KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu
Diagnostyka i wibroakustyka maszyn [N1MiBM2>DiWM]

Przedmiot

Kierunek studiów
Mechanika i budowa maszyn

Rok/Semestr
3/6

Studia w zakresie (specjalność)
–

Profil studiów
ogólnoakademicki

Poziom studiów
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu
polski

Forma studiów
niestacjonarne

Wymagalność
obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład
16

Laboratorium
16

Inne (np. online)
0

Ćwiczenia
0

Projekty/seminaria
0

Liczba punktów ECTS

5,00

Koordynatorzy

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Podstawy maszynoznawstwa, konstrukcji maszyn, rysunku technicznego, dynamiki maszyn, metrologii. podstawy (statystyki), mechaniki, elektroniki i technologii informatycznych. Umiejętność samokształcenia i pozyskiwania wiedzy na podstawie zasobów: bibliotecznych (w tym e-zasobów) oraz zasobów internetowych (np. eKursy).

Cel przedmiotu

Przekazanie podstawowej wiedzy i w zakresie diagnostyki technicznej (w szczególności diagnostyki wibroakustycznej) oraz umiejętności rozpoznawania i oceny stanu technicznego maszyn i ich podzespołów, detekcji i identyfikacji uszkodzeń. Przekazanie wiedzy dotyczącej źródeł zjawisk wibroakustycznych. Zapoznanie z metodami pomiaru i analizy drgań i hałasu maszyn i urządzeń. Uświadomienie negatywnego wpływu drgań i hałasu emitowanego przez maszyny i urządzenia na konstrukcje inżynieryjne, środowisko naturalne i środowisko pracy. Nabycie umiejętności pomiaru i oceny drgań i hałasu zgodnie z metodyką określoną w normach i rozporządzeniach. Zapoznanie z metodami minimalizacji oddziaływań wibroakustycznych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:
Student po ukończeniu przedmiotu ma wiedzę dotyczącą celów i metod daidnostyki technicznej na

etapie konstruowania, wytwarzania i eksploatacji obiektów technicznych. Zna typowe przyczyny i skutki uszkodzeń eksploatacyjnych i nieprawidłowości funkcjonowania maszyn i ich podzespołów oraz wie w jaki sposób je eliminować. Zna metody i techniki nadzorowania (monitorowania) stanu maszyn. Zna: metody oceny i klasyfikacji stanu technicznego. Zna metody i techniki identyfikacji wad, uszkodzeń i nieprawidłowości funkcjonowania maszyn urządzeń. Wie w jaki sposób je eliminować. Student po ukończeniu przedmiotu zna specyfikę źródeł drgań i hałasu występujących w maszynach i urządzeniach oraz procesach produkcyjnych. Zna metodykę pomiaru i analizy drgań i hałasu. Zna wielkości pomiarowe i miary parametryzujące hałas i drgania. Zna podstawowe normy i rozporządzenia dotyczące oceny oddziaływań wibroakustycznych na środowisko pracy, życia i na infrastrukturę techniczną. Zna metody organizacyjne i techniczne minimalizacji drgań i hałasu.

Umiejętności:
Student po zakończeniu kursu potrafi ocenić ogólny stan techniczny i stan pracy maszyn (w szczególności wirnikowych) w oparciu o metodykę zawartą w normach. Potrafi podejmować trafne decyzje eksploatacyjne (dalsza praca, serwisowanie, naprawa, remont, wycofanie z eksploatacji) . Potrafi wykonać pomiary i analizy sygnałów wibroakustycznych oraz je interpretować i powiązać ze stanem technicznym maszyn i urządzeń. Student potrafi identyfikować uszkodzenia, wady, nieprawidłowości funkcjonowania maszyn i urządzeń oraz określić zalecenia dotyczące ich naprawy. Potrafi dokonywać selektywnej analizy treści zawartych w normach i innych materiałach źródłowych (zasobach) z obszaru diagnostyki technicznej. Student po zakończeniu kursu potrafi zidentyfikować źródła drgań i hałasu w maszynach, urządzeniach i procesach produkcyjnych oraz określić ich specyfikę. Potrafi wykonywać pomiary i analizy drgań i hałasu. Potrafi zinterpretować uzyskane wyniki pomiarów drgań i hałasu i odnieść je do wartości granicznych zawartych w normach i rozporządzeniach. Umie ocenić oddziaływanie drgań i hałasu na środowisko pracy, życia i infrastrukturę techniczną. Potrafi zaproponować rozwiązania techniczne i organizacyjne mające na celu minimalizację oddziaływań wibroakustycznych na środowisko antropotechniczne. Potrafi wykonać raport z przeprowadzonych badań i testów.

Kompetencje społeczne:
Student rozumie znaczenie diagnostyki technicznej w ujęciu ekonomicznym oraz bezpieczeństwa ludzi i środowiska. Student ma świadomość znaczenia działań inżynierskich i odpowiedzialności związanej z wydawaniem opinii i decyzji dotyczących eksploatacji maszyn i urządzeń. Student rozumie znaczenie ochrony środowiska pracy i życia oraz infrastruktury technicznej przed drganiami i hałasem w aspekcie zdrowotnym, ekonomicznym i bezpieczeństwa. Student ma świadomość znaczenia działań inżynierskich i odpowiedzialności związanej z wydawaniem opinii i decyzji. Ma świadomość roli kadry inżynierskiej w w rozwoju technicznym, kształtowaniu środowiska życia i pracy człowieka. Wie, jak myśleć i działać twórczo i proaktywnie. Potrafi organizować pracę zespołową i aktywnie współpracować w zakresie wykonywanych zadań.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Laboratorium:
Krótkie sprawdziany wejściowe przed każdym ćwiczeniem laboratoryjnym. Ocena wiedzy i umiejętności, a także aktywności podczas wykonywania eksperymentów. Ocena stopnia opanowania treści kursu, umiejętności i nabytych kompetencji na podstawie jakości indywidualnie wykonanych raportów. Sprawdzana jest poprawność merytoryczna i obliczeniowa, kompletność raportu oraz umiejętność formułowania wniosków, uwag i spostrzeżeń. Warunki zaliczenia laboratorium: wykonanie i zalicznie kompletu ćwiczeń laboratoryjnych i uzyskanie wymaganego minimum punktowego za sprawdziany wejściowe i sprawozdania.
Wykład:
Forma pisemna lub zdalne testy na platformie eKursy: 10 - 20 zagadnień obejmujących całość materiału wykładowego, laboratoryjnego i zagadnień wskazanych do samodzielnego przestudiowania.
Kryteria ocen dotyczą laboratorium i wykładu:
poniżej 60 % ndst. 60-67 % dst. 68-74 % dst. plus 75-83 % db. 84-91 db plus 92-100 % bdb.

Treści programowe

Wykłady:
1. Podstawowa terminologia. definicja i podział symptomów diagnostycznych Symptomowa krzywa

życia obiektu technicznego.
2. Miejsce diagnostyki w poszczególnych etapach życia systemów technicznych (diagnostyka konstrukcyjna, kontrolna eksploatacyjna, procesów technologicznych).
3. Metody badań stanu technicznego maszyn, jej podzespołów i elementów.
4. Miary i charakterystyki sygnałów WA jako symptomy diagnostyczne.
5. Normowa ocena stanu technicznego maszyn na podstawie szerokopasmowych pomiarów drgań.
6. Wady, uszkodzenia wałów i wirników: niewyważenie, pękanie, zgięcie, niewspółosiowość, ścieranie. Przyczyny powstawania, skutki, metody wykrywania.
7. Łożyska toczne. Wady i uszkodzenia, przyczyny powstawania. Fazy degradacji technicznej łożysk tocznych. Metody oceny stanu technicznego m.in.: emisja akustyczna metody ultradźwiękowe, pomiary i analizy drgań (w tym SPM), badanie zanieczyszczeń środków smarnych, metody termalne.
8. Diagnozowanie przekładni zębatych . Obliczanie częstotliwości charakterystycznych przekładni zębatej i określanie pasm pomiarowych. Metody badań i oceny stanu technicznego: wizualna badania endoskopowe, wibroakustyczna (pomiary pasmowe i analiza widmowa drgań), ferrografia analityczna.
9. Diagnozowanie wybranych rodzajów podzespołów i maszyn: przekładnie pasowe, silniki elektryczne, maszyny przepływowe i inne.
10. Obszar wibroakustyki maszyn urządzeń i środowiska pracy. Specyfika zjawisk wibroakustycznych w ujęciu częstotliwościowym i amplitudowym.
11. Źródła drgań i hałasu w maszynach i urządzeniach ich specyfika i metody oszacowania.
12. Wprowadzenie w zagadnienia pomiarów i analizy hałasu - podstawowe pojęcia, ciśnienie akustyczne poziom ciśnienia akustycznego pole akustyczne, wielkości i miary parametryzujące hałas. Urządzenia i wyposażenie stosowane techniczne do pomiarów hałasu.
13. Hałas w środowisku pracy (dźwięki w paśmie słyszalnym, infra-i ultradźwięki). Hałas generowany przez maszyny i urządzenia - metodyka pomiarów i oceny oddziaływania hałasu na człowieka.
14. Metodyka wyznaczania poziomu mocy akustycznej maszyn i urządzeń.(metody techniczne i orientacyjne)
15. Wprowadzenie w zagadnienia pomiaru i analizy drgań mechanicznych. Wielkości pomiarowe parametryzujące drgania. Urządzenia i wyposażenie stosowane do pomiarów i analizy drgań.
16. Metodyka pomiaru i oceny drgań mechanicznych w środowisku pracy (dtrgania o charakterze miejscowym i ogólnym oddziałujących na operatorów maszyn i urządzeń) .
17. Metodyka oceny wpływu drgań maszyn i urządzeń na środowisko i infrastrukturę techniczną. Ocena wpływu drgań środowiskowych na maszyny i urządzenia.
18. Techniczne i organizacyjne metody redukcji drgań i hałasu maszyn (obudowy i ekrany akustyczne, pasywne i aktywne metody drgań i hałasu, Ustroje dźwiękochłonne, eliminatory drgań i wibroizolatory).

Laboratorium:

1. Ocena stanu technicznego i stanu pracy maszyny wirnikowej (wentylator odśrodkowy) w zakresie normowej oceny stanu technicznego i stanu pracy na podstawie normowych pomiarów drgań.
2. Identyfikacja wad i uszkodzeń wirnika na podstawie pomiarów amplitud i związków fazowych drgań rejestrowanych na podporach łożyskowych.
3. Ocena stanu niewyważenia wirnika elektrycznego na podstawie analizy widmowej drgań (wybór wielkości pomiarowej, punktu i kierunku pomiaru, określenie związków pomiędzy niewyważeniem a wartością składowej obrotowej dla różnych konfiguracji pomiaru drgań).
4. Ocena stanu technicznego łożysk tocznych metodami ultradźwiękowymi (Amprobe, Ultraprobe) oraz metodą SPM.
5. Badanie łożysk tocznych. Identyfikacja faz degradacji łożysk tocznych na podstawie pomiarów i analizy widmowej drgań i hałasu emitowanego przez łożysko.
6. Diagnozowanie przekładni zębatej. Identyfikacja częstotliwości charakterystycznych w widmie drgań. Dobór pasm pomiarowych do identyfikacji stanu technicznego wałów, kół zębatych i łożysk. Ocena wrażliwości miar i pasm pomiarowych na uszkodzenia przekładni zębatej.
7. Diagnozowanie przekładni pasowej. Identyfikacja składowych w widmie drgań związanych z niewyważeniem kół pasowych (wirników) i uszkodzeniem pasa klinowego. Synteza składowych widma i tworzenie widma okresowości - ocena wibroaktywności podzespołów przekładni pasowej.
8. Wyznaczanie poziomu mocy akustycznej maszyn i urządzeń (metoda orientacyjna)
9. Badanie i ocena oddziaływań wibracyjnych urządzeń zmechanizowanych na operatorów (drgania o charakterze miejscowym)

10. Badanie i ocena oddziaływań wibracyjnych maszyn transportowych (pojazdów) na operatorów (drgania o charakterze ogólnym) - badania porównawcze komfortu jazdy (samochód ,tramwaj autobus) ćwiczenie fakultatywne
11. Ocena efektywności (skuteczności) ekranów i obudów akustycznych maszyn i urządzeń.
12. Badania i ocena drgań parasejsmicznych na maszyny i urządzenia o dużej wrażliwości na drgania
13. Ocena wpływu drgań pochodzących od maszyn i urządzeń na budynki i elementy infrastruktury technicznej.
14. Dobór i badanie skuteczności systemów i elementów wibroizolacji maszyn i urządzeń.
• Ćwiczenia laboratoria realizowane na obiektach rzeczywistych (stacja wentylatorowa) oraz na stanowiskach laboratoryjnych (małogabarytowe modele agregatów, maszyn). Stanowiska wyposażone w specjalizowane dedykowanie układy pomiarowo analizujące.
• Ćwiczenia laboratoryjne w zakresie diagnostyki maszyn są realizowane na stanowiskach zawierających typowe podzespoły maszyn takie jak: wirnik, przekładnia pasowa, przekładnia zębata, węzły łożyskowe. Stanowiska wyposażone w specjalizowane dedykowane układy pomiarowo analizujące umożliwiające detekcję i identyfikację uszkodzeń podzespołów maszyn.
• Ćwiczenia w aspekcie wibroakustyki wykonywane są na rzeczywistych maszynach i urządzeniach, oraz dedykowanych stanowiskach laboratoryjnych (z wykorzystaniem autorskiego oprogramowania i/lub profesjonalnej aparatury pomiarowo analizującej)
• Wykaz aktualnie realizowanego zestawu ćwiczeń jest dostępny na platformie eKursy.
Metody dydaktyczne`
Wykład - prezentacje multimedialne. Treści wykładów udostępniane są w postaci elektronicznej przed rozpoczęciem zajęć, co umożliwia komfortowy i aktywny udział w wykładach.
Laboratoria: eksperymenty wykonywane są na specjalizowanych stanowiskach dydaktycznych wyposażonych w dedykowane układy pomiarowe i analizujące. Przedmiot jest kompleksowo wspomagany na platformie e-learningowej eKursy. Dostępne są: materiały wykładowe, multimedia, webinaria (off-line), materiały źródłowe (czasopisma, wybrane publikacje, noty techniczne), instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych, szablony sprawozdań, przykładowe sprawozdania, zbiory zadań . Możliwe jest również zdalne wykonywanie ćwiczeń na podstawie przygotowanych foto i wideo tutoriali i indywidualnych zestawów danych. Dostępne są również: testy, konkursy, zestawy zagadnień zaliczeniowych, kryteria oceniania sprawozdań.

Tematyka zajęć

brak

Metody dydaktyczne

brak

Literatura

Podstawowa:
1. Inżynieria Diagnostyki Maszyn. Praca zbiorowa red. B. Żółtowski i C. Cempel, PTDT ITE PIB Radom, 2004.
2. Handbook of condition monitoring, Edited by B.K.N. Rao, Elsevier Science Ltd. 1996.
3. Diagnostyka Maszyn, Zasady ogólne przykłady zastosowań, Praca pod redakcją C. Cempla i F. Tomaszewskiego, Wydawnictwo MCNEMT Radom, 1992.
4. Engel Z., Piechowicz J., Stryczniewicz L.; Podstawy wibroakustyki przemysłowej, AGH, Kraków 2003, ISBN 83-916516-9-X.
5. Engel Z., Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem, PWN, 2001.
6. Barczewski R., Laboratorium diagnostyki systemów - instrukcje do ćwiczeń (edycja elektroniczna (eKursy)

Uzupełniająca:
1. Cempel C., Diagnostyka Wibroakustyczna Maszyn, PWN Warszawa 1989.
2. Morel J., Drgania Maszyn i diagnostyka ich stanu technicznego (tłum.) PTDT, 1992.
3. Dwojak J. Rzepiela M., Diagnostyka drganiowa stanu maszyn i urządzeń, Biuro Gamma, Warszawa 2005.
4. Cempel C., Wibroakustyka stosowana, PWN Warszawa 1989.
5. Ciesielski R., Kwiecień A, Stypuła K., Propagacja drgań w warstwach przypowierzchniowych podłoża gruntowego , Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej 1999.

6. Barczewski R., Pomiary i Badania WA - zbiór zadań - wersja elektroniczna (Moodle).
7. Materiały uzupełniające zawarte na portalu laboratorium na platformie eKursy.
8. Wybrane normy PN-ISO, procedury badawczo-pomiarowe, czasopisma: Diagnostyka, Główny Mechanik, Utrzymanie Ruchu, Maintenance and Reliability.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	125	5,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	34	1,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiów/egzaminu, wykonanie projektu)	91	3,50