

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Zmęczenie materiałów pod kontrolą

Rok akademicki: 2012/2013 Kod: RBM-2-302-KW-n Punkty ECTS: 3

Wydział: Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

Kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn Specjalność: Komputerowe wspomaganie projektowania

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma i tryb studiów: Niestacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 3

Strona www: <http://zwmik.imir.agh.edu.pl/Dydaktyka>

Osoba odpowiedzialna: prof. dr hab. inż. Skorupa Małgorzata (mskorupa@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr hab. inż. Machniewicz Tomasz (machniew@agh.edu.pl)
dr inż. Korbel Adam (korbel@agh.edu.pl)
prof. dr hab. inż. Skorupa Małgorzata (mskorupa@agh.edu.pl)

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student zna współczesną filozofię projektowania konstrukcji poddanych zmęczeniowym obciążeniom eksploatacyjnym w tym filozofię tolerancji uszkodzeń.	BM2A_W16, BM2A_W07, BM2A_W08, BM2A_W09, BM2A_W17	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Studium przypadków, Udział w dyskusji, Prezentacja, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W002	Student dysponuje wiedzą pozwalającą na kontrolę, monitorowanie i ocenę procesu zmęczenia w trakcie eksploatacji konstrukcji.	BM2A_W16, BM2A_W07, BM2A_W08, BM2A_W09, BM2A_W17	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Prezentacja, Sprawozdanie, Studium przypadków, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Wynik testu zaliczeniowego
M_W003	Student zna nowoczesną metodologię badania własności zmęczeniowych materiałów i obiektów.	BM2A_W16, BM2A_W07, BM2A_W08, BM2A_W09, BM2A_W17	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Prezentacja, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności			

M_U001	Student potrafi przeprowadzić określone normami europejskimi badania własności zmęczeniowych materiałów.	BM2A_U10, BM2A_U11, BM2A_U14, BM2A_U26	Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Student potrafi zastosować odpowiednie narzędzia, w tym mechanikę pęknięcia, do projektowania konstrukcji poddanych zmęczeniowym obciążeniom eksploatacyjnym.	BM2A_U20, BM2A_U21, BM2A_U05, BM2A_U17, BM2A_U01, BM2A_U10, BM2A_U19, BM2A_U11, BM2A_U14, BM2A_U02, BM2A_U26	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Prezentacja, Udział w dyskusji
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student ma świadomość wagi pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	BM2A_K07, BM2A_K02, BM2A_K05, BM2A_K08, BM2A_K03	Aktywność na zajęciach, Studium przypadków, Udział w dyskusji

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student zna współczesną filozofię projektowania konstrukcji poddanych zmęczeniowym obciążeniom eksploatacyjnym w tym filozofię tolerancji uszkodzeń.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W002	Student dysponuje wiedzą pozwalającą na kontrolę, monitorowanie i ocenę procesu zmęczenia w trakcie eksploatacji konstrukcji.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W003	Student zna nowoczesną metodologię badania własności zmęczeniowych materiałów i obiektów.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student potrafi przeprowadzić określone normami europejskimi badania własności zmęczeniowych materiałów.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U002	Student potrafi zastosować odpowiednie narzędzia, w tym mechanikę pęknięcia, do projektowania konstrukcji poddanych zmęczeniowym obciążeniom eksploatacyjnym.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student ma świadomość wagi pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

1. Zastosowanie reguły Neubera do wyznaczania lokalnych odkształceń plastycznych w karbie.
2. Analiza zmęczenia metodą odkształcenia lokalnego. Równanie Mansona-Coffina. Uwzględnienie wpływu naprężeń średnich.
3. Projektowanie elementów konstrukcyjnych „przeciw zmęczeniu”, współczynniki bezpieczeństwa.
4. Mechanika pęknięcia – cele i zadania. Opis stanu naprężenie i odkształcenia przed frontem pęknięcia – współczynnik intensywności naprężeń.
5. Krytyczny współczynnik intensywności naprężeń. Odporność na pęknięcie, metodologia wyznaczania w oparciu o obowiązujące normy.
6. Zastosowanie mechaniki pęknięcia w analizie zmęczenia. Krzywa propagacji pęknięcia. Prawa wzrostu pęknięć zmęczeniowych.

Zajęcia seminaryjne

1. Zastosowanie reguły Neubera do wyznaczania lokalnej amplitudy odkształceń – przykłady obliczeniowe.
2. Prognozowanie trwałości zmęczeniowej metodą odkształcenia lokalnego – przykłady obliczeniowe.
3. Przybliżona ocena parametrów materiałowych w równaniu Mansona-Coffina.
4. Zastosowanie współczynnika intensywności naprężeń do wyznaczania krytycznej długości pęknięcia i wytrzymałości resztkowej elementu konstrukcyjnego – przykłady obliczeniowe.
5. Wyznaczanie okresu propagacji pęknięcia zmęczeniowego z wykorzystaniem równania Parisa – przykłady obliczeniowe.

Ćwiczenia laboratoryjne

- 1) Inżynierska i rzeczywista krzywa rozciągania. Próba rozciągania (ASTM E 8M, PN-EN 10002-1+AC1) z użyciem ekstensometru wzdłużnego i poprzecznego. Wyznaczenie naprężeń i odkształceń rzeczywistych, określenie modułu Younga, określenie liczny Poissona (ASTM E 132), wyznaczenie równania Ramberga-Osgooda (ASTM E 646). Porównanie inżynierskich i rzeczywistych krzywych rozciągania.
- 2) Wyznaczanie cyklicznej krzywej odkształcenia: wyznaczenie cyklicznej krzywej odkształcenia (ASTM E 606, PN -84/ H-04334), metoda Landgrafa, prezentacja graficzna i dobór parametrów równania Ramberga – Osgooda.

3) Wyznaczanie krzywej S-N (Wöhlera). Przeprowadzenie badania zmęczeniowego pod kontrolą obciążenia (ASTM E 466, PN-74/H-4327). Opracowanie krzywej S-N i dobór parametrów równania Basquina (ASTM E 468).

4) Wyznaczanie krzywej e-N. Przeprowadzenie badania zmęczeniowego pod kontrolą odkształcenia (badanie niskocyklowe: ASTM E 606, PN -84/ H-04334). Opracowanie krzywej e-N (ASTM E 468) i dobór parametrów równania Coffina-Mansona.

5) Badania rozwoju pęknięć zmęczeniowych (ASTM E-647, PN-84/H-04333). Pomiar długości pęknięcia za pomocą mobilnego mikroskopu. Opracowanie krzywej wzrostu pęknięcia i krzywej prędkości pęknięcia oraz dobór parametrów równania Parisa.

Sposób obliczania oceny końcowej

Średnia z oceny zaliczenia zajęć seminaryjnych i laboratoryjnych.

Wymagania wstępne i dodatkowe

1) Wiedza z zakresu Wytrzymałości Materiałów ze studiów I stopnia na kierunku mechanicznym.

2) Opanowanie materiału z przedmiotu Integralność Konstrukcji w Eksploatacji (sem. 2 studia II stopnia).

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. Skorupa M. Wykłady z Integralności Konstrukcji w Eksploatacji: <http://zwmik.imir.agh.edu.pl/Dydaktyka>

2. Kocańda S., Szala J. Podstawy obliczeń zmęczeniowych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.

3. Neimitz A. Ocena wytrzymałości elementów konstrukcyjnych zawierających pęknięcia. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2004.

4. Schijve J.: Fatigue of Structures and Materials. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 2001, ISBN 0-7923-7013-9 (HB), ISBN 0-7923-7014-7 (PB)

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Nie podano dodatkowych publikacji

Informacje dodatkowe

Brak

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	8 godz
Udział w zajęciach seminaryjnych	8 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	8 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	16 godz
Przygotowanie do zajęć	32 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	7 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe z nauczycielem	1 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	80 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS