**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy konstrukcji mechanicznych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Jarosław Olszak

**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. 2021/2022

**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:**

nie dotyczy

**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 elementami układów służących do transportu i magazynowania cieczy oraz gazów. Nauczenie wykorzystania nabytej wiedzy do wykonywania projektów: zbiornika ciśnieniowego, pompowni sieci ciepłowniczej, układu wentylatorów.

**Treści kształcenia:**

Program wykładów:

Wiadomości podstawowe
1. Struktura systemu normalizacji w Polsce
2. Obliczania wytrzymałościowe zbiorników ciśnieniowych
3. Naprężenia w częściach maszyn
4. Połączenia nitowe, spawane, gwintowe
5. Tolerancja, pasowanie
6. Zawory – klasyfikacja i dobór
7. Osie, wały, łożyska maszynowe
8. Sprzęgła i przekładnie maszynowe

Pompy
1. Klasyfikacja, zasada działania i przeznaczenie, porównanie różnego rodzaju pomp.
2 .Podstawowe parametry pracy pomp i układów pompowych.
3. Przepływ cieczy w pompie wirowej.
4 .Kształt wirnika i rodzaj pompy jako funkcja wzajemnego stosunku parametrów roboczych.
5. Charakterystyki przepływowych pomp wirowych. Powinowactwo charakterystyk pomp.
6. Współpraca pomp z siecią ciepłowniczą.
7. Równoległa i szeregowa współpraca pomp. Sposoby regulacji pomp wirowych.
8. Kawitacja w pompach wirowych, napór osiowy i promieniowy.
9. Elementy konstrukcyjne pomp wirowych. Napędy pomp.
10. Wymagania odnośnie pomp obiegowych, typowe usterki, ich przyczyny i sposoby usuwania.
11. Zastosowanie pomp w inżynierii komunalnej

Wentylatory
1. Klasyfikacja, zasada działania i przeznaczenie, porównanie różnego rodzaju wentylatorów.
2 .Podstawowe parametry wentylatorów.
3. Charakterystyki wentylatorów powietrza.
4. Elementy konstrukcyjne wentylatorów.
5. Wymagania odnośnie wentylatorów, typowe usterki, ich przyczyny i sposoby usuwania.
6. Zastosowanie wentylatorów w inżynierii komunalnej

Sprężarki
1. Klasyfikacja, zasada działania i przeznaczenie, porównanie różnego rodzaju sprężarek.
2. Podstawowe parametry sprężarek.
3. Charakterystyki sprężarek.
4. Elementy konstrukcyjne sprężarek.
5. Wymagania odnośnie sprężarek, typowe usterki, ich przyczyny i sposoby usuwania.
6. Zastosowanie sprężarek w inżynierii komunalnej.

Urządzenia ciśnieniowe (zbiorniki i wymienniki ciepła)
1. Klasyfikacja, zasada działania i przeznaczenie, porównanie różnego rodzaju urządzeń ciśnieniowych.
2. Podstawowe parametry urządzeń ciśnieniowych.
3. Budowa urządzeń ciśnieniowych.
4. Wymagania odnośnie urządzeń ciśnieniowych, typowe usterki, ich przyczyny i sposoby usuwania.
5. Zastosowanie urządzeń ciśnieniowych w inżynierii komunalnej.

Program ćwiczeń projektowych:

Zbiornik ciśnieniowy - zasobnik c.w.u. lub zbiornik buforowy c.o.
1. Obliczenia wytrzymałościowe części walcowej, dennic, króćców, dobór podstawowego osprzętu.
2. Wykonanie rysunku złożeniowego zbiornika.
3. Obrona projektu

Przepompownia ciepłownicza
1. Dobór pomp (obiegowych, uzupełniających, stabilizujących), przewodów hydraulicznych, odmulaczy, armatury zaporowej
2. Wykonanie rysunku budowlanego instalacyjnego przepompowni (rzut i 2 przekroje).
3. Obrona projektu

Układ wentylatorów powietrza
1. Dobór wentylatorów oraz przewodów powietrznych i podstawowej armatury.
2. Wykonanie rysunku budowlanego instalacyjnego pomieszczenia wentylatorów
3. Wykonanie schematu poglądowego układu wentylatorów
4. Obrona projektu

**Metody oceny:**

Wykład: zaliczenie na podstawie 8 sprawdzianów pisemnych podczas wykładów; krótkie sprawdziany pod koniec wykładu, z zakresu danego wykładu; terminy sprawdzianów nie są wcześniej podane przez prowadzącego. Wskazane jest uczestniczenie w każdym wykładzie. Osoby, które nie zaliczą wykładów w trybie 8 sprawdzianów, pod koniec semestru będą mogły pisać sprawdzian zaliczeniowy z całej wiedzy wykładowej.

Projekt: ocena końcowa, to średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych z trzech obronionych zadań projektowych. Każde z 3 zadań projektowych musi mieć ocenę pozytywną.

Ocena końcowa przedmiotu: 0,45W + 0,55P.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Części maszyn:
1. Osiński, Bajon, Szucki - "Podstawy Konstrukcji Mechanicznych".
2.Osiński - "Części Maszyn" cz.I i cz.II.
3. Katalog łożysk tocznych. Katalog łożysk ślizgowych.
Pompy:
4. Łazarkiewicz, Troskolański - „ Pompy wirowe”
5. Jankowski – „Pompy i wentylatory w inżynierii sanitarnej”.
6. Stępniewski – „Pompy”.
7. Jackowski, Jankowski, Jędral - „Układy pompowe”.
8. Jędral –„Pompy wirowe”. OWPW 2014 (lub późniejsze wydania)
9. Mitosek – Mechanika płynów w inżynierii środowiska
10. Kaźmierkowski, Kalus, Zwierchanowski - „Polski program efektywnego wykorzystania energii w napędach elektrycznych pomp”- KAPE, Warszawa, 2004 r.
11. Jędral - „Efektywność energetyczna pomp i układów pompowych” KAPE, Warszawa 2007 r.
12. Świderski - „Pump Life Cycle Cost: Kompendium wiedzy o analizie LCC układów pompowych” 2001 r.
13. Jędral - „Modernizacja pomp i instalacji oraz inne uwarunkowania regulacji ilościowej w elektrociepłowniach i ciepłowniach”, Biuletyn Instytutu Techniki Cieplnej Politechniki Warszawskiej Nr 87/2000 - Instytut Techniki Cieplnej.
14. Wojciech Misiewicz, Andrzej Misiewicz „Napędy regulowane w układach pompowych źródeł ciepła” KAPE, Warszawa 2008 r.
15. Jędral – „Efektywnie energetyczne układy pompowe, OWPW 2018 r.
Wentylatory:
16. Stacharska-Targosz – „Wentylatory poprzeczne”
17. Kuczewski – „Wentylatory”
18. Fortuna – „Wentylatory, podstawy teoretyczne, zagadnienia konstruktcyjno-eksploatacyjne, i zastosowania”
19. Tarnowska-Tierling „Urządzenia cieplne siłowni cz. 2: pompy i wentylatory – zbiór zadań”
Sprężarki:
20. Witkowski – „Sprężarki wirnikowe, teoria, konstrukcja, eksploatacja”
21. Walczak – „Promieniowe sprężarki, dmuchawy i wentylatory”
22. Walczak – „Poradnik dla użytkowników maszyn sprężających”
23. Tuliszka – „Sprężarki, dmuchawy, wentylatory”
24. Strona fabryki wentylatorów FAWENT
25. Strona producenta Venture Industries sp. z o.o.

Normy (projekty):
1. PN-EN 1092-1/ 2010 Kołnierze i ich połączenia
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
4. PN-EN 10224/2006 Rury i złączki ze stali niestopowej do transportu wody i innych mediów. Warunki techniczne dostawy
5. PN-EN 13445-3 Nieogrzewane płomieniem zbiorniki ciśnieniowe – część 3 Projektowanie
6. PN -EN 22553/1997 Rysunek Techniczny. Połączenia spawane, zgrzewane i lutowane. Umowne przedstawienie na rysunku
7. PN -EN - ISO 4126-1:2007 Urządzenia zabezpieczające przed nadmiernym ciśnieniem – Część 1: Zawory bezpieczeństwa
8. PN -1998/ H -74200 Rury stalowe ze szwem gwintowane
9. Katalogi pomp – różni producenci
10. Katalogi armatury i osprzętu
11. Katalogi odmulacz
12. PN-91/B-02415 Ogrzewnictwo i Ciepłownictwo. Zabezpieczenie wodnych zamkniętych systemów ciepłowniczych
13. BN-72/8973-06 Ciepłownictwo. Przewody obiegowe rurociągów sieci cieplnych
14. BN-72/8973-07 Ciepłownictwo. Odpowietrzacze rurociągów wodnych podziemnych i w pomieszczeniach rozdzielni cieplnych
15. BN-72/8973-08 Ciepłownictwo. Odwadniacze rurociągów sieci cieplnych

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 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 charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W10, IS\_W19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 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 charakterystyki kierunkowe:** IS\_U13, IS\_U19, IS\_U01, IS\_U05, IS\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka 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 charakterystyki kierunkowe:** IS\_K03, IS\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KR, I.P6S\_KK