń - przykłady rysunkowe.
8.Rodzaje karbów, zabiegi konstrukcyjne zmniejszające działania karbu - szkice.
9.Przełomy statyczne i zmęczeniowe na przykładach zniszczonych wałów, osi i szyn kolejowych szkice. Przyczyny zniszczeń.
10.Rodzaje nitów i połączeń nitowych - szkice. Zamykanie nitów. Wady i zalety połączeń nitowych.
11.Wykres rozciągania próbki nitowej, rozkład naprężeń na nitach. Postacie zniszczeń połączeń nitowych.
12.Obliczanie wytrzymałościowe połączeń nitowanych rozciąganych siłą osiową oraz mimośrodową.
13.Rodzaje połączeń spawanych oraz spoin spawalniczych, spoiny robocze – szkice.
14.Naprężenia i odkształcenia spawalnicze - przyczyny powstawania.
15.Konstrukcyjne i technologiczne sposoby kompensacji naprężeń spawalniczych.
16.Porównanie połączeń spawanych i nitowanych. Zastosowania. Wady i zalety.
17.Obliczanie wytrzymałościowe spoin czołowych, naprężenia w spoinie ukośnej oraz w spoinie czołowej z nakładkami.
18.Obliczanie wytrzymałościowe dwuteownika połączonego spoiną czołową z nakładkami obciążonego momentem zginającym - szkic. Gdzie należy umieszczać nakładki i dlaczego?
19.Obliczanie wytrzymałościowe spoiny pachwinowej łączącej pręt niesymetryczny (kątownik) z blachą węzłową - szkic.
20.Obliczanie wytrzymałościowe spoiny pachwinowej obciążonej momentem skręcającym i siłą tnącą - szkic.
21.Obliczanie wytrzymałościowe spoiny pachwinowej obciążonej momentem zginającym, siłą normalną i siłą tnącą na przykładzie dwuteownika przyspawanego czołowo do płyty - szkic.
22.Połączenia gwintowe - rodzaje zarysów gwintów i ich zastosowanie, oznaczanie gwintów, rodzaje śrub, nakrętek i podkładek. Zabezpieczenie nakrętek przed odkręcaniem się.
23.Sposoby wykonywania gwintów, materiały do produkcji śrub.
24.Obliczanie sił potrzebnych do odkręcania (wkręcania) nakrętki obciążonej siłą osiową - szkic.
25.Sens fizyczny pozornego kąta tarcia. Moment potrzebny do odkręcenia nakrętki.
26.Sprawność gwintu.
27.Pojęcie samohamowności gwintu. Wykres zależności sprawności gwintu od kąta wzniosu.
28.Obliczanie wytrzymałościowe wysokości nakrętki.
29.Obliczanie wytrzymałościowe średnicy rdzenia śruby obciążonej siłą osiową.
30.Obliczanie wytrzymałościowe śruby skręcanej pod obciążeniem ( nakrętka rzymska ).
31.Schemat oraz zasada działania pojemnościowego wymiennika ciepła.
32.Wzory na grubość obliczeniową dennicy - omówienie.
33.Ograniczenia konstrukcyjne wykonywania otworów w dennicach.
34.Obliczanie grubości rzeczywistej ścianki części walcowej zbiornika ciśnieniowego
35.Wzmacnianie otworów w częściach walcowych i w dnach elipsoidalnych zbiorników.
36.Rodzaje zaworów.
37.Szkic zaworu kulowego.
38.Zawór częściowo odciążony - szkic, zasada działania.
39.Zawór całkowicie odciążonym - szkic, zasada działania
40.Dobór zaworów bezpieczeństwa dla cieczy, pary wodnej oraz gazów.
41.Definicja osi i wałów maszynowych. Klasyfikacja osi i wałów.
42.Obliczanie wytrzymałościowe wałów maszynowych dwupodporowych, wielopodporowych oraz osi ruchomych i nieruchomych.
43.Porównanie łożysk ślizgowych i tocznych.
44.Rodzaje tarcia w łożyskach ślizgowych, krzywa Stribecka.
45.Materiały łożyskowe.
46.Smary i smarowanie łożysk ślizgowych - szkice.
47.Łożyska toczne, budowa, rodzaje - szkice. Materiały.
48.Przyczyny niszczenia łożysk tocznych.
49.Żywotność łożysk tocznych.
50.Nośność dynamiczna i statyczna łożysk tocznych.
51.Klasyfikacja i cel stosowania sprzęgieł.
52.Sprzęgła sztywne i samonastawne, sprzęgła przegubowe - Cardana - szkice.
53.Sprzęgła podatne, rodzaje charakterystyk, sztywność, współczynnik tłumienia – szkice.
54.Sprzęgła cierne, hydrokinetyczne i elektromagnetyczne, - szkice.
55.Przekładnie zębate walcowe, stożkowe, ślimakowe, hipoidalne - szkice, klasyfikacja, wady i zalety.
56.Rodzaje kół zębatych i zębów, metody nacinania zębów - szkice.
57.Przekładnie cierne : wielorowkowe, obiegowe, o bezstopniowej regulacji przełożenia itp. - klasyfikacja, wady i zalety.
58.Przekładnie pasowe (z kołem luźnym, o zmiennym przełożeniu stopniowym i bezstopniowym przekładnie z pasami zębatymi)- klasyfikacja, szkice wady i zalety.
59.Przekładnie łańcuchowe - zasada działania, wady i zalety, rodzaje łańcuchów.

Program ćwiczeń projektowych z projektu wymiennika ciepła:
1.Obliczenia wytrzymałościowe: płaszcza zbiornika, głowicy, dennic, króćców oraz wzmocnień i podpór.
2.Obliczenia i dobór zaworu bezpieczeństwa
4.Wykonanie rysunku złożeniowego wymiennika z zaznaczoną izolacją termiczną.
5.Wykonanie wykazu materiałów i urządzeń.
6.Wykonanie rysunków wykonawczych mocowania poszczególnych króćców w płaszczu zbiornika.
7.Wykonanie rysunku zaprojektowanej indywidualnie podpory pod wężownicę.
8.Zwymiarowanie elementów oraz spoin na rysunkach wykonawczych.
Program ćwiczeń projektowych z pompowni sieciowej:
1.Obliczenia wymaganych przepływów.
2.Dobór pomp obiegowych.
3.Dobór pomp stabilizujących i uzupełniających.
4.Dobór odmulaczy sieciowych i armatury.
5.Obliczenia średnic przewodów oraz oporów hydraulicznych dobranych rurociągów,
6.Obliczenia minimalnej wysokości napływu wody uzupełniającej.
7.Rysunek pompowni w 3 rzutach z zaprojektowanymi pompami obiegowymi i uzupełniająco-stabilizującymi, odmulaczami, przewodami (z izolacją termiczną), kolektorami, armaturą oraz podporami pod kolektory i rurociągi
8.Wykonanie wykresów współpracy dobranych pomp z rurociągami.
9.Wycieczka studentów do istniejącej pompowni sieciowej "Dalkia -SPEC" -Batorego.
10.Opis techniczny budynku, pompowni, pomp oraz armatury.

**Metody oceny:**

Wykład - zaliczenie części teoretycznej na podstawie trzech sprawdzianów pisemnych.
Z każdego sprawdzianu student powinien uzyskać minimum oceną dostateczną.
Ocena końcowa wykładu: średnia arytmetyczna ocen uzyskanych z trzech sprawdzianów.
Zaliczenie ćwiczeń projektowych - wykonanie i obrona dwóch projektów. Uzyskanie z każdego z projektów minimum oceny dostatecznej
Ocena końcowa ćwiczeń projektowych: średnia arytmetyczna ocen uzyskanych z wykonanych i obronionych projektów.
Ocena końcowa przedmiotu: średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych z zaliczenia wykładu i zaliczenia ćwiczeń projektowych.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Do wykładów:
1.Osiński, Bajon, Szucki -"Podstawy Konstrukcji Mechanicznych".
2.Osiński - "Części Maszyn" cz.I i cz.II.
3.Korewa - "Części Maszyn" cz.I, cz.II i cz. III.
4. J.Żółtowski "Podstawy Konstrukcji Mechanicznych"-połączenia, łożyskowanie, sprzęgła, przekładnie.
5.Katalog łożysk tocznych.
6.Łazarkiewicz , Troskolański - „ Pompy wirowe”
7.F. Jankowski – „Pompy i wentylatory w inżynierii sanitarnej”.
8.M. Stępniewski – „Pompy”.
9.K. Jackowski, Zb. Jankowski, W. Jędral „Układy pompowe”.
10.W. Jędral –„Pompy wirowe odśrodkowe”.
11.Cz. Grabarczyk - "Przepływy cieczy w przewodach".
12.P. Kaźmierkowski, Marian Kalus, R. Zwierchanowski „Polski program efektywnego wykorzystania energii w napędach elektrycznych pemp”- KAPE ,Warszawa, 2004 r.
13.Waldemar Jędral „Efektywność energetyczna pomp i układów pompowych” KAPE, Warszawa 2007 r.
14.Marek Świderski „Pump Life Cycle Cost: Kompendium wiedzy o analizie LCC układów pompowych” 2001 r.
5.Waldemar Jędral „Modernizacja pomp i instalacji oraz inne uwarunkowania regulacji ilościowej w elektrociepłowniach i ciepłowniach”-Biuletyn Instytutu Techniki Cieplnej Politechniki Warszawskiej Nr 87 2000 r.- Instytut Techniki Cieplnej.
7.Wojciech Misiewicz, Andrzej Misiewicz „Napędy regulowane w układach pompowych źródeł ciepła” KAPE, Warszawa 2008 r.
Do ćwiczeń projektowych:
1.PN-EN 1092-1/ 2010 Kołnierze i ich połączenia - wersja polska. Zastępuje wycofaną normę PN-ISO 7005-1 z 1996 roku.
2.PN -EN 1489/2003 Armatura w budynkach - Zawory bezpieczeństwa -- Badania i wymagania. Zastępuje wycofaną normę PN-81/M-35630.
3.PN-EN 10029/2011 r. Blachy stalowe walcowane na gorąco o grubości 3 mm i większej. Tolerancje wymiarów i kształtów - wersja angielska., zastępuje wycofaną normę PN -62/ H - 92200 Stal gorąco walcowana. Blachy grube. Wymiary.
4.PN-EN 10224/ 2006 Rury i złączki ze stali niestopowej do transportu wody i innych mediów. Warunki techniczne dostawy – wersja polska. Zastępuje wycofaną normę PN-80/H -74219 „Rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco ogólnego zastosowania”.
5.PN-EN 13445-3/ grudzień 2009 Nieogrzewane płomieniem zbiorniki ciśnieniowe – część 3 Projektowanie - wersja angielska. Aktualizowana w 2008 r. i w 2009 r. norma niezbędna do projektowania naczyń ciśnieniowych. Cz. 1, cz. 2, cz. 3, cz.4, cz.5, cz.6, cz.7 i cz.8.
6.PN -EN 22553/1997 Rysunek Techniczny. Połączenia spawane, zgrzewane i lutowane. Umowne przedstawienie na rysunku - wersja polska. Zastępuje wycofaną normę: PN-64/ M -69010. „Spawanie. Zasady oznaczania spoin”.
7.PN -EN - ISO 4126-1:2007 Urządzenia zabezpieczające przed nadmiernym ciśnieniem – Część 1: Zawory bezpieczeństwa. Zastępuje wycofaną normę PN-81/M-35630.
8.PN -1998/ H -74200 – obowiązująca. Rury stalowe ze szwem gwintowane. Aktualizacja normy z 1974 roku.
9. Katalogi pomp.
10.Katalogi armatury i osprzętu.
11.Katalogi odmulaczy.
12.Kartalog-Urządzenia transportu bliskiego.
13.PN-91/B-02415 - Ogrzewnictwo i Ciepłownictwo "Zabezpieczenie wodnych zamkniętych systemów ciepłowniczych".
14.BN-72/8973-06 - Ciepłownictwo "Przewody obiegowe rurociągów sieci cieplnych".
15.BN-72/8973-07 - Ciepłownictwo "Odpowietrzacze rurociągów wodnych podziemnych i w pomieszczeniach rozdzielni cieplnych".
16.BN-72/8973-08 - Ciepłownictwo "Odwadniacze rurociągów sieci cieplnych".

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01:**

Ma podstawową wiedzę dotyczącą norm i normalizacji, tolerancji, pasowań oraz klas dokładności części maszyn. Ma uporządkowana wiedzę dotyczącą połączeń stałych (gwintowych, spawanych, nitowanych) oraz ruchowych (łożysk tocznych i ślizgowych).
Zna sposoby określania naprężeń dopuszczalnych (statycznych i zmęczeniowych), wpływ działania karbu i spiętrzenia naprężeń na elementy konstrukcji mechanicznych.
Zna rodzaje armatury instalacyjnej (zawory bezpieczeństwa, zawory częściowo i całkowicie odciążone, kurki kulowe i gazowe). Zna rodzaje wałów, osi, sprzęgieł i przekładni.
Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą przenośników cieczy, pomp wirowych (odśrodkowych, helikoidalnych, diagonalnych, śmigłowych) i wyporowych.
Ma wiedzę dotyczącą parametrów układów pompowych (wysokości podnoszenia, moce, sprawności, nadwyżka antykawitacyjna-NPSH, charakterystyki hydrauliczne i punkty współpracy pomp z przewodami połączonymi szeregowo i równolegle). Zna równanie Eulera, wzory podobieństwa, wykres muszlowy, sposoby regulacji pomp wirowych, rodzaje napędów, sposoby regulacji prędkości obrotowych pomp, równoważenie hydraulicznych naporów osiowych i promieniowych. Zna elementy konstrukcyjne pomp (wirniki, kadłuby, kierownice, wały, uszczelnienia, dławnice), typowe usterki pomp i sposoby ich usuwania. Zna nowoczesne i wysokosprawne konstrukcje obiegowych, dławnicowych i bezdławnicowych pomp "in line" z regulowaną prędkością obrotową.

Weryfikacja:

Dwa kolokwia pisemne z wykładów. Wykonanie i obrona projektu.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W10, IS\_W19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W06

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01:**

Potrafi zaprojektować naczynie ciśnieniowe na przykładzie wymiennika ciepła.
Potrafi dobrać właściwe materiały (blachy, rury, kształtowniki, kołnierze, śruby, uszczelki).
Potrafi dobrać zawory bezpieczeństwa oraz armaturę: zabezpieczającą, odcinającą i kontrolno-pomiarową. Potrafi zaprojektować pompownię sieciową (obliczyć przepływy, dobrać średnice rurociągów, obliczyć opory hydrauliczne, dobrać grubości izolacji termicznej)
Potrafi dobrać pompy obiegowe i uzupełniajaco-stabilizujące pracujące w układzie szeregowym i równoległym, określić punkty współpracy pomp z przewodami, określic punkty stałe dla rurociągów, dobrać odmulacze, kompensatory i armaturę.
Potrafi zabezpieczyć pompy przed kawitacją - obliczyć minimalną wysokość napływu dla pomp.

Weryfikacja:

Wykonanie, sprawdzenie i ustna obrona dwóch zadań projektowych projektu.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U01, IS\_U05, IS\_U07, IS\_U13, IS\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U09, T1A\_U14, T1A\_U16, T1A\_U09, T1A\_U14, T1A\_U16, T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U05, T1A\_U09, T1A\_U14, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U11

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K01:**

Ma świadomość społecznych konsekwencji prawidłowego rozwiązania technologicznego projektu, dobrania właściwych materiałów i urządzeń, doboru energooszczędnych pomp i napędów w ramach podnoszenia energetycznej efektywności przemysłu i zrównoważonego rozwoju oraz redukcji zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych do atmosfery.
Zna odpowiedzialność za skutki pracy zespołowej w ramach wspólnie wykonywanego i bronionego projektu.

Weryfikacja:

Dyskusja w trakcie zajęć, obrona dwóch projektów (w tym jednego zespołowego)

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_K03, IS\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03, T1A\_K04