

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Bezpieczeństwa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: B

Stopień studiów: I

Specjalności: bez specjalności

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Bezpieczeństwo eksploatacji aparatury przemysłowej
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM IBEZP oIS C9 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	7

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
7	15	15	15	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapewnienie bezpieczeństwa eksploatacji aparatury poprzez utrzymanie sprawności urządzeń przemysłowych oraz odpowiednie procedury projektowania aparatury.

Cel 2 Określenie i zapewnienie warunków bezpieczeństwa eksploatacji urządzeń o napędzie elektrycznym; przenośników, kruszarek, młynów, gniotowników, filtrów bębnowych, tarczowych, taśmowych, odstożników, wirówek do pracy ciągłej, półciągłej i okresowej, mieszalników mechanicznych.

- Cel 3** Identyfikacja zagrożeń temperaturowych i zapobieganie im przy eksploatacji przeponowych wymienników ciepła, wyparek, baterii wyparnych współprądowych i przeciwprądowych, krystalizatorów atmosferycznych, próżniowych, suszarek konwekcyjnych i kontaktowych.
- Cel 4** Identyfikacja i zapobieganie zagrożeniom wynikającym z eksploatacji aparatury ciśnieniowej i rurociągów ciśnieniowych. Zapewnienie bezpiecznej eksploatacji wolnostojących aparatów kolumnowych poddawanych działaniu wiatru. Bezpieczeństwo eksploatacji elementów wirujących maszyn i aparatury.
- Cel 5** Zapoznanie z algorytmami obliczeń projektowych aparatury ciśnieniowej zgodnie z wytycznymi odpowiednich dyrektyw i norm zapewniających bezpieczną eksploatację tych urządzeń.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Zaliczony przedmiot Bezpieczeństwo pracy.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student zna i rozumie dyrektywy nowego podejścia, a w szczególności dyrektywę dotyczącą zasadniczych wymagań bezpieczeństwa dla maszyn i urządzeń.
- EK2 Wiedza** Student zna i rozumie metodykę konstruowania maszyn i urządzeń w zakresie inżynierii procesowej, a także w zakresie bezpiecznej eksploatacji aparatury przemysłowej.
- EK3 Wiedza** Student zna i rozumie problemy diagnostyki parametrów eksploatacji aparatów oraz kontroli i pomiarów.
- EK4 Umiejętności** Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury przedmiotu służące do rozwiązywania problemów inżynierskich zarówno w języku polskim jak i obcym, wyciągać wnioski z zasobów informacji zgromadzonych z różnych źródeł, dokonywać oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji oraz wyciągać wnioski i formułować uzasadnione opinie.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Analiza warunków i parametrów pracy oraz identyfikacja zagrożeń wynikających z eksploatacji aparatów pracujących pod ciśnieniem różnym od atmosferycznego - aparaty pracujące przy nadciśnieniu oraz podciśnieniu. Dyrektywy nowego podejścia dotyczące bezpiecznej eksploatacji urządzeń mechanicznych w tym dyrektywa ciśnieniowa dotycząca projektowania, wykonania i eksploatacji aparatury ciśnieniowej.	2
W2	Zalecane algorytmy obliczeń projektowych aparatów ciśnieniowych gwarantujące ich bezpieczną eksploatację. Wytyczne projektowania zalecane przez Urząd Dozoru Technicznego oraz procedury zalecane w normie europejskiej PN-EN-13445.	3
W3	Bezpieczeństwo eksploatacji aparatów kolumnowych, obliczenia odporności na wywrót kolumn pod działaniem wiatru.	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W4	Warunki bezpiecznej eksploatacji instalacji ciśnieniowych i instalacji dla mediów niebezpiecznych, armatura instalacji, dobór i obliczenia zaworów bezpieczeństwa, rodzaje stopni ochrony armatury. Bezpieczeństwo eksploatacji urządzeń w obszarach zagrożonych wybuchem.	2
W5	Bezpieczeństwo eksploatacji elementów wirujących w maszynach i aparaturze, obliczanie częstości obrotów krytycznych, rezonans mechaniczny wałów, wymiarowanie wałów wirujących z częstością obrotów podkrytyczną i nadkrytyczną.	3
W6	Naprężenia termiczne w aparaturze przemysłowej i rurociągach technologicznych. Obliczanie i projektowanie kompensacji wydłużeń cieplnych w aparaturze i instalacjach przemysłowych. Rozwiązania konstrukcyjne typowych kompensatorów wydłużeń cieplnych, warunki ich montażu oraz diagnostyka i kontrola eksploatacji.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Analiza doświadczalna działania wybranych barier bezpieczeństwa. Próba ciśnieniowa zbiornika. Pomiar i analiza zmian grubości ścianki urządzenia ciśnieniowego w trakcie jego eksploatacji. Zabezpieczenia przeciwpożarowe instalacji technologicznej.	7
L2	Analiza doświadczalna parametrów pracy aparatów kolumnowych w warunkach maksymalnych obciążeń fazą gazową i ciekłą. Porównanie kolumn z wypełnieniem i kolumn półkowych. Określenie warunków niepożądanego zalewania kolumny z wypełnieniem w trakcie jej eksploatacji.	8

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Obliczanie naprężeń termicznych w płaszczowo-rurkowych wymiennikach ciepła i kompensacja wydłużeń cieplnych w aparaturze przemysłowej oraz rurociągach instalacji przemysłowych. Obliczenia sprawdzające konieczność zastosowania kompensacji. Dobór kompensatorów, obliczenia samokompensacji.	3
C2	Wyznaczanie parametrów konstrukcyjnych aparatów ciśnieniowych, takich jak mieszalniki mechaniczne i zbiorniki magazynowe na ciecz i gaz, w oparciu o zalecane algorytmy obliczeń gwarantujące ich bezpieczną eksploatację. Dobór odpowiednich materiałów konstrukcyjnych.	3

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C3	Izolacje termiczne rurociągów i aparatury. Bezpieczeństwo ogniowe i wybuchowe instalacji i urządzeń przemysłowych. Obliczanie i dobór zaworów bezpieczeństwa oraz armatury kontrolnej dla zapewnienia bezpiecznej eksploatacji.	2
C4	Zabezpieczenia eksploatacyjne przed przeciążeniem kruszarek i młynów. Obliczenia krytycznych częstości obrotów wirujących wałów w mieszalnikach, wirówkach i maszynach przepływowych. Określenie warunków powstawania rezonansu mechanicznego i sposoby zabezpieczeń przed zniszczeniem konstrukcji.	3
C5	Obliczenia stateczności aparatów kolumnowych oraz ich odporności na wywrót pod działaniem wiatru.	2
C6	Zabezpieczenia urządzeń technicznych i aparatury przeznaczonej do eksploatacji w obszarach zagrożonych wybuchem oparów lub pyłu. Stopnie ochrony IP urządzeń technicznych - urządzenia pyłoszczelne oraz wodoszczelne.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	40
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	5
wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	15
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	150
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium.

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego.

F3 Egzamin pisemny.

F4 Egzamin ustny.

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących.

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Poprawne wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

W2 Konieczność uzyskania pozytywnej oceny z każdego efektu uczenia się.

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student wprawnie stosuje w ocenie bezpieczeństwa eksploatacji aparatury i innych urządzeń technicznych warunki i zalecenia określone w odpowiednich dyrektywach nowego podejścia dotyczące bezpieczeństwa maszyn i urządzeń. Umie zastosować przy projektowaniu lub ocenie warunków eksploatacji aparatury pracującej przy ciśnieniu różnym od atmosferycznego wymagania narzucone przez dyrektywę ciśnieniową. Umie poprawnie zaprojektować wał mieszalnika i wał bębna wirówki pod kątem bezpiecznej ich eksploatacji z uwagi na możliwość wystąpienia rezonansu mechanicznego przy częstościach krytycznych jego obrotów. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student umie poprawnie zaprojektować aparat ciśnieniowy z uwzględnieniem zalecanych odpowiednimi wytycznymi i normami prawidłowych procedur i algorytmów projektowania tego typu aparatów procesowych. Umie zweryfikować poprawność obliczeń projektowych eksploatowanego aparatu. Umie sprawdzić odporność na wywrót aparatu kolumnowego podlegającego działaniu wiatru. Potrafi zaprojektować odpowiednie zamocowanie kolumny do podłoża zapewniające bezpieczeństwo posadowienia i pracy aparatu kolumnowego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.

NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wykonać prawidłowe obliczenia sprawdzające poprawność projektu i dochowania warunków eksploatacji kontrolowanego pod kątem bezpieczeństwa danego aparatu. Umie zidentyfikować ewentualne zagrożenia bezpieczeństwa w eksploatacji aparatów, w których występują w czasie eksploatacji naprężenia termiczne lub naprężenia pochodzące od nadciśnienia.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi samodzielnie ocenić i wydać uzasadnioną opinię o warunkach eksploatacji danego aparatu, zagrażających bezpieczeństwu pracy z wykorzystaniem nie tylko nabytej własnej wiedzy, ale dodatkowej wiedzy pozyskanej z literatury przedmiotu na potrzeby rozwiązania zadanego problemu technicznego z dziedziny bezpieczeństwa. Umie określić możliwe przyczyny i źródła awarii w czasie eksploatacji aparatu procesowego oraz zaproponować sposoby ich zapobieganiu.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1 Cel 2	W1 W2 C1 C2 C5	N1 N2	F1 F3 F4 P1
EK2		Cel 1 Cel 3 Cel 4	W1 W2 W3 C4	N1 N2	F1 F3 F4 P1
EK3		Cel 3 Cel 4	W4 W5 W6 L2 C1	N1 N2 N3	F1 F2 F3 F4 P1
EK4		Cel 4 Cel 5	L1 L2 C3 C5 C6	N1 N2 N3	F1 F2 F3 F4 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Mirosław Nizielski, Krzysztof Urbaniec** — *Aparatura przemysłowa*, Warszawa,, 2010, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2] | **Włodzimierz Pihowicz** — *Inżynieria Bezpieczeństwa Technicznego. Problematyka Podstawowa*, Warszawa,, 2008, WNT
- [3] | — *Warunki Urzędu Dozoru Technicznego-Urządzenia Ciśnieniowe*, Warszawa, 2003,

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Witold Slirz, Grzegorz Dabrowski** — *Badanie bezpieczeństwa urządzeń elektrycznych.*, Kraków, 2010, DASL Systems
- [2] | **Jan Krupa** — *Bezpieczeństwo eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci w energetyce ciepłej*, Kraków, 2021, Wydawnictwo Tarnobus

LITERATURA DODATKOWA

- [1] | **H. Błasiński, B. Młodziński** — *Aparatura przemysłu chemicznego*, Warszawa,, 1983, PWN
- [2] | — *Poradnik służby BHP*, Kraków, 2022, Wydawnictwo Tarnobus

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Jan, Piotr Talaga (kontakt: jtalaga@usk.pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)