



**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



**CENTRUM
TRANSFERU
TECHNOLOGII**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ



OFERTA BADAWCZA

❖ przemysl.prz.edu.pl



POLITECHNICZNA SIEĆ
VIA CARPATIA

Finansowane ze środków Ministra Nauki w ramach zadania zleconego
pn. „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego”



**Minister Nauki
i Szkolnictwa Wyższego**



**Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego**

Oferta badawcza Politechniki Rzeszowskiej

Rzeszów, 2025



Finansowane ze środków Ministra Nauki w ramach zadania zleconego
pn. „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego”



Spis treści

WSTĘP	5
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA, INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ARCHITEKTURY	6
WYDZIAŁ BUDOWY MASZYN I LOTNICTWA	48
WYDZIAŁ CHEMICZNY	178
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI	222
WYDZIAŁ MATEMATYKI I FIZYKI STOSOWANEJ	254
WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY	268
WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA	292
CENTRUM SPORTU AKADEMICKIEGO	312

Wstęp

Przedstawiamy Państwu ofertę badawczą Politechniki Rzeszowskiej, która powstała w ramach zadania zleconego przez Ministra Nauki pn. „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego”. Celem przedsięwzięcia jest rozwój w obszarach: kształcenie, nauka i komercjalizacja tak, aby dzięki przenikaniu się swoich potencjałów, Uczelnie stowarzyszone w Sieci stały się konkurencyjne na rynku światowym oraz znacząco podnosiły jakość życia społeczeństwa, ze szczególnym uwzględnieniem Polski Wschodniej.

Oferta badawcza zawarta w niniejszym opracowaniu przedstawia potencjał badawczy obejmujący i wskazuje możliwości Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza w zakresie prowadzonych badań.

Uczelnia dysponuje szerokim gronem specjalistów posiadających wysokie kompetencje merytoryczne oraz wieloletnie doświadczenie, pogłębiane w ramach staży i praktyk zarówno krajowych jak i zagranicznych. Nowoczesna infrastruktura badawcza Uczelni (laboratoria, pracownie) jest stale doposażana, aby jak najlepiej odpowiadać wyzwaniom naukowym i potrzebom przemysłu.

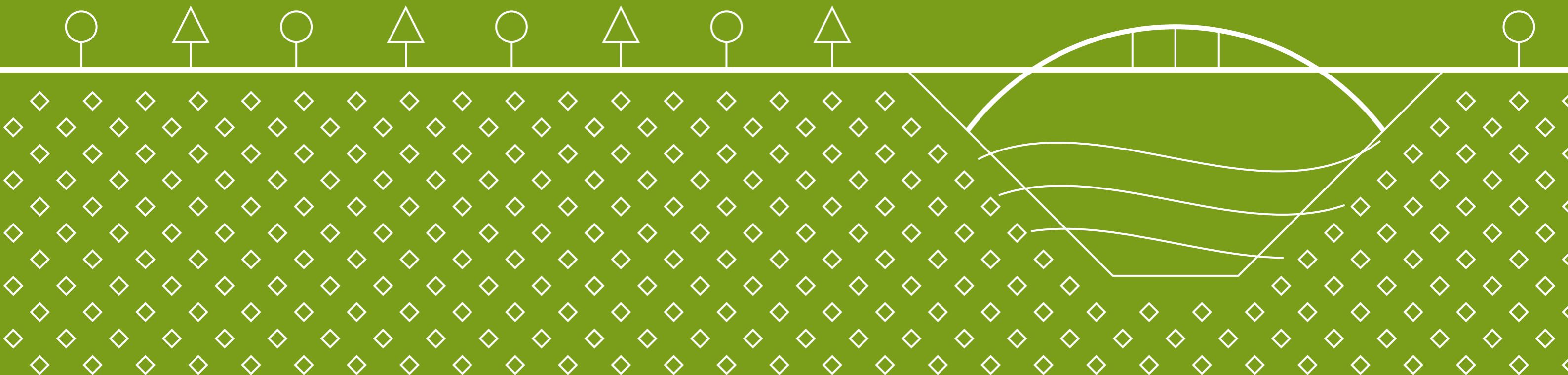
Mamy nadzieję, że oferta ta pozwoli na rozwinięcie istniejącej i nawiązanie nowej współpracy z partnerami otoczenia społeczno-gospodarczego, wspólne rozwiązywanie problemów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych, wspólne poszukiwanie nowych wyzwań badawczych, a także wspólne ubieganie się o projekty badawcze.

Zapraszamy do współpracy

ul. Poznańska 2, 35-084 Rzeszów
e-mail: rb@prz.edu.pl
wbisia.prz.edu.pl



**WYDZIAŁ
BUDOWNICTWA,
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ARCHITEKTURY**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

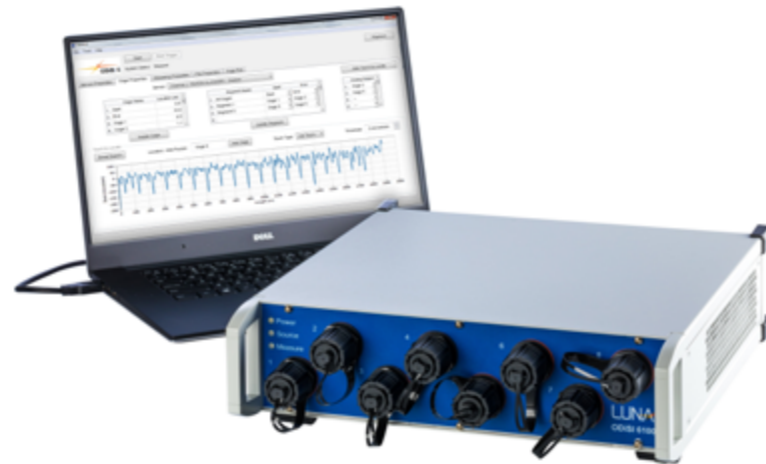


Stosowane metody i techniki

- urządzenie wykorzystuje metodę interferometryczną z przemiataaniem długości fali (SWI) do pomiarów rozproszenia Rayleigha

Dostępna aparatura

- Luna OBR 4600
- Luna ODiSi 6100
- spawarka światłowodowa S179
- obcinarka Fitel S326



Zestaw reflektometrów optycznych

Reflektometr LUNA OBR o ultra-wysokiej rozdzielczości z opcją ciągłego czujnika światłowodowego (sensing). LUNA OBR zawiera oprogramowanie do pomiarów temperatury i naprężeń dzięki czemu przekształca standardowy światłowod telekomunikacyjny w wysokiej rozdzielczości czujnik naprężenia i temperatury. OBR wykorzystuje metodę interferometryczną z przemiataaniem długości fali (SWI) do pomiarów rozproszenia Rayleigha. Zewnętrzny impuls (naprężenia bądź zmiana temperatury) powoduje tymczasowe zmiany (przesunięcie) w widmie. OBR ocenia przesunięcia oraz przeskalowania przy pomiarach. Metoda SWI umożliwia solidny i praktyczny pomiar temperatury i naprężeń w światłowodzie do 70 m długości z dokładnością do 1 μm bądź 0,1° C.

Reflektometr LUNA ODiSi - reflektometr typu OFDR o rozdzielczości przestrzennej 0,6 mm – Umożliwia budowę systemu czujnika ciągłego (Optical Distributed Sensor Interrogator) bazującego na zwykłym światłowodzie telekomunikacyjnym. Jest to urządzenie do pomiarów odkształceń i temperatury, którego zasięg wynosi 20 m z 1,25 mm rozdzielczością i częstotliwością do 250 Hz.



Badania obiektów mostowych pod próbnym obciążeniem

Laboratorium prowadzi akredytowane badania obiektów mostowych pod próbnym obciążeniem. Badania obejmują mosty drogowe, kolejowe i kładki dla pieszych. Przeprowadzane są testy konstrukcji pod obciążeniem statycznym i dynamicznym. W czasie badań pod obciążeniem statycznym rejestrowane są osiadania podpór, przemieszczenia (ugięcia) przęseł i naprężenia w elementach konstrukcji. W czasie badań pod obciążeniem dynamicznym rejestrowane są przede wszystkim przemieszczenia i przyspieszenia drgań. Wyznaczany jest współczynnik dynamiczny i współczynnik tłumienia. W czasie badań mostów kolejowych sprawdzane są maksymalne przyspieszenia drgań, a w czasie badań kładek dla pieszych weryfikowany jest wibracyjny komfort użytkownika. Stosowana jest wyłącznie wzorcowana aparatura pomiarowa. Badania obiektów mostowych pod próbnym obciążeniem to badania objęte systemem zarządzania zgodnym z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 i akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji.



AB 1413

Stosowane metody i techniki

- obciążenia statyczno-wytrzymałościowe
- obciążenia zmęczeniowe
- pomiary przemieszczeń metodą zegarową i indukcyjną
- pomiary przemieszczeń metodami geodezyjnymi
- pomiary tensometryczne odkształceń
- pomiary kątów obrotu inklinometrami
- pomiary przyspieszeń drgań akcelerometrami

Dostępna aparatura

- zestaw analogowych, cyfrowych i indukcyjnych przyrządów do pomiaru przemieszczeń
- zestaw niwelatorów precyzyjnych do pomiarów osiadań podpór i przemieszczeń przęseł
- precyzyjny tachimetr automatyczny do pomiarów przemieszczeń
- zestaw do pomiarów odkształceń
- zestaw akcelerometrów do pomiarów przyspieszeń

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02
- procedury własne
- indywidualne projekty badań

Stosowane metody i techniki

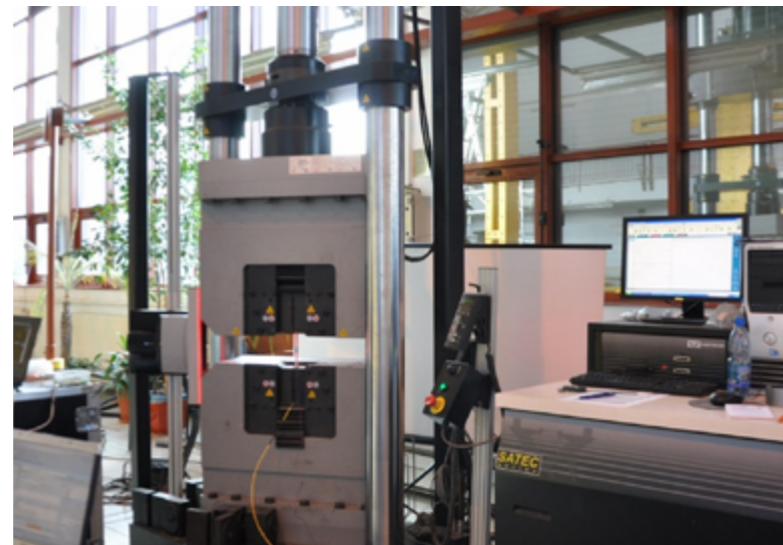
- próba rozciągania w temperaturze pokojowej
- próba zginania

Dostępna aparatura

- maszyna wytrzymałościowa Instron o zakresie obciążeń 1200 kN
- ekstensometr wideo o zakresie pomiarowym 300 mm

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02
- PN-EN ISO 6892-1:2016-09, Met. B
- PN-EN ISO 6892-1:2020-05, Met. B
- PN-EN ISO 7438:2006
- PN-EN ISO 7438:2021-04
- PN-EN ISO 15630-1:2011 p.5
- PN-EN ISO 15630-1:2019-04 p.5
- PN-EN ISO 15630-1:2011 p.6
- PN-EN ISO 15630-1:2019-04 p.6
- PN-EN ISO 15630-2:2011 p.5
- PN-EN ISO 15630-2:2019-04 p.5
- PN-EN ISO 15630-2:2011 p.6
- PN-EN ISO 15630-2:2019-04 p.6
- PN-EN ISO 15630-3:2011 p.5
- PN-EN ISO 15630-3:2019-04 p.5
- PN-EN ISO 15630-3:2011 p.6
- PN-EN ISO 15630-3:2019-04 p.6



Badania wytrzymałościowe materiałów

Wydziałowe Laboratorium Badań Konstrukcji wykonuje akredytowane badania właściwości mechanicznych metali oraz badania podatności do odkształceń plastycznych. Wyznaczane są m.in.:

- wyraźna granica plastyczności R_e ,
- umowna granica plastyczności R_p ,
- wytrzymałość na rozciąganie R_m ,
- wydłużenie procentowe po zerwaniu A ,
- wydłużenie całkowite procentowe przy największej sile A_{gt} ,
- przewężenie procentowe przekroju Z oraz największa siła F_m .

Badania obejmują metale, pręty, walcówkę i drut do zbrojenia betonu, zgrzewane siatki do zbrojenia oraz stal do sprężania. Zakres sił do 600 kN. Badania metali są objęte systemem zarządzania zgodnym z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 i akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji. Poza akredytacją laboratorium prowadzi badania innych materiałów, np. kompozytów, drewna.



AB 1413



Badania wytrzymałościowe konstrukcji

Laboratorium prowadzi badania wytrzymałościowe elementów, konstrukcji, połączeń i gotowych wyrobów budowlanych pod obciążeniem statycznym i dynamicznym (zmęczeniowym). W badaniach statyczno-wytrzymałościowych jest stosowana przede wszystkim uniwersalna maszyna wytrzymałościowa Schenck, podłoga siłowa o wymiarach 9,6 m x 21,6m i przestawny stend badawczy. Maksymalna rozpiętość badanego elementu wynosi 21,6 m, maksymalne obciążenie 2 x 630 kN. Stanowisko badawcze jest konstruowane zależnie od potrzeb, z wykorzystaniem elementów będących na wyposażeniu laboratorium. W czasie testów, oprócz rejestracji sił, są mierzone np.:

- przemieszczenia i ugięcia konstrukcji z wykorzystaniem czujników zegarowych lub indukcyjnych,
- przemieszczenia metodą geodezyjną,
- odkształcenia/naprężenia metodą tensometryczną,
- kąty obrotu,
- przyspieszenia drgań.

Badania zmęczeniowe mogą dotyczyć np. elementów konstrukcji, gotowych wyrobów budowlanych, połączeń lub wibroizolacji. Stosowane są obciążenia zmienne w przedziale częstotliwości od 0.2 do 20 Hz i zakresie sił do 630 kN.

Stosowane metody i techniki

- obciążenia statyczno-wytrzymałościowe
- obciążenia zmęczeniowe
- pomiary przemieszczeń metodą zegarową i indukcyjną
- pomiary przemieszczeń metodami geodezyjnymi
- pomiary tensometryczne odkształceń
- pomiary kątów obrotu inklinometrami
- pomiary przyspieszeń drgań akcelerometrami

Dostępna aparatura

- siłowniki hydrauliczne sterowane komputerowo o zakresie 2 x 630 kN
- zestaw analogowych i cyfrowych przyrządów do pomiaru przemieszczeń
- zestaw niwelatorów precyzyjnych i tachimetr
- system pomiaru odkształceń
- zestaw do pomiaru kątów obrotu
- zestaw do pomiarów przyspieszeń

Badania na zgodność z normami

- PN-B-06281:1973
- PB-05 (procedura własna)
- Indywidualne projekty badań

Stosowane metody i techniki

- metoda in-situ
- metoda obliczeniowa

Dostępna aparatura

- dwukanałowe mierniki i analizatory dźwięku
- kalibrator akustyczny
- wielokierunkowe źródło dźwięku ze wzmacniaczem
- stukacz wzorcowy
- termohigrometr

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO 140-4:2000
- PN-EN ISO 16283-1:2014-05
- PN-EN ISO 140-5:1999
- PN-EN ISO 16283-3:2016-04
- PN-EN ISO 140-7:2000
- PN-EN ISO 16283-2:2021-09
- PN-EN ISO 717-1:2021-06
- PN-EN ISO 717-2:2021-06
- PN-EN ISO 3382-2:2010
- PN-B-02151-4:2015-06



Badania akustyczne – ocena izolacyjności przegród budowlanych i czasu pogłosu

Laboratorium prowadzi badania izolacyjności akustycznej przegród w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej. Badania mogą dotyczyć ścian wewnętrznych między pomieszczeniami jak i zewnętrznych (fasad). Wyznaczany jest przede wszystkim wskaźnik izolacyjności od dźwięków powietrznych, a dla stropów wskaźnik izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych i uderzeniowych. W badaniach stosowane są dwukanałowe mierniki i analizatory dźwięku, wielokierunkowe źródło dźwięku ze wzmacniaczem oraz specjalistyczny stukacz wzorcowy. Laboratorium wyznacza także czas pogłosu w pomieszczeniach, co jest istotne z punktu widzenia oceny zrozumiałości mowy.



Badania akustyczne – hałas komunikacyjny

Laboratorium prowadzi badania hałasu pochodzącego od dróg, linii kolejowych, linii tramwajowych. Wyznaczany jest równoważny poziom dźwięku A, ekspozycyjny poziom dźwięku A (metoda bezpośrednia) oraz równoważny poziom dźwięku A dla czasu odniesienia T wyrażany wskaźnikami $L_{Aeq, D}$ i $L_{Aeq, N}$ (metoda obliczeniowa). Stosowana jest wyłącznie wzorcowana aparatura pomiarowa. Zakres pomiarowy 25-129 dB. Badania hałasu komunikacyjnego są objęte systemem zarządzania zgodnym z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 i akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji.



AB 1413

Stosowane metody i techniki

- metoda bezpośrednia
- metoda obliczeniowa

Dostępna aparatura

- dwukanałowe mierniki i analizatory dźwięku
- kalibrator akustyczny
- stacja pogodowa

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02
- Załącznik nr 3 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16.06.2011 r. (Dz.U. 2011 nr 140, poz. 824) z wyłączeniem punktu H (Dz.U. 2011 nr 288, poz. 1697)

Stosowane metody i techniki

- metoda laboratoryjna
- metoda obliczeniowa

Dostępna aparatura

- dwukanałowe mierniki i analizatory dźwięku
- kalibrator akustyczny
- wielokierunkowe źródło dźwięku ze wzmacniaczem
- stukacz wzorcowy
- termohigrometr

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO 10140-1:2021-10
- PN-EN ISO 10140-2:2021-10
- PN-EN ISO 10140-3:2021-10
- PN-EN ISO 10140-4:2021-10
- PN-EN ISO 10140-5:2021-10
- PN-EN ISO 140-6:1999
- PN-EN ISO 717-1:2021-06
- PN-EN ISO 717-2:2021-06
- PN-EN 1793-2:2018-08
- PN-EN 1793-3:2001
- PN-EN ISO 354:2005 z wyłączeniem pkt. 7.3
- PN-EN ISO 11654:1999
- PN-EN 1793-1:2017-05
- PN-EN 1793-3:2001



Badania akustyczne – badania izolacyjności akustycznej materiałów i wyrobów budowlanych

Laboratorium prowadzi badania izolacyjności akustycznej materiałów i wyrobów budowlanych. Wyznaczany jest m.in. wskaźnik oceny izolacyjności od dźwięków powietrznych oraz izolacyjność akustyczna od dźwięków uderzeniowych. Badania są prowadzone w specjalistycznym laboratorium akustyki budowlanej, wyposażonym w 4 komory pogłosowe – rysunek poniżej.



1 – komora nadawczo-odbiorcza, 2, 3 – komory odbiorcze, 4 – komora nadawcza

W komorach 1-2 jest wyznaczana izolacyjność od dźwięków powietrznych np. ceramiki budowlanej lub ekranów, w komorach 1-3 izolacyjność okien lub drzwi, a w komorach 1-4 izolacyjność stropów. Wszystkie komory są klimatyzowane, mają odpowiednie parametry akustyczne i spełniają wymagania norm. Laboratorium dysponuje także komorą pogłosową przeznaczoną do wyznaczania współczynnika pochłaniania dźwięku. Stosowany zakres częstotliwości środkowych pasm: 100 – 5000 Hz.



Badania akustyczne – ocena skuteczności ekranów akustycznych

Laboratorium prowadzi badania skuteczności drogowych urządzeń przeciwhałasowych. Właściwości akustyczne są wyznaczone w czasie badań terenowych i laboratoryjnych. W czasie badań terenowych rejestrowany jest poziom ciśnienia akustycznego, co najmniej dwóch punktach pomiarowych jednocześnie, w pasmach 1/3 oktawowych. Zakres analizowanej częstotliwości: 50 – 5000 Hz. Skuteczność ekranów jest wyznaczana metodą obliczeniową. Laboratorium wykonuje także pomiary dyfrakcji dźwięku w miejscu zamontowania urządzenia wykorzystując 6-kanałowy system pomiarowy. Oprócz badań in-situ, laboratorium prowadzi badania izolacyjności akustycznej ekranów w warunkach laboratoryjnych oraz badania współczynnika pochłaniania dźwięku.

Stosowane metody i techniki

- metoda in-situ
- metoda obliczeniowa

Dostępna aparatura

- 2-kanałowy mierniki i analizatory dźwięku
- 6-kanałowy system pomiaru ciśnienia akustycznego
- kalibrator akustyczny
- wielokierunkowe źródło dźwięku ze wzmacniaczem
- stacja pogodowa

Badania na zgodność z normami

- PN-ISO 10847:2002
- PN-EN 1793-1_2017-05
- PN-EN 1793-2_2018-08
- PN-EN 1793-3_2001
- PN-EN 1793-4_2015-05

Stosowane metody i techniki

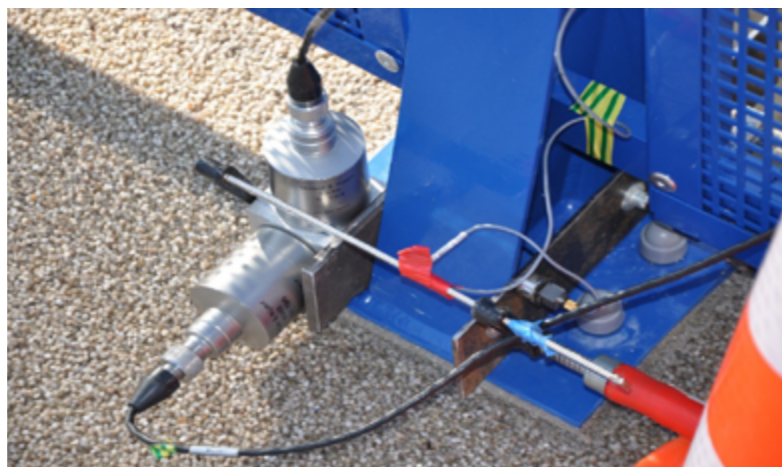
- w przypadku obiektów mostowych – metoda bezpośrednia
- w przypadku budynków – metoda pośrednia

Dostępna aparatura

- Wzmacniacze pomiarowe oparte na technologii LAN
- Ręczny kalibrator drgań (1000 Hz)
- Wieloczęstotliwościowy kalibrator drgań
- Zestaw akcelerometrów

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02
- PB-03 (procedura własna)
- PN-B-02170:1985
- PN-B-02170:2016-12
- PN-B-02171:1988



Badania drgań obiektów mostowych i budynków

Laboratorium wykonuje akredytowane badania drgań obiektów mostowych i budynków. W badaniach wykorzystywany jest zestaw złożony ze wzmacniaczy pomiarowych oraz akcelerometrów umożliwiających pomiar drgań konstrukcji nawet w kilkunastu punktach jednocześnie. Stosowany jest cały szereg akcelerometrów jedno- i trójosiowych, począwszy od tych o dużej czułości (do pomiarów drgań sejsmicznych) a skończywszy na zdolnych mierzyć drgania impulsowe, w tym drgania pochodzące od wybuchów. Zakres mierzonych amplitud mieści się w przedziale 0.001 m/s² do 20000 g, zakres częstotliwości w przedziale 0.1 Hz do 6 kHz. W przypadku badań obiektów mostowych wyznaczane są częstotliwości drgań swobodnych i amplitudy przyspieszeń. Sprawdzane jest kryterium bezpieczeństwa, oceniany wibracyjny komfort użytkownika. W przypadku budynków oceniany jest wpływ drgań na budynki oraz wpływ drgań na ludzi w budynkach. Określana jest wartość maksymalna przyspieszenia drgań w pasmach 1/3 oktaawowych w zakresie częstotliwości 0.5 - 100 Hz lub 0.5 – 80 Hz. Zakres mierzonych amplitud w tych badaniach to ± 4.9 m/s² pk. Badania drgań obiektów mostowych i budynków są objęte systemem zarządzania zgodnym z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 i akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji.



AB 1413

Wykonujemy badania:

- badanie i ocena stanu technicznego obiektów budowlanych,
- okresowe pomiary przemieszczeń pionowych i poziomych oraz odkształceń budowli i obiektów inżynierskich,
- pomiary kontrolne geometrii torów, suwnic, mostów, wiaduktów i budowli wieżowych oraz elementów konstrukcyjnych budowli i obiektów inżynierskich, a także maszyn i urządzeń,
- badania obiektów mostowych pod próbnym obciążeniem statycznym,
- próbne obciążenia pali oraz pomiary odkształceń budowli i podłoża budowlanego,
- pomiary mas ziemnych i ich objętości,
- statyczne i kinematyczne pomiary GNSS w rozwiązywaniu różnego typu zagadnień inżynierskich,
- pomiary inwentaryzacyjne obiektów kubaturowych i modelowanie 3D do celów architektonicznych,
- ocena dokładności urządzeń pomiarowych według terenowych procedur testowania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych ujętych w PN-ISO 17123,
- badania terenowe i laboratoryjne podłoża gruntowego oraz opracowywanie dokumentacji geotechnicznych i geologiczno-inżynierskich,
- badania parametrów geotechnicznych opisujących właściwości fizyczne podłoża gruntowego, jak również zaawansowane badania właściwości wytrzymałościowych i odkształceniowych ośrodka gruntowego,
- projektowanie posadowień budowli i konstrukcji geotechnicznych, w tym na gruntach słabych, w skomplikowanych warunkach geologiczno-inżynierskich,
- opracowania projektowe dotyczące stabilizacji i likwidacji skutków osuwisk, w tym na trasach komunikacyjnych i na terenach zurbanizowanych,
- doradztwo, konsultacje i weryfikacja projektów budowlanych i wykonawczych skomplikowanych obiektów budownictwa przemysłowego i użyteczności publicznej,
- wykonywanie opinii i ekspertyz naukowo-technicznych oraz innych opracowań w zakresie: geodezji, geotechniki, badań i oceny stabilności i trwałości obiektów inżynierskich.

Dostępna aparatura

- dron DJI Phantom 4 RTK
- odbiorniki GPS/GNSS
- skanery laserowe FARO
- tachimetry
- niwelatory kodowe
- aparat do badań gruntu GDS

Stosowane metody i techniki

- możliwość prowadzenia badań trójosiowych gruntów o zróżnicowanej charakterystyce obciążenia i odkształcenia
- możliwość badania próbek o średnicy 38 mm i 50 mm
- możliwość badania współczynnika filtracji gruntów



Zestaw trójosiowego ściskania GDS

System do badań przepuszczalności pozwala na niezależne kontrolowanie ciśnienia w komorze, oraz na obu końcach próbki, aby odwzorować warunki in – situ (lub inny wymagany stan naprężeń) oraz stały gradient hydrauliczny lub przepływ. Badania trójosiowe są doskonałym sposobem pomiaru parametrów mechanicznych gruntów, skał i kruszyw, a wyniki są wykorzystywane do rozwiązania szerokiego zakresu zagadnień z inżynierii geotechnicznej. Badanie kontrolowane jest przez oprogramowanie GDSLAB z opcjonalnym Modułem do badań przepuszczalności.



Badania petrograficzne

Badania mineralogiczno - petrograficzne skał, materiałów budowlanych, surowców mineralnych w zakresie podstawowym jak również w aspekcie szczegółowej analizy np.:

- składu mineralnego skał, osadów dennych, materiałów budowlanych,
- właściwości skał wykorzystywanych w budownictwie i drogownictwie,
- uziarnienia, wysortowania i obtoczenia materiału okruszowego,
- rozpoznania reaktywnych minerałów krzemionkowych w kruszywach m.in. opalu, krystobalitu, trydymitu, chalcedonu i kwarcu,
- oceny procesów wtórnych i mineralizacyjnych,
- badania cech strukturalno – teksturalnych skał, kruszyw budowlanych,
- analizy oddziaływania czynników środowiskowych na kruszywa mineralne, skały.

Stosowane metody i techniki

- badania podstawowych właściwości kruszyw. Opis petrograficzny
- zalecana metoda badawcza RILEM: AAR-1.1 Wykrywanie potencjalnej reaktywności alkalicznej Część 1: Metoda badania petrograficznego
- procedura badawcza GDDKIA PB/3/18, zał.3

Dostępna aparatura

- mikroskop polaryzacyjny Panthera TEC POL
- mikroskop stereoskopowy Olympus SZX7

Badania na zgodność z numerami norm

- Np. PN – EN 932-3 : 2022 -12
- Np. ASTM C295

Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska

Laboratorium nowych technologii w badaniach wód i oczyszczaniu ścieków

Stosowane metody i techniki

- 8700 LDIR Chemical Imaging System
- autorska metoda chemicznej preparacji próbek do mikroskopowych analiz mikroplastików

Dostępna aparatura

- Agilent 8700 LDIR

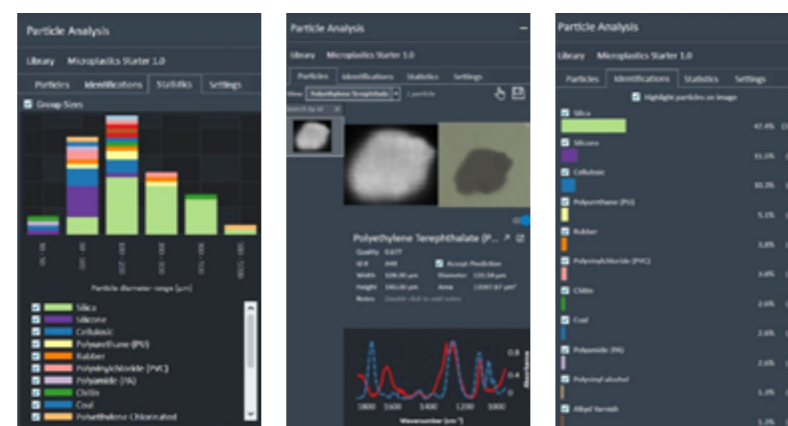


Badania mikroplastików

Oznaczanie ilościowe i jakościowe mikrocząstek polimerowych.
Zakres badanych cząstek 5 - 4900 μm .

Ekstrakcja mikroplastików ze zróżnicowanych próbek środowiskowych:

- wody
- ścieków
- osadów dennych
- gleby.



Graficzna forma prezentacji wyników

Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska

Laboratorium nowych technologii w badaniach wód i oczyszczaniu ścieków

Stosowane metody i techniki

- badane jony rozdziela się na kolumnie rozdzielającej za pomocą chromatografii cieczowej, a następnie mierzy detektorem konduktometrycznym.

Dostępna aparatura

- chromatograf jonowy DIONEX ICS5000

Badania na zgodność z numerami norm

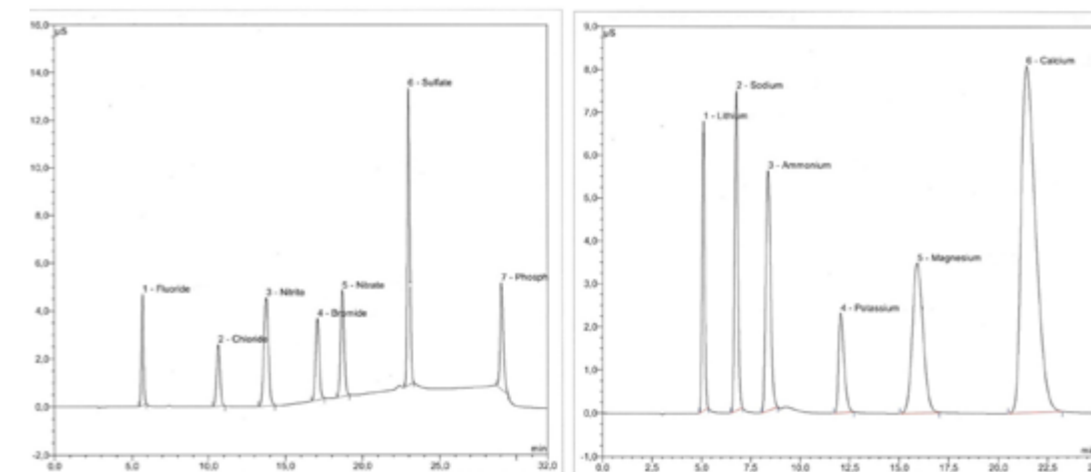
- PN-EN ISO 14911
- PN-EN ISO 10304



Badania chromatograficzne – chromatografia jonowa

Do tego typu analiz wykorzystywany jest chromatograf jonowy z detektorem konduktometrycznym. Urządzenie to ma stabilny i czuły system chromatograficzny. Wykonywane są na nim analizy próbek ciekłych m.in. wody pitnej, powierzchniowej, podziemnej, ścieków przemysłowych i komunalnych. Typowy zakres analityczny obejmuje równoczesny pomiar:

- kationów: Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
- anionów: F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} .



Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska

Laboratorium nowych technologii w badaniach wód i oczyszczaniu ścieków

Stosowane metody i techniki

- analiza ilościowa związków organicznych metodą kalibracji z dodatkiem wzorca wewnętrznego,
- analiza gazów metodą kalibracji zewnętrznej,
- techniki przygotowania,
- próbek do analizy: próbki ciekłe: ekstrakcja ciecz-ciecz, ekstrakcja SPE, próbki stałe: ekstrakcja mikrofalowa.

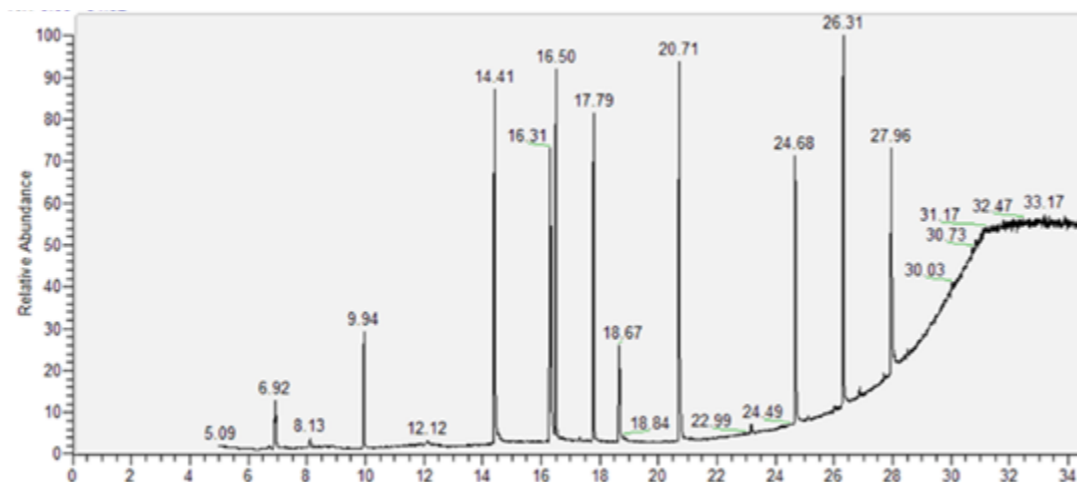
Dostępna aparatura

- chromatograf gazowy dwukanałowy (GC - 2010 PLUS) z detektorami FID i BID
- chromatograf gazowy sprzężony ze spektrometrem masowym (z pułapką jonową Thermo Electron Finnigan)



Badania chromatograficzne – chromatografia gazowa

- analiza jakościowa i ilościowa związków organicznych
- badanie poziomu zanieczyszczenia próbek środowiskowych (wody, gleby, powietrza, ścieków, odcieków) oraz innych matryc
- oznaczenia gazów np. N₂, O₂, CO, CO₂, CH₄ i innych
- badanie mechanizmu rozkładu substancji organicznych
- badanie emisji gazów i substancji organicznych.



Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska

Laboratorium nowych technologii w badaniach wód i oczyszczaniu ścieków



Oznaczenie węgla i azotu

Oznaczenie w próbkach wodnych:

- węgla całkowitego (TC),
- węgla nieorganicznego (IC),
- całkowitego węgla organicznego (TOC),
- azotu całkowitego (TN).

Zawartość węgla organicznego w wodzie i ściekach jest ważnym wskaźnikiem zanieczyszczenia środowiska. W odróżnieniu od wyników pomiarów biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT) oraz chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT), które są źródłem informacji o zawartości substancji organicznych podatnych na rozkład w określonych warunkach, pomiar całkowitego węgla organicznego daje pełną informację o zawartości wszystkich substancji organicznych tj. wszystkich zanieczyszczeń zawierających węgiel organiczny.

Stosowane metody i techniki

- oznaczenie TC, IC, TOC: analiza widm po utlenianiu przez katalizowane spalanie w temperaturze 680°C,
- oznaczenie TN: wykorzystanie chemiluminescencji po utlenieniu przez spalanie.

Dostępna aparatura

- przyrząd TOC-VCPN firmy Shimadzu

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN 1484

Stosowane metody i techniki

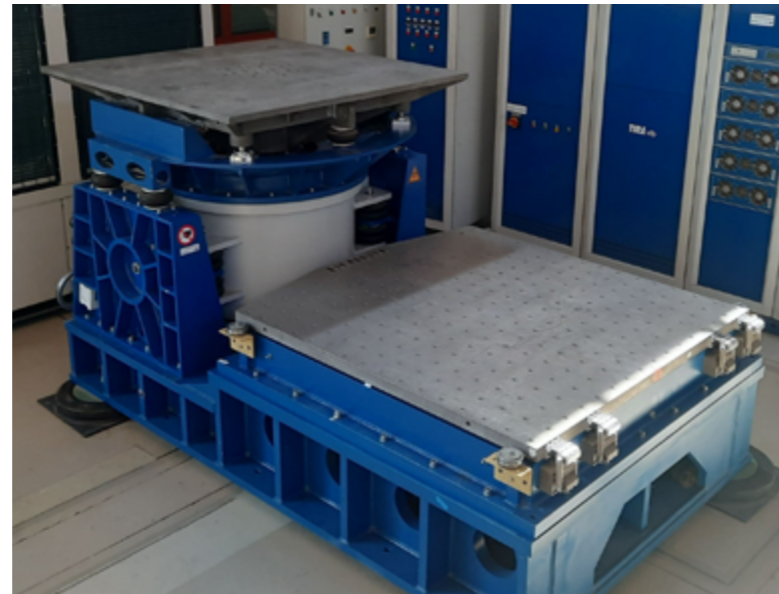
- wymuszanie i pomiar drgań mechanicznych

Dostępna aparatura

- analizator Simens SCM202V
- akcelerometry
- tensometry
- wibrometry

Badania na zgodność z numerami norm

- ECSS-E-ST-10-03C
- EN 61373
- ICC-ES AC156



System do realizacji testów wibracyjnych

System do realizacji testów wibracyjnych umożliwia ocenę odporności elementów (mechanicznych, elektrycznych, elektronicznych) na obciążenia dynamiczne (wibracje, wstrząsy). System składa się ze wzбудnika elektrodynamicznego (TIRA TV 59389/AIT-440), stołu ślizgowego (TGT MO 60 XXL) oraz układu sterowania zapewniającego realizację testów przestrajonym sinusem, szumem lub udarem o następujących parametrach:

- maksymalna siła: sinus/szum 89 kN, udar 178 kN;
- pasmo częstotliwości: 5 Hz- 2000 Hz;
- przemieszczenie maksymalne: 50,8 mm;
- prędkość maksymalna: sinus/szum 2,0 m/s, udar 3,0 m/s;
- maksymalne przyspieszenia: w pionie sinus/szum 100 g, udar 200 g; w poziomie sinus/szum 28 g, udar 56g;
- maksymalna masa testowanych obiektów: wymuszanych w pionie 620 kg. (max. 10 g); wymuszanych w poziomie 620 kg. (max. 10 g)

W pionie testy realizowane są na obiektach mocowanych bezpośrednio do armatury wzbudnika o średnicy 440 mm lub do głowicy z powierzchnią roboczą o wymiarach 1500 na 1500 mm. W poziomie testy realizowane są z wykorzystaniem stołu ślizgowego z możliwością mocowania obiektów do powierzchni roboczej o wymiarach 1500 na 1500 mm. Rozstaw otworów do mocowania śrubami M10x25 wynosi 100 mm.



Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki

Ocenę szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki przeprowadzana zgodnie z zapisami normy PN-B-02170_2016-12P. Podstawą oceny są wartości maksymalne przyspieszeń opisujących drgania przekazywane na budynki, niezależnie od sposobu ich propagacji w podłożu od źródła drgań do budynku. Wymagania niniejszej normy stosuje się:

- w diagnostyce dotyczącej oceny wpływu drgań pochodzących z eksploatowanych albo projektowanych źródeł drgań na istniejące budynki i urządzenia umieszczone w budynkach,
- w projektowaniu budynków, które będą znajdować się w obszarze oddziaływania drgań pochodzących z eksploatowanych albo projektowanych źródeł drgań.

Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach

Ocenę szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki przeprowadzana zgodnie z zapisami normy PN-B-02170_2016-12P. Podstawą oceny są wartości maksymalne przyspieszeń opisujących drgania przekazywane na budynki, niezależnie od sposobu ich propagacji w podłożu od źródła drgań do budynku. Wymagania niniejszej normy stosuje się:

- w diagnostyce dotyczącej oceny zapewnienia komfortu wibracyjnego ludziom przebywającym w istniejących budynkach i odbierającym w sposób bierny drgania pochodzące z eksploatowanych albo projektowanych źródeł drgań,
- w trakcie projektowania budynków, na które będą oddziaływać drgania pochodzące z eksploatowanych albo projektowanych źródeł drgań i w których przebywający ludzie będą narażeni na oddziaływanie tych drgań.

Stosowane metody i techniki

- rejestracja sygnałów przyspieszenia drgań
- analiza zarejestrowanych sygnałów w pasmach 1/3-oktawowych

Dostępna aparatura

- rejestrator wraz z oprogramowaniem do analizy sygnałów
- zestaw akcelerometrów jednoosiowych, w tym sejsmicznych oraz akcelerometrów trójosiowych

Badania na zgodność z numerami norm

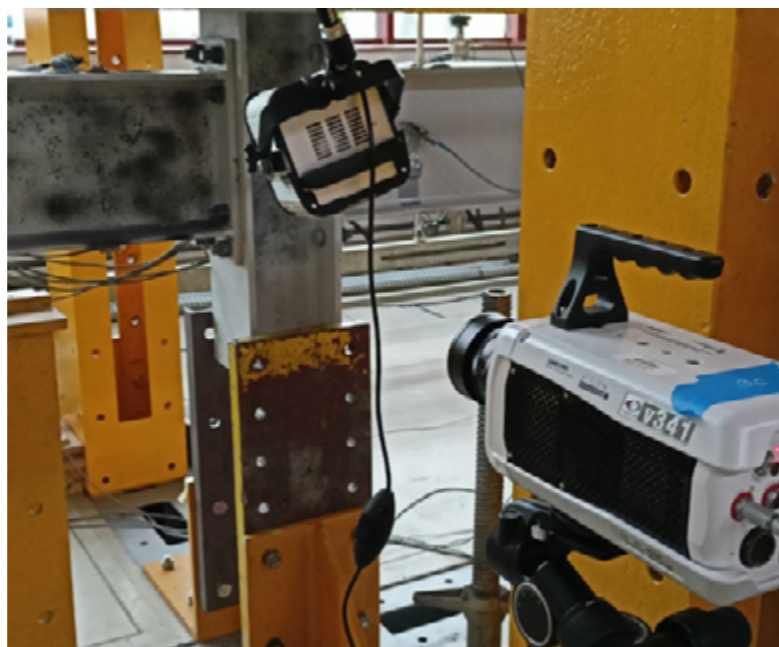
- PN-B-02170_2016-12
- PN-B-02171_2017-06

Stosowane metody i techniki

- Cyfrowa Korelacja Obrazu (ang. Digital Image Correlation, DIC)

Dostępna aparatura

- kamery PHANTOM V341 2 szt. CMOS 35mm
- rozdzielczość 4MPx, 2560x1600
- częstotliwość 800 klatek w pełnej rozdzielczości /s lub 130 000 klatek /s przy zredukowanej rozdzielczości
- kamery Phantom v640 2 szt., CMOS
- rozdzielczość 4MPx, 2560x1600
- częstotliwość 1500 klatek w pełnej rozdzielczości /s lub 300 000 klatek /s przy zredukowanej rozdzielczości



Bezkontaktowy pomiar przemieszczeń Bezkontaktowy pomiar odkształceń

Posiadany system Q450 Dantec Dynamics GmbH umożliwia bezkontaktowy pomiar przemieszczeń i odkształceń we wszystkich punktach obserwowanego obszaru, zarówno na płaszczyźnie, jak i w przestrzeni trójwymiarowej. Na podstawie obserwacji zmian rozkładu pola odkształceń, zachodzących w czasie na skutek działania zadanego obciążenia, możliwe jest określenie stref koncentracji naprężeń w badanym elemencie lub konstrukcji. Dane pozyskane z pomiarów metodą cyfrowej korelacji obrazu mogą zostać użyte do weryfikacji i walidacji modeli numerycznych. Ze względu na wykorzystanie superszybkich kamer możliwe jest filmowanie, odtwarzanie w zwolnionym tempie i analiza procesów szybkozmiennych (tzw. slow motion) oraz drgań. Dzięki rejestracji zjawisk z dużą rozdzielczością system może zostać zastosowany w badaniach balistycznych, testach udarowych, mechanice pęknięcia itp. System Q450 może zostać wykorzystany do kontroli położenia próbki w trakcie pomiarów innymi metodami (np. do kontroli mocowania próbki w szczękach maszyny wytrzymałościowej). Przeprowadzenie pomiarów DIC wiąże się w wielu przypadkach z koniecznością naniesienia na obiekt/próbkę losowego wzoru w postaci czarnych plam na białym tle. Dokładność pomiaru zależy od wielu czynników, m.in. wielkości obserwowanego obszaru, naniesionego wzoru, czy danych obliczonych w procesie kalibracji i dla każdego zadania wyznaczana jest w sposób indywidualny. Przy pomocy posiadanego sprzętu możliwe jest wykonanie pomiarów przemieszczeń z dokładnością na poziomie kilku μm .



Skanowanie laserowe geometrii Skanowanie laserowe obiektów inżynierskich

Przeprowadzamy skanowanie laserowe geometrii 3D podzespołów maszyny i urządzeń dla celów inżynierii odwrotnej. Na podstawie uzyskanej chmury punktów można tworzyć modele dla celów inżynierii odwrotnej. Wykonujemy także skanowanie laserowe istniejących obiektów inżynierii lądowej. Uzyskana w ten sposób chmura punktów może służyć do inwentaryzowania tych obiektów oraz tworzenia ich modeli cyfrowych. Linia skanerów Surphaser znana jest z niezrównanej dokładności i jakości skanowania. Umożliwiają one tworzenie modeli zarówno krótkiego, jak i średniego zasięgu, co pozwala na ich stosowanie w zadaniach inżynierii odwrotnej, kontroli wymiarowej, technologii BIM, konserwacji zabytków, architekturze i kryminalistyce.

- Dokładność poniżej milimetra przy szybkości skanowania do 1,2 miliona punktów na sekundę i zasięgu pracy do 70 m.
- Zaprojektowane do pracy w warunkach przemysłowych i w zastosowaniach zewnętrznych.
- Oprogramowanie umożliwia eksport zbiorów danych w PolyWorks®, RapidForm®, Geomagic®, Cyclone®, RealWorks® oraz innych aplikacjach do przetwarzania chmur punktów.
- Przenośny i łatwy do transportowania – zestaw mieści w dedykowanej walizce umożliwiającej bezpieczne transportowanie.

Efektom pomiarów skanerem Surphaser 25HSX jest chmura punktów bez kolorów RGB. Wymaga ona składania w odrębnym oprogramowaniu. W ramach usługi udostępniamy pojedyncze skany oraz skany połączone w jeden zbiór. Na podstawie chmury punktów możemy opracować także model powierzchniowy za pomocą siatek wielokątnych. Do składania skanów wykorzystujemy program Geomagic Studio.

Stosowane metody i techniki

- składanie pojedynczych skanów w jedną chmurę punktów
- tworzenie powierzchniowych modeli 3D składających się z siatek wielokątnych

Dostępna aparatura

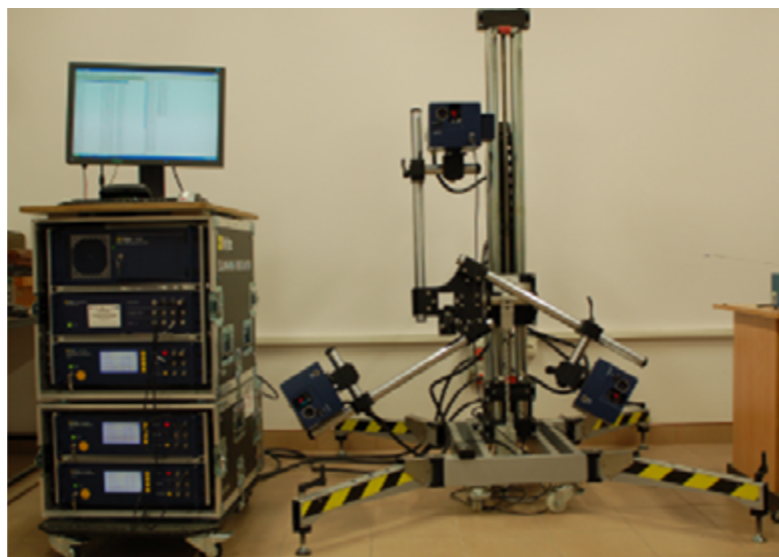
- skaner laserowy
- Surphaser 25HSX
- oprogramowanie:
- SurphaserExpress,
- Geomagic Studio

Stosowane metody i techniki

- pomiar prędkości/przemieszczeń drgań w pojedynczych punktach (zapis sygnałów czasowych oraz widma drgań)
- skanowanie powierzchni 2D i obiektów 3D w celu analizy drgań i wyznaczenia form drgań (animacja form drgań dla wybranych częstotliwości)
- skanowanie powierzchni 2D i obiektów 3D w celu wizualizacji i analizy czasowych sygnałów propagacji fal sprężystych

Dostępna aparatura

- jednopunktowy wibrometr RSV-150
- skanujący wibrometr PSV-400-1D
- skanujący wibrometr PSV-400-3D-M z jednostką pomiaru odległości



Bezkontaktowy pomiar drgań (prędkości/przemieszczeń). Rejestracja i wizualizacja sygnałów czasowych drgań związanych z propagacją fal sprężystych

Bezkontaktowe pomiary drgań realizujemy się za pomocą wibrometrów laserowych firmy Polytec. Rodzaj zastosowanej aparatury zależy od określonych wymagań pomiarowych: Jendopunktowy wibrometr RSV-150 umożliwia rejestrację czasowych sygnałów prędkości lub przemieszczeń drgań w pojedynczym punkcie pomiarowym. Za jego pomocą można uzyskać informację o widmie częstotliwości mierzonej wielkości. Zaletą wibrometru jest szybkość konfiguracji oraz możliwość prowadzenia pomiaru z dużej odległości (od 0,6 do 50 m). Wibrometr skanujący PSV-400-1D pozwala na bezkontaktowy pomiar prędkości drgań zarówno w pojedynczych punktach, jak i w zadanych punktach siatki pomiarowej (1D i 2D). Umożliwia to skanowanie zadanej powierzchni oraz wizualizację zmian mierzonych parametrów. Proces skanowania wymaga powtarzania pomiaru z tym samym wymuszeniem dla każdego punktu pomiarowego. W celu redukcji szumów pomiarowych pomiar w każdym punkcie może być uśredniany. Urządzenie jest wyposażone w dedykowany generator sygnału, ale może także współpracować z zewnętrznym źródłem sygnału. Wibrometr pozwala na wyznaczenie i wizualizację form drgań oraz zarejestrowanych sygnałów czasowych. Dostępne tryby pomiarowe to: przebieg czasowy, FFT, FastScan. PSV-400-3D-M. Wibrometr wyposażony jest w trzy głowice laserowe. Pozwala to na skanowanie i rejestrowanie drgań badanego obiektu w trzech wymiarach. Analizę uzyskanych w ten sposób wyników można przeprowadzać w podobnym zakresie jak w przypadku pomiarów model 1D i 2D.



Wykrywanie uszkodzeń z zastosowaniem termografii aktywnej

Zastosowanie termografii aktywnej umożliwia bezkontaktową i szybką analizę stanu konstrukcji i jej elementów pod kątem wykrywania uszkodzeń i wad produkcyjnych. Badanie polega na dostarczaniu, w sposób kontrolowany, do struktury materiału odpowiedniej ilości energii cieplnej w celu zaburzenia jej równowagi termicznej. Energia może być wprowadzana za pomocą fali cieplnej generowanej przez lampy halogenowe, lampy błyskowe, wiązkę lasera, prądy wirowe, czy też wzbudzenie ultradźwiękowe. Następnie za pomocą kamery termowizyjnej wysokiej rozdzielczości rejestrowana jest odpowiedź materiału z zaburzoną w kontrolowany sposób równowagą termiczną. Zakłada się, że obecność defektów w postaci pęknięć, rozwarstwień, wtrąceń, delaminacji skutkuje zaburzeniami propagacji fali termicznej, co umożliwia, po zastosowaniu odpowiednich algorytmów przetwarzania sygnałów, skuteczną detekcję i lokalizację zaburzeń. Stacjonarny system, którego zasadniczą część stanowi zaawansowana kamera termowizyjna wraz z zestawem urządzeń pozwalających na wzbudzenie fali termicznej oraz wydajnym komputerem ze specjalistycznym oprogramowaniem umożliwia wykonywanie analiz pod kątem wykrywania uszkodzeń w materiałach i strukturach kompozytowych. Dotyczy to zarówno obiektów będących w użytkowaniu (przeglądy okresowe, awarie), jak również materiałów będących na etapie produkcji (kontrola jakości). System może służyć również do badań i analiz maszyn i urządzeń będących w trakcie użytkowania. Może okazać się skuteczny w wykrywaniu wad instalacji elektrycznych, ciepłowniczych, wod-kan i innych instalacji przemysłowych. Zestaw mobilny jest szczególnie przydatny w przypadku analiz konstrukcji o dużych rozmiarach, gdzie badaniom podlegają rozległe powierzchnie (ściany zbiorników, poszycie samolotu, itp.) Zaawansowana kamera naukowa sprawdza się również w klasycznych zastosowaniach diagnostyki termowizyjnej, bez konieczności wzbudzenia z zewnątrz.

Stosowane metody i techniki

- pomiar intensywności promieniowania podczerwonego obiektów poddanych wzbudzeniu termicznemu

Dostępna aparatura

- kamera termowizyjna FLIR X6540SC
- rozdzielczość 640x512; pasmo 1.5-5 μm , czułość detektora < 25mK, częstotliwość pracy 125 Hz dla ramki pełnej, max. 4011 Hz dla ramki 64x8, zakres pomiarowy temperatury: od 5 (-20) do 1500°C
- generator flash z lampą błyskową o energii błysku 3.0 kJ
- moduły wzbudzenia laserowego
- moduł wzbudzenia ultradźwiękowego o częstotliwości 15–25 kHz o mocy wyjściowej 2 kW
- mobilny zestaw C-CheckIR z kamerą termowizyjną

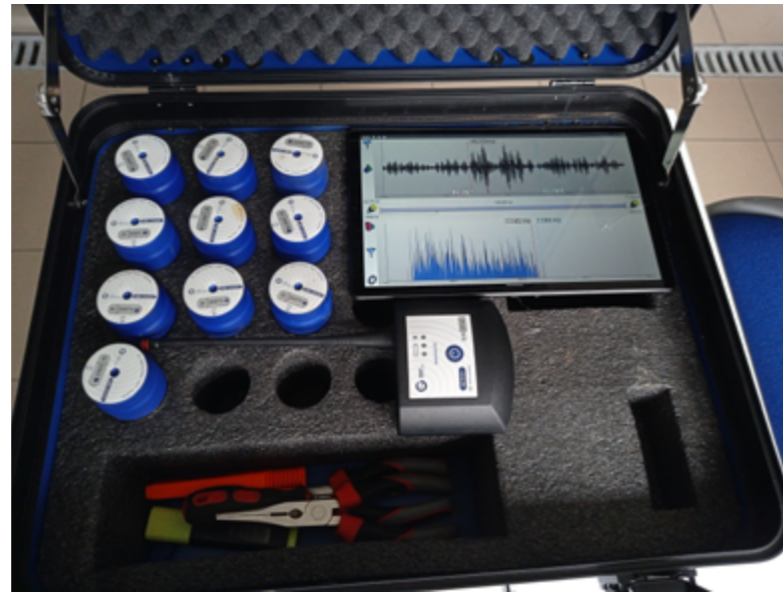
Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków

Stosowane metody i techniki

- detekcja szumów świadczących o potencjalnym wycieku na sieci
- korelacja zebranych wyników z logerów

Dostępna aparatura

- 15 logerów BIDI LOGGER F.A.S.T. GmbH
- rejestrator radiowy AZBIDI F.A.S.T. GmbH
- tablet lenovo z aplikacją AZA-OAD



Aparatura – Zestaw Loggerów BIDI LOGGER F.A.S.T. GmbH

Zestaw pozwala na detekcję wycieków (na podstawie szumów zarejestrowanych przez logery rozstawione w wyznaczonych punktach) z sieci wodociągowej ich przesłanie do tabletu z zainstalowanym oprogramowaniem AZA-OAD odczytującym potencjalne wycieki z możliwości dokładnej lokalizacji wycieku z przewodu oraz korelacji otrzymanych danych z logerów. Zestaw pozwala na jednoczesne poszukiwanie wycieków na sieci wodociągowej od 3 do 5 km.

Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji Laboratorium Systemów Konwersji Energii i Proekologicznych Technologii



Pomiar lotnych związków organicznych

Analizator Lotnych Związków Organicznych OVF 3000 jest kompaktowym, przenośnym urządzeniem charakteryzującym się wysoką niezawodnością, dokładnością, czułością i stabilnością. Urządzenie wykorzystuje metodę ciągłej detekcji płomieniowo-jonizacyjnej (FID), która pozwala na wiarygodne oznaczenie zarówno węglowodorów o dużej masie cząsteczkowej, jak i śladowych zanieczyszczeń w gazach o podwyższonej czystości. Wszystkie elementy mające styczność z próbką są grzane do temperatury 180°C. Zapobiega to utracie węglowodorów i zapewnia rzetelne wyniki zwłaszcza dla niskich zakresów.

Rozdzielczość: 8 lub 4 cm-1

Czas odpowiedzi T90: < 120 s,

Przepływ próbki, ciśnienie próbki: 40 l/h, ciśnienie atmosferyczne

Wymagana filtracja próbki: 2 μm

Temperatura w kuwecie pomiarowej: do 180 °C

PRZYKŁAD: spaliny, powietrze.

Stosowane metody i techniki

- Liczba mierzonych związków gazowych: max. 50, pomiar równoczesny
- Mierzone związki i zakresy pomiarowe: do wyboru przez użytkownika
- Zakres liczby falowej: 900 – 4 200 cm-1

Dostępna aparatura

- Analizator gazów GASMET DX4000

Badania na zgodność z numerami norm

- EN 15267-3

Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji

Laboratorium Systemów Konwersji Energii i Proekologicznych Technologii

Stosowane metody i techniki

- Pomiar metodą piezorezystywną

Dostępna aparatura

- Balometr Testo 420

Badania na zgodność z numerami norm

- EN 15267-3



Pomiar przepływu powietrza wentylacyjnego

Balometr testo 420 przeznaczony do pomiarów na większych kratkach wentylacyjnych, w tym anemostatach wirowych, pozwala w szybki i prosty sposób wypełnić wytyczne i normy dotyczące jakości powietrza w pomieszczeniach o dużej kubaturze. Wysoka dokładność pomiarów na anemostatach wirowych dzięki wbudowanej prostownicy strumienia powietrza. Natężenie przepływu powietrza jest podstawowym parametrem mierzonym na anemostatach wirowych. Balometr testo 420 pozwala znacząco zredukować błędy pomiarowe. Zintegrowana prostownica strumienia powietrza uspokaja turbulencje, zamieniając aktualny strumień powietrza w praktycznie jednolity przepływ. Umożliwia to dokładne wyznaczenie strumienia objętości przepływu w przedziale od 80 do 3,500 m³/h.

Pomiar temperatury - NTC

Zakres pomiarowy: -20 do +60 °C Dokładność: ±0,5 °C (0 do +60 °C) ±0,8 °C (-20 do +0 °C) Rozdzielczość: 0,1 °C

Wilgotność - czujnik pojemnościowy

Zakres pomiarowy: 0 do 100 %RH Dokładność: ±1,8 %RH +3 % mierz.wart. (at 25 °C, 5 % do 80 %RH) ±1,0 %rF Hysterese ±0,03 % wilg. wzg./K (przy 0 do 60 °C) ±1,0 %rF/year Drift Rozdzielczość: 0,1 %RH

Różnica ciśnień - piezorezystywna

Zakres pomiarowy: -120 do +120 Pa Dokładność: ±2 % mierz.wart. + 0,5 pa at +22 °C, 1013 hPa Rozdzielczość: 0,001 Pa

PRZYKŁAD: powietrze.

Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji

Laboratorium Systemów Konwersji Energii i Proekologicznych Technologii

Stosowane metody i techniki

- Technika pomiaru: metoda oscylacyjna, mechaniczna z korektą lepkości i wbudowanym oscylatorem referencyjnym
- Materiały stykające się z próbką: szkło borokrzemowe, teflon

Dostępna aparatura

- Gęstościomierz DDM 2911

Badania na zgodność z numerami norm

ASTM D1250, ASTM D4052, ASTM D5002, DIN 51757, ISO 12185, ASTM D4806, IP 365, ASTM D5931 USP 29<841> (farmakopea amerykańska), JP (farmakopea japońska), BP (farmakopea brytyjska), EP (farmakopea europejska), 21CFR11 part 11 ASTM D1250, ASTM D4052, ASTM D5002, DIN 51757, ISO 12185, ASTM D4806, IP 365, ASTM D5931 USP 29<841> (farmakopea amerykańska), JP (farmakopea japońska), BP (farmakopea brytyjska), EP (farmakopea europejska), 21CFR11 part 11



Pomiar gęstości

Rudolph DDM 2911 PLUS, gęstościomierz o wysokiej dokładności jest naszym najbardziej wydajnym instrumentem oferującym najszerszy zakres pomiarowy, najwyższą dokładność oraz pokładowe metody i elektroniczne śledzenie danych wymagane w najbardziej wymagających laboratoriach na świecie. DDM 2911 PLUS jest wysoce zalecany do pracy na wysokim poziomie w przemyśle alkoholowym, farmaceutycznym, chemicznym i naftowym.

Parametry techniczne:

Zakres pomiaru gęstości 0 - 3 g/cm³

Zakres stabilizacji temperatury próbki 0 - 100°C realizowany poprzez układ Peltiera

Zakres ciśnieniowy 0 - 10 bar

Korekta lepkości w całym zakresie pomiarowym

Rodzaje pracy: pomiar ciągły, pojedynczy, wielokrotny pomiar w gradientie temperatury

PRZYKŁAD: Paliwa płynne, substancje ciekłe.

Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji

Laboratorium Systemów Konwersji Energii i Proekologicznych Technologii

Stosowane metody i techniki

- Bomba kalorymetryczna Parr 6300
- piec muflowy
- wagosuszarka
- piec do wyprażania
- młynek

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-ISO 1928, ASTM D240-02, ASTM D5865-07a, ASTM D1989-92a, ASTM D3286-91, ASTM D4809-06, ASTM D5468-02, ASTM E711-87, ISO 1928:1995, BS 1016-105:1992, DIN 51900 PN-ISO 1928, ASTM D240-02, ASTM D5865-07a, ASTM D1989-92a, ASTM D3286-91, ASTM D4809-06, ASTM D5468-02, ASTM E711-87, ISO 1928:1995, BS 1016-105:1992, DIN 51900 PN-ISO 1928, ASTM D240-02, ASTM D5865-07a, ASTM D1989-92a, ASTM D3286-91, ASTM D4809-06, ASTM D5468-02, ASTM E711-87, ISO 1928:1995, BS 1016-105:1992, DIN 51900



Pomiar ciepła spalania i wartości opałowej

Aparat ten należy do grupy kalorymetrów automatycznych, zawierający zintegrowany system chłodzenia z zamkniętym obiegiem. Model ten cechuje na stałe zamocowane bomba i naczynie, zaprojektowane w ten sposób by automatycznie napełniać naczynie i płaszcz wodą oraz bombę tlenem do uzyskania parametrów początkowych. Dzięki zastosowaniu systemu automatycznego czyszczenia bomby po produktach spalania, długość procesu przygotowania i realizacji testu, skraca się do absolutnego minimum.

PRZYKŁAD: węgiel, pelet, paliwa płynne poza lotnymi.

Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji

Laboratorium Systemów Konwersji Energii i Proekologicznych Technologii

Stosowane metody i techniki

- Zakres pomiarowy czasu: do 9999,99 s z rozdzielczością 0,01 s
- Zakres pomiarowy lepkości: dla podciśnienia: 0,35 - 5 000 mm²/s (cSt)
- Mierzony parametr: czas przepływu [s]
- Dokładność pomiaru czasu przepływu: ± 0.01 %
- Metoda kapilarna

Dostępna aparatura

- Lepkościomierz AVS 370

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 3104
- DIN 51562 część 1,
- ISO DIS 3105,
- ISO 3105, ASTM D2515,
- ASTM D446,
- DIN 562 część 2
- PN-EN ISO 3104
- DIN 51562 część 1,
- ISO DIS 3105,
- ISO 3105, ASTM D2515,
- ASTM D446,
- DIN 562 część 2
- PN-EN ISO 3104
- DIN 51562 część 1,
- ISO DIS 3105,
- ISO 3105, ASTM D2515,
- ASTM D446,
- DIN 562 część 2



Pomiar lepkości

Zestaw zawiera kompletną, gotową do pracy jednostkę wykonawczą, pompę do wprowadzania substancji pomiarowej do kapilary na zasadzie podciśnienia oraz software WinVisco 370. Kompletny system do pomiaru lepkości składa się z: łaźni do pomiarów lepkości, statywu pomiarowego, jednostki kontrolno-wykonawczej AVS 370 oraz komputera PC. Urządzenie zapewnia szybkie i powtarzalne przeprowadzanie w sposób automatyczny serii pomiarów czasu przepływu, wyznaczenie lepkości oraz ocenę wyników wraz z ich dokumentacją.

Zakres pomiarowy czasu: do 9999,99 s z rozdzielczością 0,01 s
Zakres pomiarowy lepkości: dla podciśnienia: 0,35 - 5 000 mm²/s (cSt)
Mierzony parametr: czas przepływu [s]
Dokładność pomiaru czasu przepływu: ± 0.01 %
Programowanie czasu termostatowania przed pomiarami: 0 - 20 minut

PRZYKŁAD: Paliwa płynne, substancje ciekłe.

Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji

Laboratorium Systemów Konwersji Energii i Proekologicznych Technologii

Stosowane metody i techniki

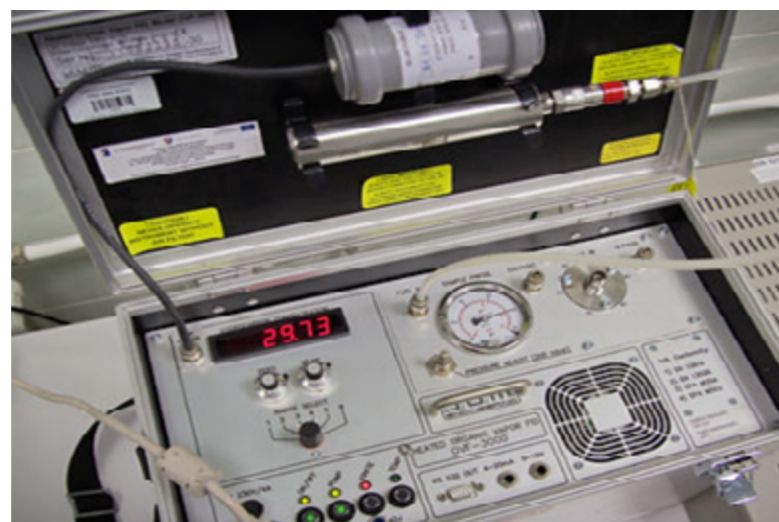
- **Metoda pomiarowa: Ciągła detekcja płomieniowo – jonizacyjna (FID)**

Dostępna aparatura

- Analizator LZO OFV-3000 J.U.M.

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN 12619:2013



Pomiar lotnych związków organicznych

Analizator Lotnych Związków Organicznych OFV 3000 jest kompaktowym, przenośnym urządzeniem charakteryzującym się wysoką niezawodnością, dokładnością, czułością i stabilnością. Urządzenie wykorzystuje metodę ciągłej detekcji płomieniowo-jonizacyjnej (FID), która pozwala na wiarygodne oznaczenie zarówno węglowodorów o dużej masie cząsteczkowej, jak i śladowych zanieczyszczeń w gazach o podwyższonej czystości. Wszystkie elementy mające styczność z próbką są grzane do temperatury 180°C. Zapobiega to utracie węglowodorów i zapewnia rzetelne wyniki zwłaszcza dla niskich zakresów.

Metoda pomiarowa: Ciągła detekcja płomieniowo – jonizacyjna (FID)
Zakresy pomiarowe: 0-10, 100, 1 000, 10 000, 100 000 ppm
Czułość: Max. 1 ppm CH₄ dla pełnej skali
Czas odpowiedzi: T₉₀ :1,2 s (< 8 s przy wykorzystaniu linii grzanej 8 m)
Liniowość: 1%
Zużycie paliwa (100% H₂ /): ok. 20 ml/min
Wymagana filtracja próbki: 2 mm
Przygotowanie powietrza: Wbudowany układ przygotowania powietrza

PRZYKŁAD: spaliny, powietrze.

Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji

Laboratorium Systemów Konwersji Energii i Proekologicznych Technologii

Stosowane metody i techniki

- Punkt zapłonu FP92 5G2

Badania na zgodność z numerami norm

- ASTM D92, ISO 2592,
- EN 22592, IP 36,
- NF EN 22592



Pomiar temperatury punktu zapłonu

Zautomatyzowany analizator Flash i Fire Point ISL FP92 5G2 firmy PAC posiada główne zalety: automatyczne zapalenie płomienia testowego, analiza wyników statystycznych (AVE, MIN, MAX, SD), komunikaty alarmowe dla wyników spoza specyfikacji, wiele funkcji bezpieczeństwa, samodzielna obsługa, możliwość współpracy z instrumentami PAC IRIS Software

Zasada analityczna: Cleveland Open Cup, układ zapłonowy: gas, wykrywanie błysku i pożaru: jonizacja, szybkość ogrzewania: 2 programowalne prędkości: 14-17 °C / min; 5,5 °C / min i jeden tryb podgrzewania wstępnego, kalibracja: automatyczna i rejestrowana w czasie, programowalna częstotliwość kalibracji z kontrolą blokady, zakres stosowania: od 1 do 400°C w 0,1°C (38 do 760°F), temperatura próbki: sonda szklana Pt 100, możliwość przesunięcia z tabelą korekcji: 21 punktów od 0°C do 400°C., korekcja ciśnienia barometrycznego: automatyczna korekcja z wbudowanym manometrem

Parametry techniczne:
Zakres pomiaru gęstości 0 - 3 g/cm³, zakres stabilizacji temperatury próbki 0 - 100°C realizowany poprzez układ Peltiera, zakres ciśnieniowy 0 - 10 bar, korekta lepkości w całym zakresie pomiarowych, rodzaje pracy: pomiar ciągły, pojedynczy, wielokrotny pomiar w gradiencie temperatury

PRZYKŁAD: Paliwa płynne, substancje ciekłe.

Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji

Laboratorium Systemów Konwersji Energii i Proekologicznych Technologii

Stosowane metody i techniki

- Liczba mierzonych związków gazowych: max. 50,
- Mierzone związki i zakresy pomiarowe: do wyboru przez użytkownika
- Zakres liczby falowej: 900–4200 cm⁻¹

Dostępna aparatura

- Analizator gazów
GASMET DX4000

Badania na zgodność z numerami norm

- EN 15267-3



Analiza gazów podczas spalania

GASMET DX-4000 jest przenośnym analizatorem gazów, działa w oparciu o metodę pomiaru spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR). Pozwala na równoczesny pomiar do 50 związków chemicznych występujących w spalinach, gazach odlotowych, procesowych i powietrzu. Dzięki zastosowaniu specjalnej konstrukcji oraz celi pomiarowej z metali szlachetnych, cały tor pomiarowy utrzymywany jest w temperaturze 180°C i możliwy jest pomiar stężeń substancji łatwo rozpuszczalnych w wodzie tj. NH₃, HF czy HCl, a także H₂O i węglowodorów selektywnie.

Czas odpowiedzi T₉₀: < 120 s, w zależności od przepływu i długości trasy pomiarowej

Przepływ próbki, ciśnienie próbki: 40 l/h, ciśnienie atmosferyczne

Wymagana filtracja próbki: 2 μm

Temperatura w kuwecie pomiarowej: do 180 °C

Długość drogi optycznej: 2,5 lub 9,8 m, w zależności od aplikacji

Kalibracja: kalibracja zera azotem (co najmniej 4.0) co 24 godziny

Dryft punktu zerowego: <2 % najmniejszego zakresu / czas między kolejnymi kalibracjami

Katedra Oczyszczania i Ochrony Wód



Oferta naukowo-badawcza

- Analiza fizykochemiczna i bakteriologiczna wody.
- Analiza pierwiastkowa substancji stałych i cieczy.
- Badania mikrobiologiczne - ilościowe próbek środowiskowych: wody, gleby, powietrza.
- Technologie oczyszczania wód deszczowych.
- Badania technologiczne uzdatniania wody do spożycia i celów specjalnych (przemysłowych).
- Badanie przydatności materiałów sorpcyjnych i jonowymiennych do eksploatacji.
- Ocena jakości wody i jej przydatności do spożycia i innych celów.
- Ocena agresywności korozyjnej wód gruntowych i powierzchniowych.
- Ocena stabilności fizykochemicznej i biologicznej wody wodociągowej.
- Ocena wpływu inwestycji na środowisko.
- Ocena zagrożenia sanitarnego osadów i substancji zdeponowanych w środowisku.
- Inwentaryzacja przyrodnicza: florystyczna i mykologiczna, prowadzone metodą marszrutową; faunistyczna wykonywana na podstawie obserwacji bezpośrednich i głosowych, a także na podstawie śladów obecności zwierząt.

Dostępna aparatura

- orbitalna wytrząsarka-inkubator ES-20/60 Biosan
- komora z laminarnym przepływem powietrza Linea Blue Air Bio Activa VE Aquaria
- ciepłarka laboratoryjna Q-Cell 60/60 std Pol-Lab i 140/60 std Pol-Lab
- licznik kolonii aCOLyte Super Count Synbiosis
- luminometr GloMax 20/20 Promega
- procesor ultradźwiękowy Sonikator VCX 130 Sonics Vibra-cell z wyposażeniem
- komora dźwiękochłonna
- spektrometr rentgenowski z całkowitym odbiciem wewnętrznym (TXRF) S2 PICOFOX Bruker
- spektrofotometr UV-VIS DR5000 HACH Lange
- spektrofotometr DR3900 HACH Lange
- laboratoryjny analizator całkowitego węgla organicznego (TOC) Sievers 5310 C GE Analytical Instruments
- przenośny multimetr HQ40d multi HACH
- laboratoryjna, szklana elektroda pH Intellical PHC705 RedRod
- czujnik laboratoryjny Intellical LDO101 Luminescent/Optical Dissolved Oxygen (DO)
- polowe, grafitowe, 4-biegunowe naczynko konduktometryczne CDC401, kabel 5m
- laboratoryjne, grafitowe, 4-biegunowe naczynko konduktometryczne CDC401
- laboratoryjna sonda żelowa ORP/RedOx Intellical MTC101

Stosowane metody i techniki

- metoda płytkowa
- luminescencja

Dostępna aparatura

- licznik kolonii aCOLyte Super Count Synbiosis
- luminometr GloMax 20/20 Promega



Analiza jakościowa i ilościowa w badaniach mikrobiologicznych

Automatyczny licznik kolonii bakterii pozwala na szybkie zliczenie kolonii bakterii wyrosłych na płytkach Petriego o rozmiarach już od 0.1mm. Możliwa praca nie tylko z jasnym, ale także ciemnym agarem, na najczęściej stosowanych szalkach o rozmiarze do 90mm.

Luminometr to ultraczuły, kompaktowy przyrząd laboratoryjny do pomiaru materiałów luminescencyjnych. Zbiera pomiary lucyferazy do badań genów reporterowych i analizy biomasy opartej na ATP. Pozwala na szybki pomiar stężenia ATP w wodzie (badania dla wód powierzchniowych, podziemnych, deszczowych, wodociągowych). Wartość tego parametru pozwala na określenie stężenia żywych komórek organizmów.



Przygotowanie próbek sonikacją, homogenizacja, dezintegracja ultradźwiękowa

Procesor ultradźwiękowy – sonikator do próbek o małej objętości od 0,15 do 150 ml z procesorem o mocy 130 W przeznaczony jest przede wszystkim do pracy na statywie z wykorzystaniem możliwości, jakie daje automatyczna praca impulsowa. Wyposażony w komorę dźwiękochłonną z zamocowanym do podstawy prętem statywu i uchwytem do mocowania konwertera. Końcówka tytanowa (sonotroda) o średnicy 6 mm (do próbek o zalecanej objętości od 5 do 50 ml). Programowana praca impulsowa (pulser) z niezależnie ustawianymi czasami impulsu i przerwy (oba w zakresie od 1 do 59 sek.). Automatyczna kompensacja zapewniająca utrzymanie ustalonej amplitudy w zmieniających się warunkach obciążenia (np. zmiana gęstości próbki).

Stosowane metody i techniki

- sonikacja

Dostępna aparatura

- procesor ultradźwiękowy Sonikator VCX 130 Sonics Vibra-cell z wyposażeniem
- komora dźwiękochłonna

Stosowane metody i techniki

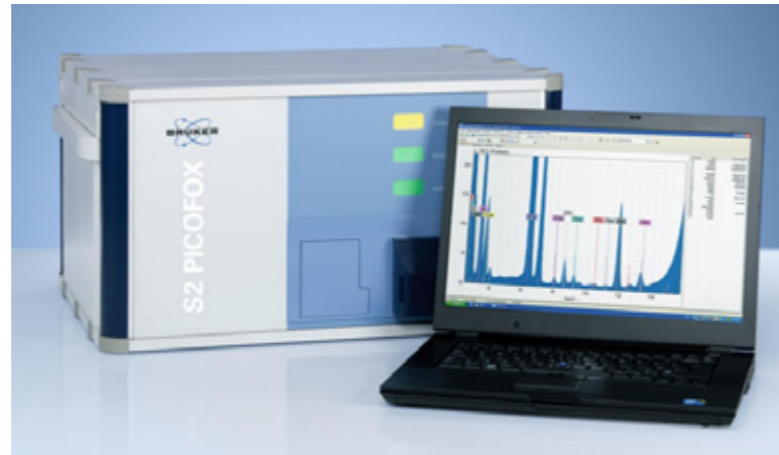
- spektrometria fluorescencji rentgenowskiej całkowitego odbicia (TXRF)

Dostępna aparatura

- spektrometr rentgenowski z całkowitym odbiciem wewnętrznym (TXRF) S2 PICOFOX Bruker

Badania na zgodność z numerami norm

- NIST 1640
- PN-EN 15309:201P



Analiza ilościowa składu pierwiastków śladowych od Na do U

Jednoczesne oznaczenie ilościowe pierwiastków śladowych od sodu (Na) do uranu (U) w próbkach ciekłych i zawiesinach bez mineralizowania. Jednoczesna analiza wielu składników znacząco ogranicza koszt i czas analiz. Standardowy czas pomiaru ~15 min. Rozdzielczość energetyczna poniżej 159 eV dla Mn-K. Wymagana objętość próbek rzędu 1-10 ml. Niski próg detekcji, poniżej ppb w zakresie nanogramów lub mikrogramów. Limit detekcji dla niklu (Ni) poniżej niż 10 pg.



Przygotowanie materiału do hodowli mikroorganizmów, posiewy mikrobiologiczne, hodowla mikroorganizmów

Do hodowli mikroorganizmów i komórek eukariotycznych oraz intensywnego mieszania różnego rodzaju zawiesin i materiałów znajdujących się w probówkach lub kolbach stosowana jest orbitalna wytrząsarka-inkubator. Zakres kontroli prędkości wytrząsania wynosi od 50 do 250 obr./min w zakresie temperatury 25-80°C. Maksymalny czas pracy ciągłej wynosi 30 dni. Oznaczenie ilościowe i jakościowe mikroorganizmów w próbkach środowiskowych (woda, gleba, powietrze) oraz w hodowlach laboratoryjnych wykonuje się z wykorzystaniem komory z laminarnym przepływem powietrza. Jest to profesjonalne urządzenie wykorzystywane do posiewów mikrobiologicznych z zabezpieczeniem przed skażeniem zewnętrzną próbką. Do przechowywania i inkubacji hodowli mikroorganizmów w ściśle określonej temperaturze z zakresu od 3 do 60°C z dokładnością do 0,1°C stosowane są ciepłarki o pojemnościach 60l i 142l.

Stosowane metody i techniki

- metoda hodowlana

Dostępna aparatura

- orbitalna wytrząsarka-inkubator ES-20/60 Biosan
- komora z laminarnym przepływem powietrza Linea Blue Air Bio Activa VE Aquaria
- ciepłarka laboratoryjna Q-Cell 60/60 std Pol-Lab
- ciepłarka laboratoryjna Q-Cell 140/60 std Pol-Lab

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 6222:2004
- PN-EN ISO 8199:2019-01



Stosowane metody i techniki

- spektrofotometria VIS
- spektrofotometria UV-VIS

Dostępna aparatura

- spektrofotometr UV-VIS DR5000 HACH Lange
- spektrofotometr DR3900 HACH Lange

Badania na zgodność z numerami norm

- procedury pracy dla badań HACH-LANGE



Oznaczenie pojedynczych pierwiastków metoda spektrofotometryczną w wodzie i ściekach

Laboratoryjny spektrofotometr DR3900 HACH Lange spektrum widzialnego (320 - 1100 nm) jak i spektrofotometr UV-VIS DR5000 HACH Lange (190-1100 nm), to bardzo precyzyjne spektrofotometry z ponad 200 zaprogramowanymi metodami zoptymalizowanymi do laboratoryjnej analizy wody.

Dokładna analiza wody pitnej, surowej i przemysłowej.

Dostępne testy dla różnych parametrów, takich jak: absorbancja, barwa, mętność, azotany, azotyny, amoniak, fosforany, siarczany, chlor całkowity, chlor wolny, żelazo, mangan i inne.

Warunki pracy: 10 - 40 °C.

Uwaga:

W skład zestawu wchodzi termostat wysokotemperaturowy na 12 testów kuwetowych lub naczyń reakcyjnych do szybkiej mineralizacji prób w obudowie ze zintegrowaną blokadą.



Stosowane metody i techniki

- metoda utleniania UV/nadsiarczanowa oraz opatentowana technologia detekcji przewodności membranowej Sievers

Dostępna aparatura

- laboratoryjny analizator całkowitego węgla organicznego (TOC) Sievers 5310 C GE Analytical Instruments

Badania na zgodność z numerami norm

- US EPA 415.3



Oznaczenie ogólnego węgla organicznego w wodach o małym zanieczyszczeniu

Laboratoryjny analizator całkowitego węgla organicznego (TOC) stosowany jest do analizy wody naturalnej i wodociągowej.

Zakres analityczny od 4 ppb do 50 ppm.

Analizator można używać z autosamplerem na 120 próbek. Analizator wykorzystuje metodę utleniania UV/nadsiarczanową oraz opatentowaną technologię detekcji przewodności membranowej Sievers, która zapewnia niezrównaną dokładność i precyzję w szerokim zakresie roboczym analizatora.

Natężenie przepływu próbki aparatu: 0,5 ml/min.

Stosowane metody i techniki

- technologia RED ROD
- konduktometria
- luminescencja

Dostępna aparatura

- przenośny multimetr HQ40d multi HACH
- laboratoryjna, szklana elektroda pH Intellical PHC705 RedRod
- czujnik laboratoryjny Intellical LDO101 Luminescent/Optical Dissolved Oxygen (DO)
- polowe, grafitowe, 4-biegunowe naczynko konduktometryczne CDC401, kabel 5m
- laboratoryjne, grafitowe, 4-biegunowe naczynko konduktometryczne CDC401
- laboratoryjna sonda żelowa ORP/RedOx Intellical MTC101

Badania na zgodność z numerami norm

- certyfikowany pomiar wydajności zgodnie z rozporządzeniem MCERT
- PN-90/C-04540.01
- PN-EN 27888:1999



Pomiar pH, przewodności i tlenu

Przenośny multimetr dwukanałowy do oznaczania pH, przewodności, luminescencyjnego pomiaru tlenu rozpuszczonego (LDO) oraz pomiaru potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP/RedOx) zarówno w laboratorium jak i w terenie. Uniwersalne elektrody nadają się do pomiaru w ściekach, wodzie do spożycia, wodzie procesowej lub w ogólnych zastosowaniach związanych z oceną jakości wody. Elektroda pH nie nadaje się do użytku z rozpuszczalnikami organicznymi, emulsjami i próbkami o dużej zawartości cząstek stałych.

przewodność

Zakres pomiarowy: 0,01 μ S/cm - 200 mS/cm

Dokładność: $\pm 0,5$ % odczytu

Zakres temperatury: -10 - 110 °C

pH

Zakres pomiarowy: 0 - 14 pH

Dokładność: $\pm 0,01$ pH

Zakres temperatury: -10 - 100 °C

Tlen rozpuszczony

Zakres pomiarowy: 0,05 - 20,0 mg/L

Dokładność: $\pm 0,1$ mg/L od 0 do 8 mg/L, $\pm 0,2$ mg/L powyżej 8 mg/L

Zakres temperatury: 0 - 50 °C

ORP

Zakres pomiarowy: ± 1200 mV

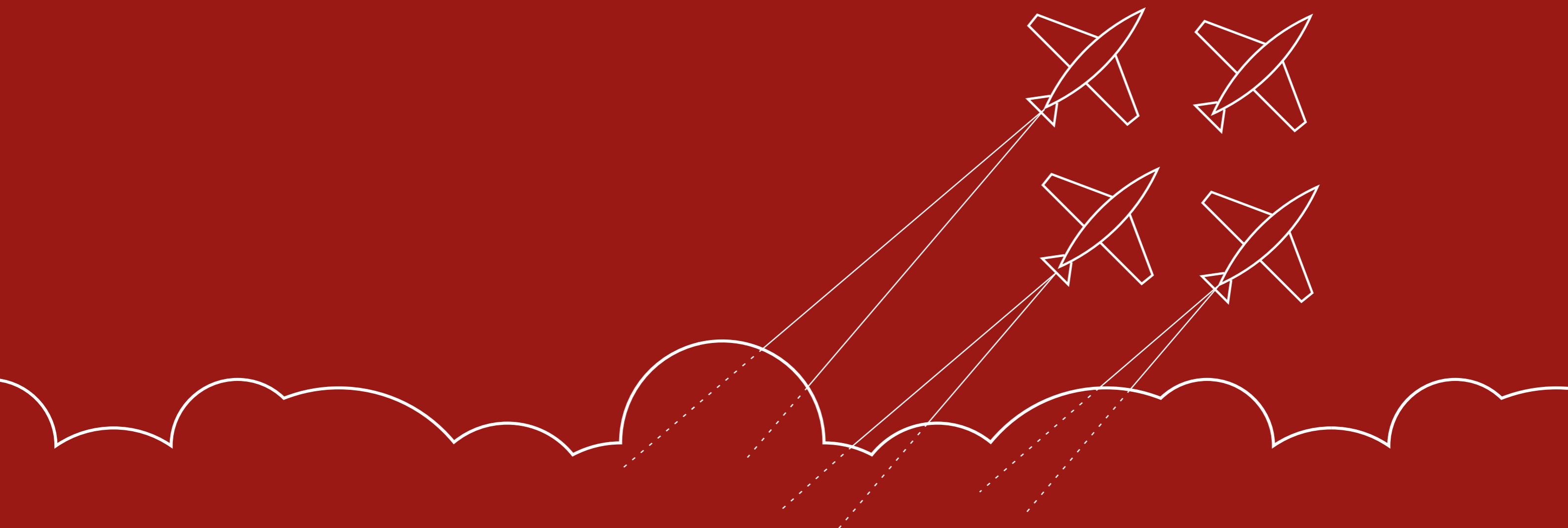
Dokładność: $\pm 0,02$ mV lub 0,05 %, wyższa z tych wartości

Zakres temperatury: 0 - 80 °C

al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów
e-mail: rm@prz.edu.pl
wbmil.prz.edu.pl



**WYDZIAŁ
BUDOWY MASZYN
I LOTNICTWA**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ



Stosowane metody i techniki

- pomiary obciążeń aerodynamicznych metodą wagową – siły i momenty
- pomiary rozkładu ciśnień na powierzchniach brył oraz pól prędkości i ciśnienia
- badania wizualizacyjne
- pomiary turbulencji
- pomiary rozkładu prędkości w warstwie przyściennej
- pomiary termooanemometryczne 2D i 3D

Dostępna aparatura

- wagi tensometryczne zewnętrzne
- wagi tensometryczne wewnętrzne
- systemy termooanemometryczne 3D
- skanery ciśnień
- system do wizualizacji dymowej
- systemy pomiarowe DaqBook 2001
- kalibratory ciśnień Fluke
- analizatory drgań i hałasu

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN: 61400-2



Tunel aerodynamiczny TA2.5

Tunel aerodynamiczny TA1000 z komorą Eiffla

Tunel wodny

Tunel aerodynamiczny TA2.5

Tunel o obiegu zamkniętym, z dwiema przestrzeniami badawczymi, umożliwia prowadzenie badań w dziedzinach takich jak lotnictwo, motoryzacja, inżynieria budowlana, energetyka, sport, medycyna i inne, gdzie analizuje się przepływy powietrza. Tunel posiada dwie przestrzenie pomiarowe:

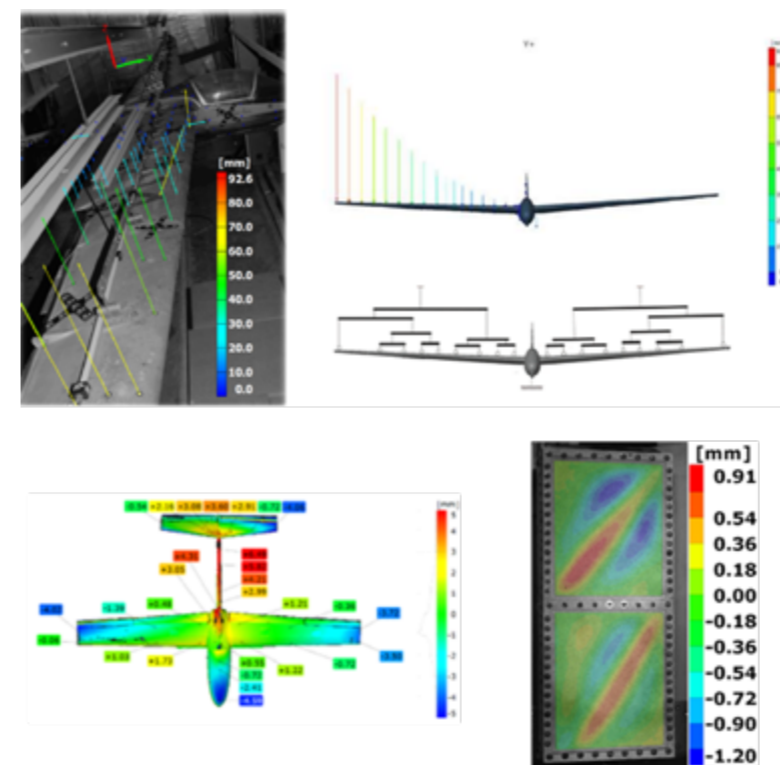
- przestrzeń dużych prędkości – wymiary: 1 m x 0,6 m x 2 m, maksymalna prędkość przepływu: 120 m/s.
- przestrzeń pomiarowa duża – wymiary: 3 m x 2 m x 6 m, maksymalna prędkość przepływu: 13 m/s.

Tunel aerodynamiczny TA1000 z komorą Eiffla

Tunel o średnicy strugi 1 m, z maksymalną prędkością przepływu powietrza 60 m/s, wykorzystywany w lotnictwie, motoryzacji, inżynierii budowlanej, energetyce, sporcie, medycynie i innych dziedzinach, gdzie zachodzi potrzeba badania przepływów powietrza.

Tunel wodny

Tunel wodny o wymiarach 920 mm x 60 mm x 2000 mm, z maksymalną prędkością przepływu wody wynoszącą 2 m/s, umożliwia badania dwuwymiarowych przepływów transonicznych. Wykorzystuje się go również do wizualizacji przepływów metodą linii wysnutych oraz symulacji przepływów izentropowych przy użyciu analogii hydraulicznej.



Badania wytrzymałościowe konstrukcji

Realizacja badań w zakresie wytrzymałości oraz deformacji powierzchni obiektów pod obciążeniem:

- pomiary z wykorzystaniem systemu cyfrowej korelacji obrazu (3D DIC) pozwalające na analizy pól przemieszczeń w stanach zaawansowanych deformacji niezależnie od materiału z jakiego wykonany jest obiekt do badań.
- pomiary z wykorzystaniem systemu fotogrametrii przestrzennej umożliwiające wyznaczanie położenia i przemieszczeń punktów obiektów wielkogabarytowych,
- odtwarzanie geometrii elementów w formie cyfrowej z wykorzystaniem skanera światła białego,
- badania z wykorzystaniem tensometrii elektrooporowej i światłowodowej,

Dostępna aparatura umożliwia przeprowadzenie badań wytrzymałościowych próbek, modeli badawczych oraz kompletnych konstrukcji lub jej fragmentów w zakresie obciążeń statycznych i wolnozmiennych.

Stosowane metody i techniki

- pomiary deformacji metodą 3D DIC
- pomiary geometrii skanerem 3D
- pomiary deformacji metodami fotogrametrii przestrzennej
- pomiary tensometryczne
- wyznaczanie obciążeń krytycznych i granicznych

Dostępna aparatura

- skaner 3D DIC (GOM ARAMIS)
- system fotogrametryczny (GOM Tritop)
- skaner 3D (GOM ATOS)
- maszyna wytrzymałościowa (Zwick/Roell Z050)
- siłownik elektromechaniczny (Zwick/Roell E020)
- siłowniki hydrauliczne 20 kN
- mostek tensometryczny (HBM QuantumX)
- interrogator optyczny (HBM SI405)
- polaryskopy transmisyjne i do światła odbitego
- klatka wytrzymałościowa z podłogą siłową

Stosowane metody i techniki

- siła statyczna
- obciążenia zmiennie-cyklowe
- badania rezonansowe i wysokocyklowe
- pomiary kontaktowe i bezkontaktowe

Dostępna aparatura

- klatka o wymiarach 14770 x 4506 x 4320 mm (pojedyncze okno min 1766 x 4320 mm)
- generowana siła do 80 kN
- możliwość realizowania pomiarów fotogrametrycznych
- laserowe czujniki przemieszczeń
- pneumatyczny i hydrauliczny system generowania obciążeń
- możliwość połączenia z uniwersalną maszyną wytrzymałościową



Wysokocyklowe badania zmęczeniowe i rezonansowe

Klatka wytrzymałościowa z podłogą siłową do prowadzenia badań wytrzymałościowych, w tym statycznych, zmęczeniowych i rezonansowych:

- wykorzystanie różnych systemów pomiarowych,
- generowanie siły w zakresach od kilku do 80 kN,
- generowanie obciążeń jako siła skupiona lub rozdystrybuowana,
- realizacja badań na potrzeby certyfikacji Urzędu Lotnictwa Cywilnego, Urzędu Dozoru Technicznego oraz Transportowego Dozoru Technicznego.



Stosowane metody i techniki

- wytwarzanie prototypowych elementów z tworzyw sztucznych metodą druku 3D na drukarce dwugłowicowej.
- wytwarzanie prototypowych elementów z tworzyw sztucznych metodą druku 3D na drukarce wielko-gabarytowej.
- wytwarzanie prototypowych elementów z żywic metodą druku 3D

Dostępna aparatura

- dwugłowicowa drukarka 3D Ultimaker S5 o przestrzeni roboczej 330 x 240 x 300 mm.
- drukarka 3D Creality CR-M4 o przestrzeni roboczej 450 x 450 x 470 mm.
- drukarka 3D do żywic Anycubic M3 MAX, o przestrzeni roboczej 290 x 160 x 300 mm, wraz z wyposażeniem do czyszczenia i utwardzania modeli

Szybkie prototypowanie metodą druku 3D

Wykonywanie prototypowych elementów metodą druku 3D:

- wytwarzanie, przy zastosowaniu drukarki dwugłowicowej, precyzyjnych elementów prototypowych z tworzyw sztucznych: ABS, PLA, PET, Poliwęglan, z możliwością drukowania podpór z wykorzystaniem materiału PVA, bazującego na alkoholu poliwinylowym, rozpuszczalnego w wodzie,
- wytwarzanie wielkogabarytowych elementów prototypowych z tworzyw sztucznych: ABS, PLA, PET, Poliwęglan,
- wytwarzanie precyzyjnych elementów prototypowych metodą utwardzania żywic syntetycznych promieniami UV,
- wytwarzanie precyzyjnych elementów od badań
- polaryzacyjno-optycznych metodą utwardzania przezroczystych żywic syntetycznych promieniami UV.

Stosowane metody i techniki

- pomiary rzędu izochrom w świetle białym
- ilościowa oraz jakościowa analiza rozkładu izochrom w świetle białym oraz monochromatycznym sodowym
- wyznaczanie trajektorii naprężeń głównych na podstawie obrazu izoklin

Dostępna aparatura

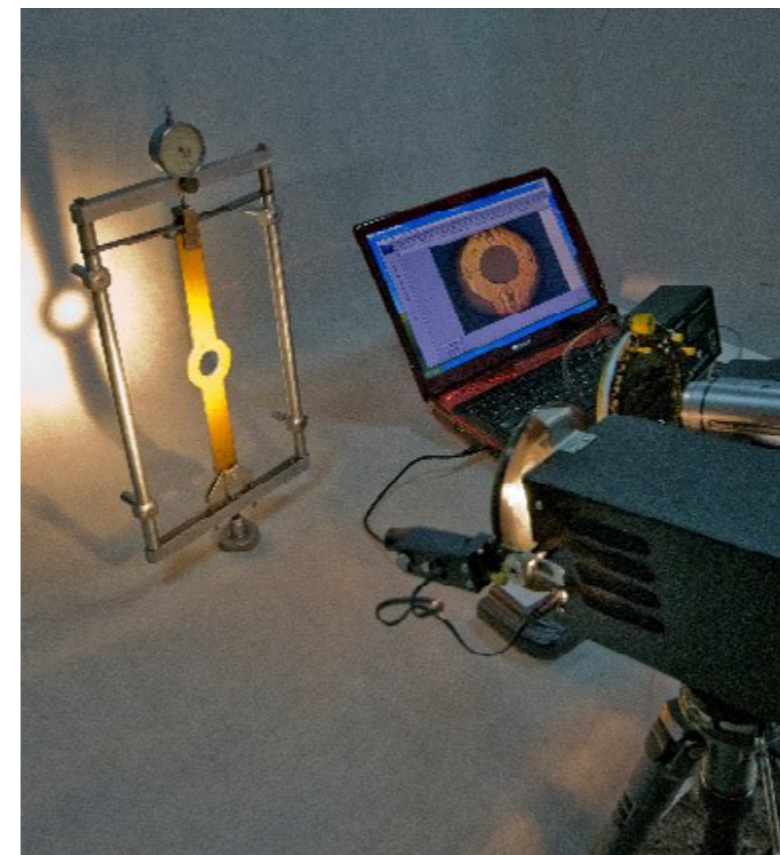
- polaryskop firmy Zeiss typ OS-300 ze źródłem światła białego oraz monochromatycznego sodowego
- polaryskop do światła przechodzącego – konstrukcja własna katedry
- polaryskop mikroskopowy



Modelowe badania polaryzacyjno - optyczne metodą światła przechodzącego

Wykonywanie modelowych badań weryfikacyjnych metodą polaryzacyjno – optyczną:

- precyzyjny pomiar rzędu izochromy, odwzorowujący rozkład naprężeń zredukowanych wg hipotezy τ_{max} w świetle spolaryzowanym kołowo,
- ilościowa oraz jakościowa analiza koncentracji naprężeń w konstrukcji na podstawie obrazu izochrom – możliwość obserwacji wysokich rzędów izochromy w świetle sodowym,
- wyznaczanie trajektorii naprężeń głównych na podstawie obrazów izoklin, uzyskanych w świetle spolaryzowanym liniowo,
- możliwość analizy wysokich rzędów izochrom przy zastosowaniu polaryskopu mikroskopowego.



Modelowe badania polaryzacyjno - optyczne metodą światła odbitego

Wykonywanie modelowych badań weryfikacyjnych metodą polaryzacyjno – optyczną:

- wytwarzanie modeli elastoptycznych metodą Model – Tech,
- wytwarzanie cienkich powłok z materiałów optycznie czynnych i dokonywanie przy ich zastosowaniu badań na obiektach rzeczywistych,
- precyzyjny pomiar rzędu izochromy, odwzorowujący rozkład naprężeń zredukowanych wg hipotezy τ_{max} , w świetle spolaryzowanym kołowo,
- ilościowa oraz jakościowa analiza koncentracji naprężeń w konstrukcji na podstawie obrazu izochrom – możliwość obserwacji wysokich rzędów izochromy w świetle monochromatycznym przy pomocy filtra sodowego,
- wyznaczanie trajektorii naprężeń głównych na podstawie obrazów izoklin, uzyskanych w świetle spolaryzowanym liniowo,
- możliwość szczegółowej obserwacji obrazu izochrom przy pomocy telemikroskopu.

Stosowane metody i techniki

- wytwarzanie modeli metodą Model – Tech.
- wytwarzanie cienkich powłok optycznie czynnych.
- pomiary rzędu izochrom w świetle białym oraz monochromatycznym sodowym.
- wyznaczanie trajektorii naprężeń głównych na podstawie obrazu izoklin.

Dostępna aparatura

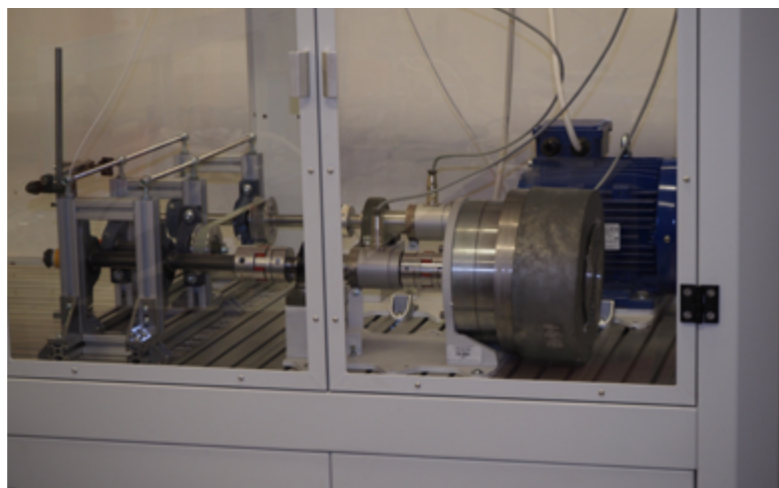
- polaryskop refleksyjny VISHAY, model FL/Z-2, wraz z kompensatorem oraz oprogramowaniem PSCalc.
- polaryskopy refleksyjne VISHAY model 030 wraz z kompensatorami, przystawkami do prześwietlania skośnego oraz telemikroskopem.
- zestaw wyposażenia do wytwarzania cienkich powłok optycznie czynnych

Stosowane metody i techniki

- metoda badania wytrzymałości trwałościowej przekładni zębatej polegająca na obciążeniu badanej przekładni momentem obrotowym przy określeniu prędkości obrotowej w zadanym czasie

Dostępna aparatura

- silnik indukcyjny Promotor 2,2kW
- falownik Goodrive 10
- dwa momentomierze MT 50 Nm
- rejestrator RMC
- hamulec proszkowy Elfa P80
- pirometr Micro-Epsilon
- ręczny sonometr CEM DT-95



Stanowisko do badań wytrzymałości trwałościowej przekładni zębatej

Stanowisko służy do wykonania badań wytrzymałości trwałościowej przekładni zębatej, w szczególności przekładni wytworzonych z polimerów, m.in. przekładni otrzymanych metodą wtrysku lub przy użyciu technologii addytywnych (np. technologii FFF (Fused Filament Fabrication)) wytworzonych z materiałów termoplastycznych (np. z ABS (poli(akrylonitryl-co-butadien-co-styren), terpolimer akrylonitrylo-butadieno-styrenowy)). Zakres prędkości obrotowej na stanowisku wynosi 200÷955 obr./min., natomiast maksymalny moment obrotowy wynosi 22 Nm. Podczas badania rejestrowane są w programie RMC następujące parametry: godzina wykonania badania i czas trwania, moment wejściowy i moment wyjściowy, temperatura oraz prędkość obrotowa wejściowa i prędkość obrotowa wyjściowa. Zarejestrowane dane można zwizualizować za pomocą domyślnie generowanych wykresów w rejestratorze RMC bezpośrednio po wykonaniu badania w zależności od godziny rejestracji lub od czasu trwania. Uzyskane wyniki rejestrowanych parametrów można zapisać do pliku o formacie .csv, który następnie można eksportować do programu np. Excel. Stanowisko umożliwiła zadanie max. czterech cykli pojedynczego badania o różnej wartości zadanego momentu obrotowego, prędkości obrotowej oraz czasu trwania. Dodatkowo podczas badania jest możliwość bieżącego monitorowania oraz zapisu wyników do pliku w formacie .csv ciśnienia akustycznego rejestrowanego za pomocą ręcznego sonometru CEM DT-95 przy wykorzystaniu aplikacji mobilnej rekomendowanej przez producenta urządzenia. Dane są rejestrowane w zależności od godziny rejestracji, i również, podobnie jak w rejestratorze RMC, można te dane następnie eksportować do programu, np. Excel. Zakres prędkości obrotowej: 200÷955 obr./min. Maksymalny moment obrotowy: 22 Nm.



Analizy numeryczne i eksperymentalne dotyczące wytwarzania nowych odmian połączeń plastycznie kształtowanych.

Stanowisko tj. prasa firmy Tox Pressotechnik wyposażona jest w zestawy narzędzi do wytwarzania połączeń, a także ich pewnych modyfikacji. Na potrzeby działalności laboratorium zaprojektowane zostały i wykonane własne narzędzia, które służą do badań optymalizacyjnych procesu ich wytwarzania z uwzględnieniem wytrzymałości złączy i obniżenia energochłonności procesu ich formowania. Uzyskane złącza analizowane są pod kątem zwiększenia wytrzymałości na ścinanie i rozrywanie, a także w złożonym stanie obciążenia. Najczęstszym przypadkiem obciążenia tych połączeń jest co najmniej dwuosiowy stan obciążenia. Stąd badania nośności złączy prowadzone są przy użyciu własnej konstrukcji przyrządu umożliwiającego zmianę kąta działania obciążenia, tak że jest generowany stan z działającą siłą ścinającą i rozrywającą złącze. Zespół zajmujący się tą tematyką prowadzoną w ramach działalności statutowej Katedry posiada na koncie kilka zgłoszeń patentowych dotyczących nowoczesnych sposobów łączenia blach. Opracowywane są nowe do zgłoszenia do Urzędu Patentowego RP. Działalność laboratorium pozwoliła również na realizację prac dyplomowych przez studentów, pracy habilitacyjnej, a także pracy doktorskiej. Ponadto zrealizowane zostało jedno wdrożenie technologii połączeń nitowanych bezotworowo w przemyśle.

Stosowane metody i techniki

- przettaczane, bezpośrednie („clinchng”),
- przettaczane z dodatkowym nitem („clinchriveting”),
- nitowane bezotworowo nitom rurkowym (self piercing-riveting),
- nitowanie bezotworowe pełnym nitom samowykrawającym („solid self piercing-riveting)

Dostępna aparatura

- prasa firmy Tox Pressotechnik o maksymalnej sile nacisku 100 KN, wyposażonej w układ pomiarowy przemieszczenia stempla roboczego oraz siły nacisku. Całość sterowana jest dedykowanym programem do obsługi prasy.
- przyrząd do badania wytrzymałości w dwuosiowym stanie obciążenia złączy,
- zestaw kilkunastu - matryc do formowania połączeń nitowanych bezotworowo,
- zestaw stempli i matryc do formowania połączeń przettaczanych bezpośrednich,
- głowica narzędziowa i matryca do formowania połączenia przettaczanego z dodatkowym nitom (clinchriveting),
- głowica narzędziowa do formowania połączeń nitowanych bezotworowo,
- mikrometryczny cyfrowy czujnik pomiarowy do kontroli grubości dna przettoczenia,
- przyrząd do badań wytrzymałości złączy w dwuosiowym stanie obciążenia.

Stosowane metody i techniki

- metoda PolyJet polega na nakładaniu warstwy polimeru z głowicy drukującej, która jest utwardzana światłem UV emitowanym z lampy zintegrowanej z głowicą drukującą. Podczas budowy modelu na platformę roboczą nakładane są dwa materiały, tj. modelu i konstrukcji podpierającej model.

Dostępna aparatura

- drukarka 3D
OBJECT-350 Connex

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 527-2:2012
- PN-EN ISO 178:2019-06
- PN/EN ISO 17296-3:2016-10



Badania związane z drukiem 3D

Charakterystyka badań :

- badanie parametrów wytwarzania
- badanie materiałowe
- badania wytrzymałościowe materiałów polimerowych
- badania zmęczeniowe kół zębatach z tworzyw sztucznych
- badanie dokładności odwzorowania geometrii wykonanych modeli
- badanie możliwości łączenia materiałów polimerowych o różnych właściwościach

Statyczna próba rozciągania jest wykonywana zgodnie z obowiązującą normą PN/EN ISO 527-2:2012 pt. „Tworzywa sztuczne. Oznaczenie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu”.

Badanie właściwości wytrzymałościowych w próbie 3-punktowego zginania jest wykonywane zgodnie z normą PN/EN ISO 178:2019-06 pt. „Tworzywa sztuczne. Oznaczenie właściwości przy zginaniu”.

Badanie części produkowanych przy użyciu technologii wytwarzania przyrostowego jest wykonywane zgodnie z normą PN/EN ISO 17296-3:2016-10 pt. „Wytwarzanie przyrostowe-Zasady ogólne Część 3. Główne cechy i odpowiednie metody badań”.



Badania związane z drukiem 3D

Charakterystyka badań :

- badanie parametrów wytwarzania
- badanie materiałowe
- badania wytrzymałościowe materiałów z proszków metali
- badania zmęczeniowe kół zębatach z proszków metali
- badanie dokładności odwzorowania geometrii wykonanych modeli

Określanie cech laserowego stapiania metali w złożu proszkowym jest wykonywane zgodnie z obowiązującą normą ISO/ASTM 52911-1:2019 pt. „Wytwarzanie przyrostowe-Projektowanie-Część 1. Stapianie proszków metali za pomocą lasera”. Próby rozciągania i zginania oraz badania ilościowe i jakościowe które określają jakość i dokładność systemów wytwarzania przyrostowego są wykonywane zgodnie z obowiązującą normą PN/EN ISO/ASTM 52909:2021 pt. „Wytwarzanie przyrostowe-Próbki wzorcowe-Wytyczne do oceny dokładności geometrycznej systemów wytwarzania przyrostowego”.

Stosowane metody i techniki

- metoda Direct Metal Laser Sintering (DMLS)
- Proces w którym wiązka lasera selektywnie stapia warstwy proszku metali.

Dostępna aparatura

- drukarka 3D EOSINT M270

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO/ASTM 52911-1:2019
- PN/EN ISO/ASTM 52909:2021

Stosowane metody i techniki

- metoda Fused Deposition Modeling (FDM)
- Proces polegający na wytłaczaniu materiału termoplastycznego do postaci włókna (nitki), układanego warstwowo zgodnie z zadaną numerycznie ścieżką.

Dostępna aparatura

- drukarka 3D STRATASYS F170

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 527-2:2012
- PN-EN ISO 178:2019-06
- PN/EN ISO 17296-3:2016-10



Badania związane z drukiem 3D

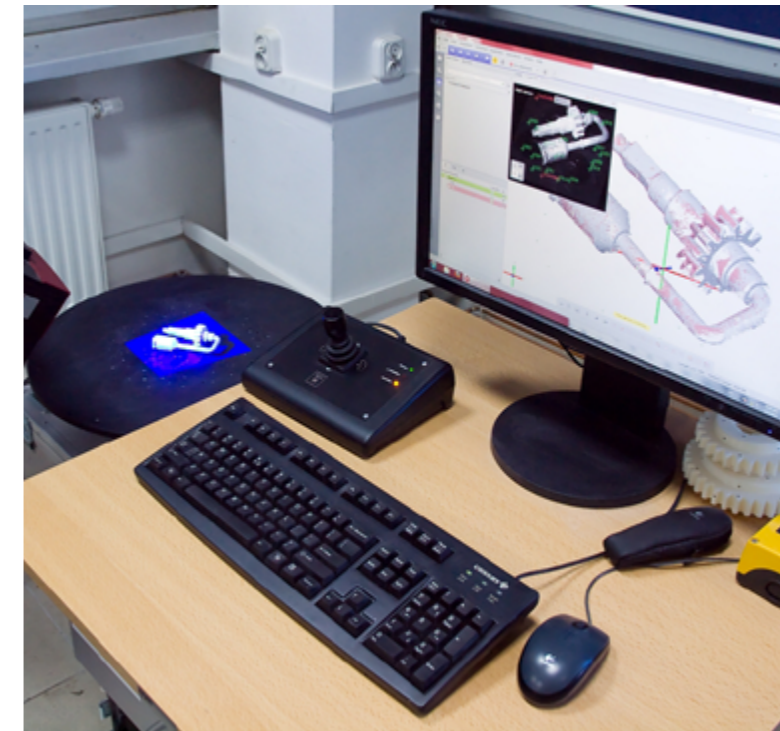
Charakterystyka badań :

- badanie parametrów wytwarzania
- badanie materiałowe
- badania wytrzymałościowe materiałów polimerowych
- badania zmęczeniowe kół zębatych z tworzyw sztucznych
- badanie dokładności odwzorowania geometrii wykonanych modeli

Statyczna próba rozciągania jest wykonywana zgodnie z obowiązującą normą PN/EN ISO 527-2:2012 pt. „Tworzywa sztuczne. Oznaczenie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu”

Badanie właściwości wytrzymałościowych w próbie 3-punktowego zginania jest wykonywane zgodnie z normą PN/EN ISO 178:2019-06 pt. „Tworzywa sztuczne. Oznaczanie właściwości przy zginaniu”.

Badanie części produkowanych przy użyciu technologii wytwarzania przyrostowego jest wykonywane zgodnie z normą PN/EN ISO 17296-3:2016-10 pt. „Wytwarzanie przyrostowe-Zasady ogólne Część 3. Główne cechy i odpowiednie metody badań”.



Analizy kształtowo-wymiarowe oparte o dane pomiarowe uzyskane z zastosowaniem optycznego skanera 3D

Charakterystyka badań :

Urządzenie będące na wyposażeniu laboratorium wykorzystywane jest w głównej mierze w pracach badawczych i badawczo-rozwojowych z zakresu pomiarów współrzędnościowych, mających na celu określanie dokładności elementów maszyn, z uwzględnieniem pomiarów kół zębatych oraz łopatek silników lotniczych.

Optyczny system pomiarowy Atos II Triple Scan oraz oprogramowanie GOM Inspect, umożliwiają weryfikację dokładności geometrii detali oraz prowadzenie procesów inżynierii odwrotnej bazującej na otrzymanych danych pomiarowych.

System GOM z oprogramowaniem GOM Inspect obsługuje takie zadania, jak druk 3D, modele 3D części i inżynieria odwrotna. Jednostka projekcyjna Atos II Triple Scan oparta jest na technologii Blue Light. Ponieważ czujnik wykorzystuje wąskopasmowe światło niebieskie, zakłócające światło otoczenia może zostać odfiltrowane podczas akwizycji obrazu. Dzięki mocnemu źródłu światła można osiągnąć krótkie czasy pomiaru. W oparciu o wysokiej jakości dane uzyskane w krótkim czasie i zaawansowane funkcje edycji siatki ułatwia wymianę danych, tworzenie precyzyjnych modeli 3D lub opracowywanie nowych produktów.

Stosowane metody i techniki

- skanowanie optyczne prowadzone z zastosowaniem światła strukturalnego.

Dostępna aparatura

- skaner optyczny Atos II Triple Scan

Katedra Nauki o Materiałach

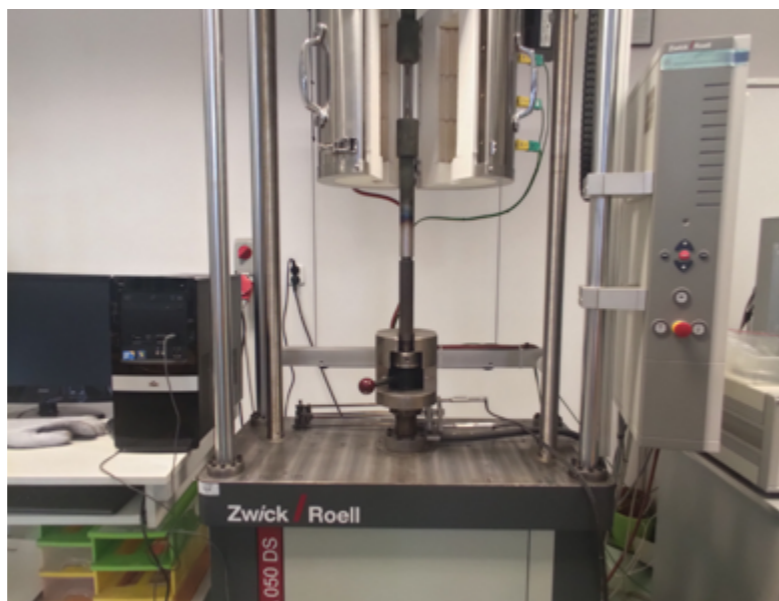
Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Dostępna aparatura

- maszyna wytrzymałościowa Instron 5982 (2 szt.);
- maszyna wytrzymałościowa Zwick Kappa 050 DS;
- grawitacyjna (ciężarkowa) maszyna wytrzymałościowa Zwick Kappa 050 LA;
- maszyna wytrzymałościowa Walter+Bai AG LFMZ-30kN (2 szt.);

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 204
- ASTM E139



Próba pełzania stopów metali

Próba pełzania (creep test) w warunkach jednoosiowego rozciągania próbek o przekroju poprzecznym okrągłym z ciągłym pomiarem odkształcenia za pomocą ekstensometru, w temperaturze do 760°C;

Wyznaczane wielkości:

- czas do zniszczenia (A),
- czas do uzyskania określonego odkształcenia względnego pełzania (A),
- wydłużenie procentowe po zerwaniu (A),
- wydłużenie procentowe pełzania (A),
- procentowe przewężenie przekroju (A).

Próba żarowytrzymałości czasowej (stress rupture test) w warunkach jednoosiowego rozciągania próbek o przekroju poprzecznym okrągłym w temperaturze do 1200°C;

Wyznaczane wielkości:

- czas do zniszczenia (A),
- wydłużenie procentowe po zerwaniu (A),
- procentowe przewężenie przekroju (A).

(A) – pomiar objęty akredytacją PCA (AB 1283)

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Próba statyczna rozciągania stopów metali

Próba statyczna jednoosiowego rozciągania próbek płaskich lub o przekroju poprzecznym okrągłym w temperaturze pokojowej lub podwyższonej (do 1200°C);

Wyznaczane wielkości:

- wyraźna lub umowna granica plastyczności (A),
- wytrzymałość na rozciąganie (A),
- wydłużenie procentowe po zerwaniu (A),
- procentowe przewężenie przekroju (A),
- wykładnik umocnienia,
- współczynniki anizotropii plastycznej wyrobów płaskich (w temperaturze pokojowej).

(A) – pomiar objęty akredytacją PCA (AB 1283)

Dostępna aparatura

- maszyna wytrzymałościowa Instron 8801;
- maszyna wytrzymałościowa Zwick UTS 100;
- maszyna wytrzymałościowa Instron 5982 (2 szt.);
- maszyna wytrzymałościowa Zwick Kappa 050 DS;
- maszyna wytrzymałościowa Galdabini Quasar 600;

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 6892-1
- PN-EN ISO 6892-2
- ASTM E8/E8M
- ASTM E21

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- Metoda Brinella
- Metoda Rockwella
- Metoda Vickersa

Dostępna aparatura

- twardościomierz uniwersalny Zwick BTC-ZHU250.001

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 6506-1
- ASTM E10
- PN-EN ISO 6507-1
- PN-EN ISO 6508-1
- ASTM E18



Pomiar twardości stopów metali

Metoda Brinella:

- HBW 2,5/62,5 (A)
- HBW 2,5/187,5
- HBW 5/250 (A)

Metoda Vickersa:

- HV10 (A)
- HV30
- HV50

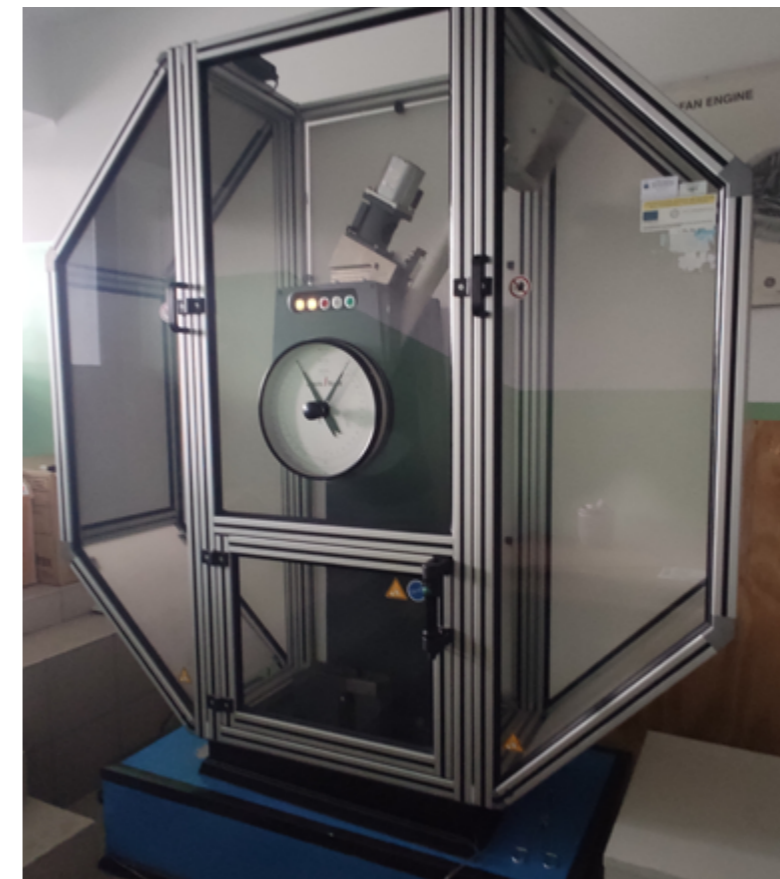
Metoda Rockwella:

- HRA
- HRBW (A)
- HRC (A)
- HREW
- HR15N
- HR15TW

(A) – pomiar objęty akredytacją PCA (AB 1283)

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Próba udarności stopów metali

Pomiar energii łamania znormalizowanych próbek z karbem U lub V, wykonanych ze stopów metali, w temperaturze pokojowej (A) i obniżonej (do -25°C);

Próbki standardowe o wymiarach 10 x 10 x 55 mm lub o zmniejszonej szerokości (7,5; 5,0 lub 2,5 mm) z karbem U lub V

Nominalna energia początkowa młota: 300 J

Możliwość wykonania próbek do badań z powierzonego materiału.

(A) – pomiar objęty akredytacją PCA (AB 1283)

Stosowane metody i techniki

- Metoda Charpy'ego

Dostępna aparatura

- młot udarowy Zwick/Roell RA 342038205

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 148-1
- PN-EN 10045-1:1994

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Dostępna aparatura

- maszyna wytrzymałościowa Instron 8801 (hydrauliczna);
- rezonansowa maszyna zmęczeniowa Rumul CRACKTRONIC

Badania na zgodność z numerami norm

- ASTM E606/E606M
- ASTM E466
- ASTM E647



Próba zmęczeniowa stopów metali

Próba zmęczenia niskocyklowego i wysokocyklowego w warunkach jednoosiowego rozciągania-ściskania próbek walcowych lub płaskich w temperaturze pokojowej:

- częstotliwość zmian obciążenia: 0,1-100 Hz,
- maksymalne obciążenie rozciągające: 100 kN.

Próba zmęczenia wysokocyklowego w temperaturze pokojowej, w warunkach jednostronnego rozciągania, skręcania lub zginania

- częstotliwość zmian obciążenia: 40-300 Hz;
- maksymalne obciążenie rozciągające: 8 kN
- maksymalny moment gnący lub skręcający: 160 Nm;
- próbki prostokątne o wymiarach maksymalnych: 12 x 24 x 120 mm (próba zginania)
- próbki walcowe z prostokątną częścią chwytową o przekroju maksymalnym: 12 x 12 mm

Próba propagacji pęknięcia zmęczeniowego w warunkach jednostronnego rozciągania w temperaturze pokojowej (próbki mini-compact);

- maksymalne obciążenie: 8 kN
- wymiary próbki mini-compact: 30 x 31,25 mm
- maksymalna grubość próbki: 12,5 mm

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Dostępna aparatura

- komora klimatyczna Angelantoni ANYVIB 1200-5

Badania klimatyczne

Urządzenie umożliwia prowadzenie badań klimatycznych.

Parametry techniczne urządzenia:

- wymiary komory: 1200x1000x1000 mm,
- zakres temperatury: -75 do +180°C,
- zakres wilgotności: 10 do 98%,
- prędkość zmiany temperatury: 10°C/min

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Dostępna aparatura

- Spin tester B13U



Próba odwirowania dysków turbin gazowych

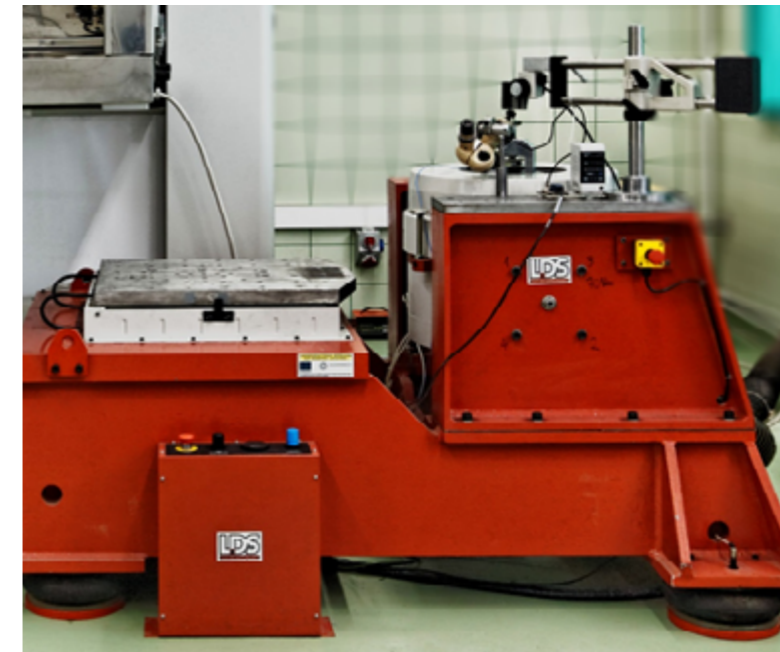
Urządzenie umożliwia prowadzenie prób odwirowania elementów wirujących/dysków turbin gazowych.

Parametry techniczne urządzenia:

- maks. średnica dysku: 350 mm,
- maks. masa badanego obiektu: 50kg,
- maks. prędkość obrotowa: 125000 obr./min,
- maks. temperatura: 600°C

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Dostępna aparatura

- elektrodynamiczny wzbudnik drgań LDS V-830 ze stołem ślizgowym

Wysokocyklowe próby zmęczeniowe

Urządzenie umożliwia prowadzenie wysokocyklowych prób zmęczeniowych.

Parametry techniczne urządzenia:

- maks. siła w cyklu sinusoidalnym 6,78 kN,
- maks. siła w cyklu losowym 5,77 kN,
- maks. częstotliwość 3500 Hz,
- maks. przemieszczenie głowicy $\pm 25,4$ mm,
- maksymalna masa badanego obiektu: 160 kg,

Katedra Nauki o Materiałach

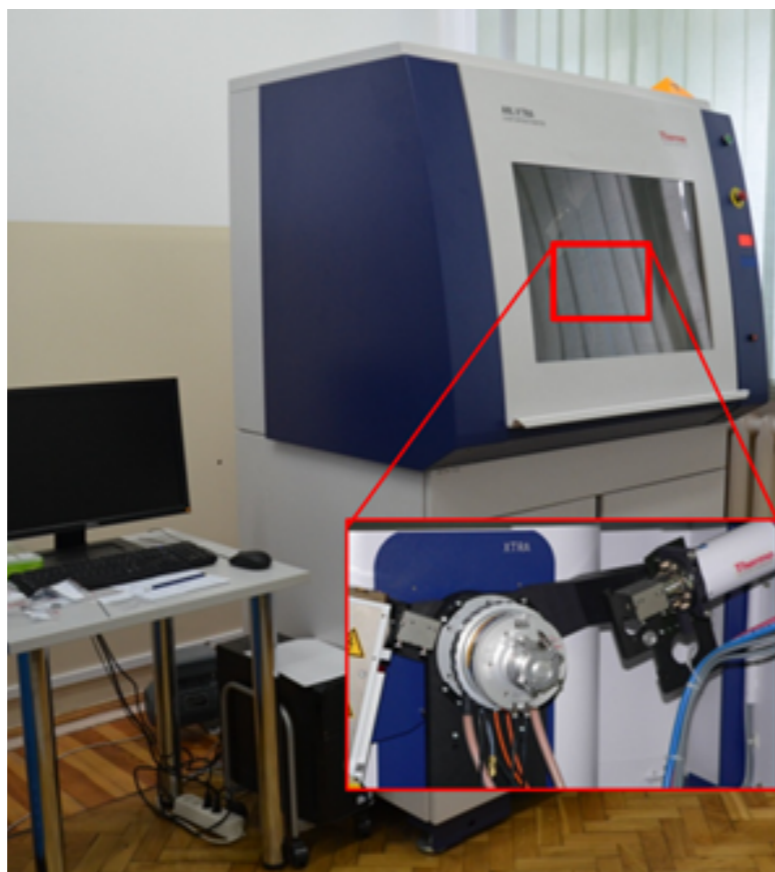
Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- analiza składu fazowego (jakościowa i ilościowa) materiałów krystalicznych
- analiza jakościowa i ilościowa składu fazowego materiałów litych w temperaturze pokojowej

Dostępna aparatura

- dyfraktometr rentgenowski XTRa ARL
- dyfraktometr rentgenowski MiniFlexII firmy Rigaku



Analiza składu fazowego materiałów krystalicznych

Dyfraktometr rentgenowski XTRa ARL: urządzenie umożliwia analizę składu fazowego (jakościowa i ilościowa) materiałów krystalicznych. Dyfraktometr wyposażony jest w lampę rentgenowską z miedzianą anodą. Analiza składu fazowego wykonywana jest z użyciem bazy danych wydawanej przez The International Centre for Diffraction Data (ICDD).

Dyfraktometr rentgenowski MiniFlexII firmy Rigaku: analiza jakościowa i ilościowa składu fazowego materiałów litych w temperaturze pokojowej. Źródło promieniowania stanowi anoda miedziana o zakresie pomiarowym pomiarowy $\theta = 0 - 140^\circ$ w geometrii Bragga – Brentano $\theta/2\theta$.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Analiza zawartości tlenu, azotu i wodoru w materiałach litych według schematu

Urządzenie umożliwia analizę zawartości tlenu, azotu i wodoru w materiałach litych według schematu z użyciem certyfikowanych wzorców kalibracyjnych dla stali, nadstopów niklu, kobaltu i żelaza, stopów tytanu, aluminium i miedzi.

Stosowane metody i techniki

- analizę zawartości tlenu, azotu i wodoru w materiałach litych według schematu

Dostępna aparatura

- LECO TCH 600

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

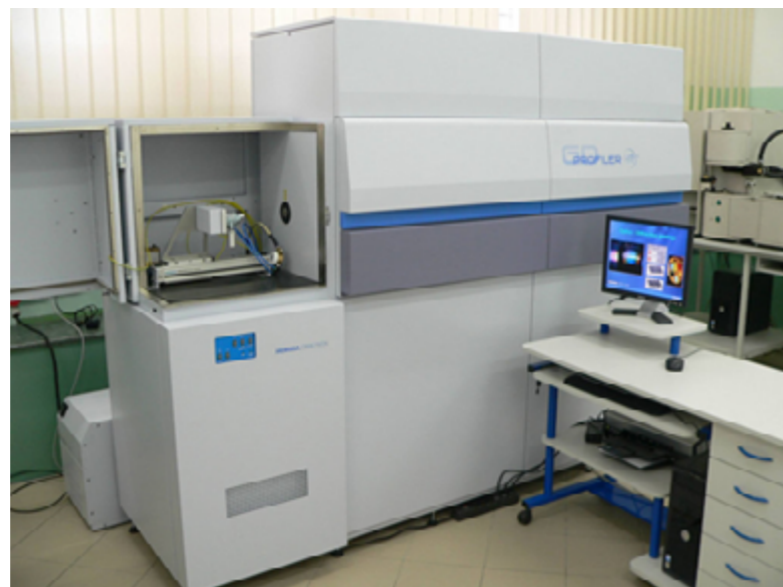
- określenie składu chemicznego badanych próbek metodą wzorcową
- określenie zmian stężenia pierwiastków w funkcji odległości od powierzchni badanego materiału
- identyfikacja pierwiastków obecnych w badanym materiale (pełne spektrum optyczne)

Dostępna aparatura

- GDS GD PROFILER HR

Badania na zgodność z numerami norm

- PB_P2_01
- PB_P2_02

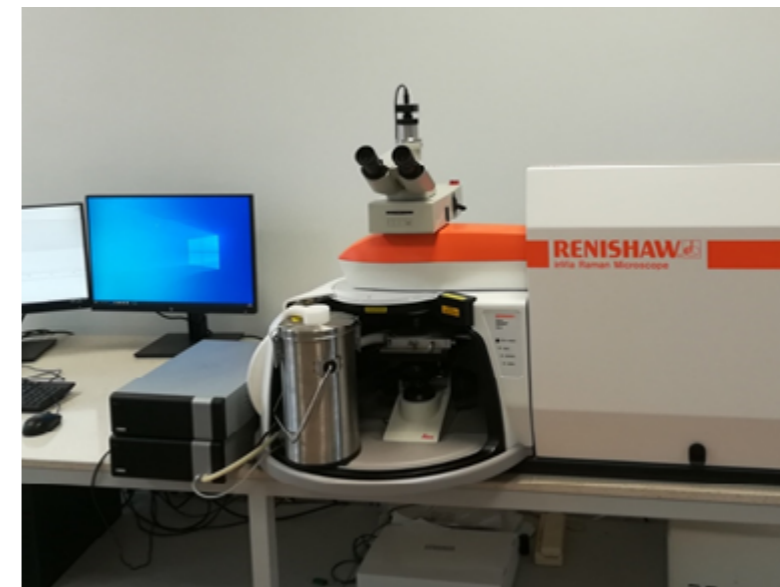


Analiza składu chemicznego, rodzaju i zawartości pierwiastków w materiałach przewodzących i nieprzewodzących

Urządzenie umożliwia analizę składu chemicznego, rodzaju i zawartości pierwiastków w materiałach przewodzących i nieprzewodzących; umożliwienie pełnej analizy składu chemicznego dyfuzyjnej warstwy wierzchniej do głębokości 150 μm .

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Badania ciał stałych, cieczy, roztworów, zawiesin oraz próbek proszkowych

Urządzenie dostosowane jest do badania ciał stałych, cieczy, roztworów, zawiesin oraz próbek proszkowych. Spektrometr wyposażony jest w stolik temperaturowy Linkam Scientific umożliwiający pomiary w zakresie temperatury od -190 do 600 $^{\circ}\text{C}$. Spektroskopia ramanowska dostarcza informacji o wzajemnym powiązaniu atomów w cząsteczce, co umożliwia identyfikację związków chemicznych. Komora temperaturowa pozwala na wykonywanie pomiarów w funkcji temperatury, zarówno podczas ogrzewania jak i chłodzenia próbki z różnym tempem zmian temperatury (od $0,1$ do 150 K/min) w zakresie od -190 do 600 $^{\circ}\text{C}$.

Stosowane metody i techniki

- identyfikacja związków chemicznych
- określenie składu chemicznego związku i temperatur przemian fazowych

Dostępna aparatura

- mikro-spektrometr ramanowski inVia Reflex Renishaw
- mikroskop Leica DM2700

Katedra Nauki o Materiałach

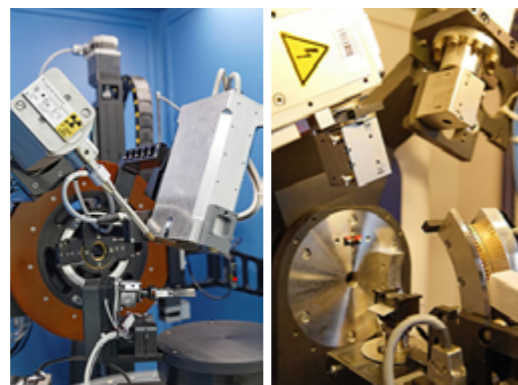
Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- ocena doskonałości struktury monokryształów nadstopów niklu z zastosowaniem metody Ω -scan
- określanie pełnej charakterystyki doskonałości struktury krystalicznej w mikroobszarach monokryształów nadstopów niklu

Dostępna aparatura

- dyfraktometr OD-EFG 1
- dyfraktometr OD-EFG 2



Ocena doskonałości struktury monokryształów oraz nadstopów niklu

Dyfraktometr OD-EFG 1 pozwala na ocenę doskonałości struktury monokryształów nadstopów niklu z zastosowaniem metody Ω -scan. Dyfraktometr OD-EFG 1 wyposażono dodatkowo w obrotowy goniometr oraz ruchomy stolik umożliwiający automatyczne skanowanie powierzchni próbek o złożonym kształcie. Wbudowany czujnik laserowy zapewnia stałą odległość lampy oraz detektora od powierzchni próbki - każdy jej punkt pomiarowy znajduje się w tej samej odległości. Zastosowanie dyfraktometru OD-EFG 1 obejmuje szybką bieżącą ocenę doskonałości struktury monokryształów nadstopów niklu (ok. 7 sekund na punkt pomiarowy). Autorski dyfraktometr rentgenowski OD-EFG 2 znajduje zastosowanie w ocenie doskonałości struktury monokryształów różnych metali oraz nadstopów niklu w ich mikroobszarach – składnikach fazowych; kryształach γ i γ' . W dyfraktometrze OD-EFG 2 zastosowano podwójny monochromator kształtujący wiązkę pierwotną promieniowania oraz lampę z anodą miedzianą o mocy 2600 W. Uzyskano mniejszą niż w typowych dyfraktometrach średnicę wiązki promieniowania rentgenowskiego ok 0,5 mm przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej intensywności tego promieniowania. Podstawowym parametrem określającym doskonałość struktury kryształów jest pomiar wartości kąta α – pomiędzy kierunkiem wyciągania i kierunkiem [001]. Za pomocą dyfraktometru OD-EFG 2 możliwe jest określanie pełnej charakterystyki doskonałości struktury krystalicznej w mikroobszarach monokryształów nadstopów niklu. Także ocena doskonałości struktury krystalicznej monokryształów innych metali np. złota, srebra, krzemu czy innych. Dyfraktometr OD-EFG 2 wyposażono dodatkowo w obrotowy goniometr oraz ruchomy stolik umożliwiający automatyczne skanowanie powierzchni próbek o złożonym kształcie.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Stosowane metody i techniki

- analiza ilościowa składu chemicznego badanych próbek metodą wzorcową

Dostępna aparatura

- sekwencyjny spektrometr plazmowo - emisyjny ICP ULTIMA 2 HORIBA JOBIN YVON

Analiza jakościowa i ilościowa stopów metali

Urządzenie umożliwia analizę jakościową i ilościową stopów metali, w tym określone zawartości pierwiastków śladowych i domieszek w wieloskładnikowych nadstopach niklu, kobaltu i żelaza oraz standardowa analiza wody i ścieków przemysłowych.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- określenie składu chemicznego badanych stopów

Dostępna aparatura

- ARL 3460

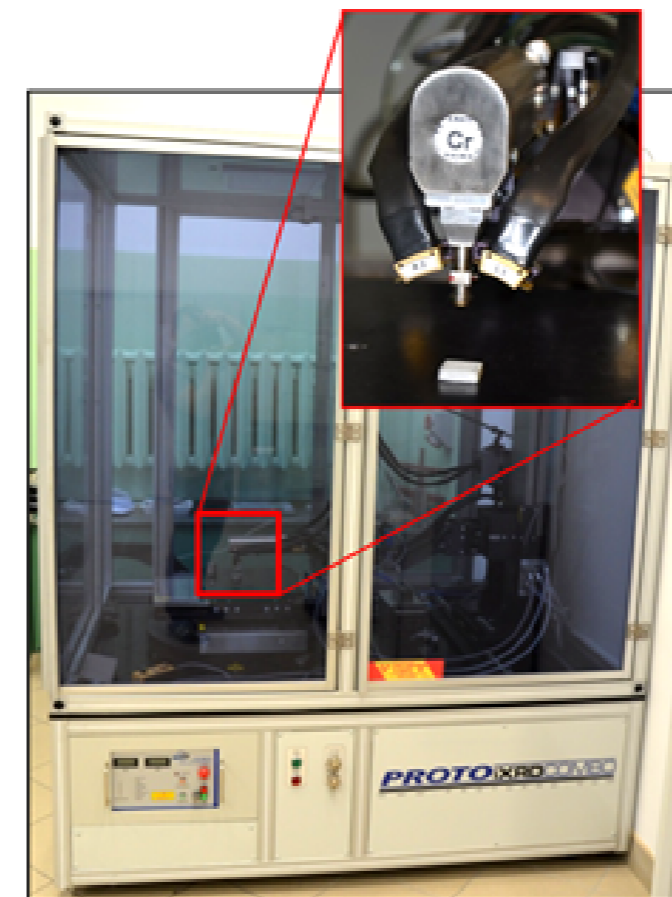


Określanie składu chemicznego stopów żelaza, aluminium i tytanu

Urządzenie wyposażone jest w linie spektrometryczne oraz wzorce do określania składu chemicznego stopów żelaza, aluminium i tytanu.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Pomiar naprężeń własnych i austenitu szczątkowego

Dyfraktometr rentgenowski PROTO iXRD COMBO - wyznaczanie wartości naprężeń własnych w warstwie wierzchniej stopów metali. Możliwe jest również wyznaczenie objętości względnej austenitu szczątkowego. Do obliczenia wartości naprężeń własnych stosuje się metodę dyfrakcji rentgenowskiej $\sin^2\psi$. Możliwość wykonywania pomiarów w głąb badanego materiału z wykorzystaniem metody polerowania elektrolitycznego.

Podstawowe parametry techniczne:

- rodzaje lamp: Cr, Cu, Mn, Co,
- moc lamp: 250 W,
- zakres kąta ψ : -45° do $+45^\circ$.

Stosowane metody i techniki

- metoda dyfrakcji rentgenowskiej $\sin^2\psi$

Dostępna aparatura

- dyfraktometr rentgenowski PROTO iXRD COMBO

Badania na zgodność z numerami norm

- ASTM E915
- PN-EN 15305:2008
- ASTM E 975-03

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- system EDS
- system WDS
- system EBSD

Dostępna aparatura

- HITACHI S-3400



Obserwacja powierzchni materiałów metalicznych

Elektronowy mikroskop skaningowy (SEM) HITACHI S-3400N – powiększenie 5x do 100tys.x – do obserwacji powierzchni materiałów metalicznych, z możliwością obserwacji materiałów nieprzewodzących (niska próżnia) z systemem EDS i WDS do analizy składu chemicznego oraz EBSD umożliwiającym wyznaczenie tekstury materiałów, kierunków krystalograficznych pojedynczych kryształów, sporządzanie map orientacji krystalicznej, identyfikację faz oraz określanie morfologii faz - składników mikrostruktury.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- obserwacja mikrostruktury, stopów metali, ceramiki i kompozytów

Dostępna aparatura

- Nikon EPIPHOT 300
- cyfrowa kamera Nikon DS-5
- program Lucia



Obserwacja mikrostruktury metali, stopów metali, ceramiki i kompozytów

Mikroskop metalograficzny Nikon EPIPHOT 300 – powiększenie 50x do 1000x – do obserwacji mikrostruktury metali, stopów metali, ceramiki i kompozytów. Współpracujący z mikroskopem automatyczny stolik, cyfrowa kamera Nikon DS-5 i oprogramowanie umożliwia pomiar, analizę parametrów stereologicznych mikrostruktury oraz ich archiwizację (program Lucia).

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów
dla Przemysłu Lotniczego

Dostępna aparatura

- Discotom-6
- Accutom-50
- LaboPress-3
- LaboPol-25
- Tegra Pol-25



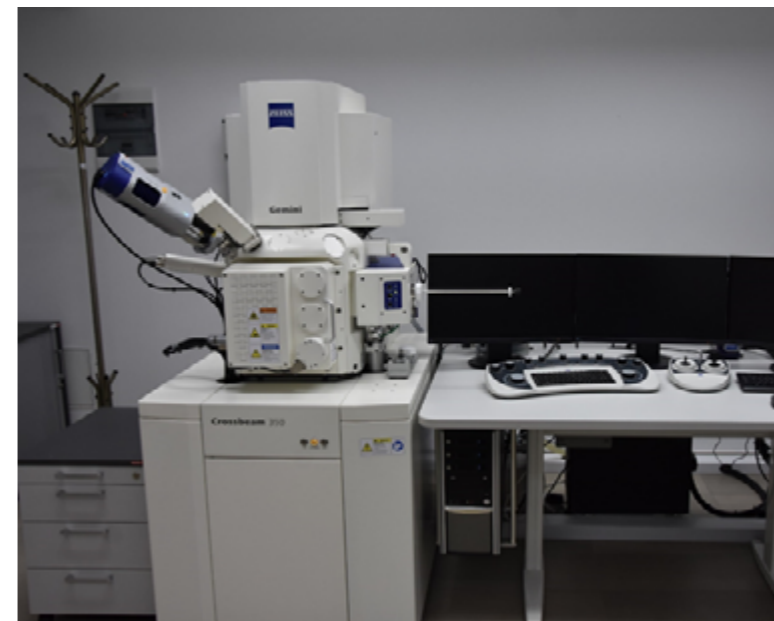
Przygotowanie próbek metalograficznych

W Pracowni preparatyki metalograficznej prowadzone są prace w zakresie przygotowania próbek metalograficznych. Zestaw urządzeń do przygotowywania złądek metalograficznych składający się z:

- przecinarki uniwersalnej Discotom-6
- automatycznej przecinarki precyzyjnej Accutom-50
- urządzenia do inkludowania w próżni Struers Epovac
- automatycznej prasy do inkludowania na gorąco LaboPress-3
- szlifierko-polerki ręcznej LaboPol-25
- automatycznej szlifierko-polerki Tegra Pol-25

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów
dla Przemysłu Lotniczego



Analiza składu chemicznego metodą EDS

Skaningowy mikroskop elektronowy Zeiss CrossBeam 350 z emisją polową (FE-SEM), z detektorem do analizy składu chemicznego metodą EDS.

Stosowane metody i techniki

- FE-SEM
- systemem EDS

Dostępna aparatura

- Zeiss CrossBeam 350

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- systemem EDS

Dostępna aparatura

- JEOL JEM-2100



Transmisyjny mikroskop elektronowy (TEM) JEOL JEM-2100- wysoko-
rozdzielczy o napięciu 200kV, z systemem EDS oraz układem cyfrowej
rejestracji obrazów.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- metoda Bridgmana
- struktura kierunkowa

Dostępna aparatura

- piec laboratoryjny
do kierunkowej
krystalizacji stopów



Krystalizacja kierunkowa metali i stopów w osłonie gazów obojętnych

Piec do krystalizacji kierunkowej metali i stopów metodą Bridgmana
w osłonie gazów obojętnych. Możliwość zastosowania czynnika chłodzą-
cego (stop Ga-In-Sn) w celu zwiększenia gradientu temperatury lub zam-
rażania frontu krystalizacji. Maksymalna temperatura grzejników: 1700
°C. Maksymalna średnica i wysokość odlewu wynosi odpowiednio 10mm
i 100mm.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- obróbka cieplna
- wyżarzanie form odlewniczych

Dostępna aparatura

- piec LINN



Obróbka cieplna, wyżarzanie form ceramicznych

Obróbka cieplna w atmosferze ochronnej, wyżarzanie form ceramicznych oraz elementów wykonanych ze stopów metali lub ceramiki w atmosferze Ar lub He do temperatury 1300°C.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- metoda przetapiania tlenkowego w atmosferze ochronnej

Dostępna aparatura

- piec tlenkowy AM 200



Topienie próbek o masie do ok. 200g w temperaturze do 3500 °C

Piec stosowany do topienia próbek o masie do ok. 200g w temperaturze do 3500 °C. Chłodzona wodą miedziana płyta tyglowa z uniwersalnymi formami. Chłodzona wodą, dwuścienna komora wysokiej próżni. Napęd elektryczny do łatwego podnoszenia komory. Napędzana silnikiem elektroda wolframowa chłodzona wodą, swobodnie przesuwana nad tyglami.

Katedra Nauki o Materiałach

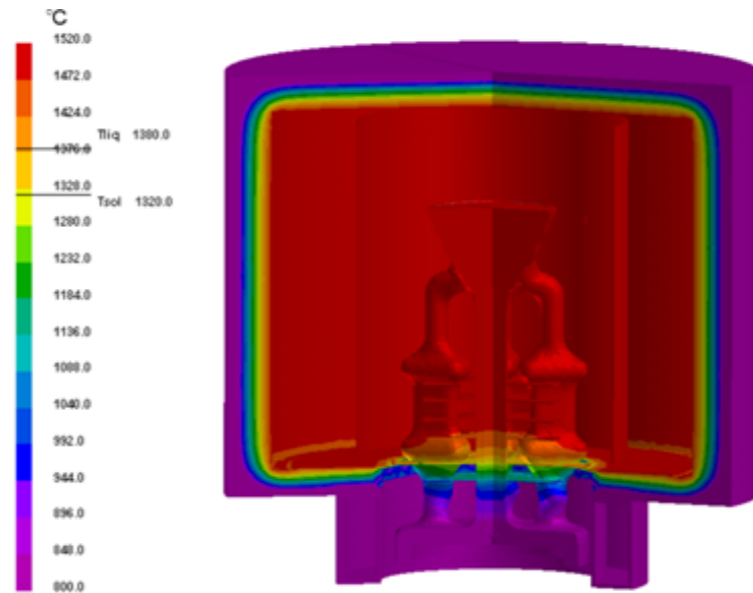
Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- symulacja numeryczna procesów odlewniczych

Dostępna aparatura

- oprogramowanie ProCAST



Symulacja procesów odlewniczych

Symulacja numerycznej procesów odlewniczych z użyciem komercyjnego oprogramowania ProCAST. Program ten zapewnia prowadzenie symulacji numerycznej procesów: wypełniania wnęki formy ciekłym metalem, krystalizacji kierunkowej oraz objętościowej odlewów. Posiada możliwość prognozowania rozmiaru i kształtu ziarn, ich orientacji krystalograficznej oraz wad odlewów.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Wytapianie wosków z form ceramicznych

Autoklaw FCR CALDAIE: Wytapianie wosku z form ceramicznych: ciśnienie max. 10 bar, komora o objętości 0,84m³ i średnicy 900 mm.

Piec elektryczny komorowy IZO: Wypalanie wosku z form ceramicznych w temperaturze do 800°C.

Stosowane metody i techniki

- metoda wytapiania modeli woskowych

Dostępna aparatura

- Autoklaw FCR CALDAIE
- piec elektryczny komorowy IZO

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- metoda wytapiania modeli woskowych

Dostępna aparatura

- mieszarki form ceramicznych
- obsypywarki fluidyzacyjne



Wytwarzanie odlewniczych form ceramicznych

Formy ceramiczne wielowarstwowe stosowane do produkcji odlewów o makrostrukturze polikrystalicznej lub monokrystalicznej z nadstopów niklu oraz innych wysokotopliwych stopów. Formy wytwarzane metodą wytapianych modeli woskowych - obsypywanie proszkami ceramicznymi woskowych zestawów modelowych pokrytych masą ceramiczną – z użyciem mieszarki mas ceramicznych i obsypywarki fluidyzacyjnej. Maksymalne rozmiary formy: średnica 250mm, wysokość: 450 mm.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Wytwarzanie odlewów z nadstopów niklu o strukturze kierunkowej, równoosiowej oraz monokrystalicznej

Piec do wytwarzania odlewów z nadstopów niklu o strukturze kierunkowej, równoosiowej oraz monokrystalicznej metodą Bridgmana. Topienie i wytwarzanie odlewów o wymaganej strukturze może odbywać się w próżni lub osłonie gazów obojętnych. Pomiar temperatury topionego stopu odbywa się przy pomocy termopary Typ B lub pirometru. Możliwość pomiaru temperatury z użyciem termopar (maksymalnie w dziesięciu punktach odlewów) podczas zalewania formy i krystalizacji stopu. Maksymalna średnica i wysokość formy ceramicznej stosowanej podczas krystalizacji kierunkowej wynosi odpowiednio 200mm i 450 mm. Maksymalna temperatura topienia: 1700 oC. Maksymalna ilość wsadu: 15kg.

Stosowane metody i techniki

- metoda Bridgmana
- struktura kierunkowa, równoosiowa oraz monokrystaliczna

Dostępna aparatura

- piec VIMIC 2 E - DS/ SC firmy ALD

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- anodowanie/
anodowanie twarde
- utlenianie jarzeniowe

Dostępna aparatura

- stanowisko do wytwarzania powłok ochronnych w procesach anodowania i utleniania jarzeniowego



Anodowanie i utlenianie jarzeniowe

Stanowisko obejmuje 2 wanny o pojemności 1 m³ (maksymalny wymiar obrabianego elementu 800 mm) przeznaczone do realizacji procesów anodowania/anodowania twardego i utleniania jarzeniowego, wyposażone w instalacje do chłodzenia elektrolitu, programowalny zasilacz o skutecznych wartościach napięcia i natężenia prądu 550 V i 212 A oraz 5 mniejszych wanien przeznaczonych do operacji przygotowawczych i wykończeniowych. Wymiary tych wanien umożliwiają odtłuszczenie, trawienie, płukanie i ewentualne uszczelnianie elementów o maksymalnym wymiarze < 600 mm. Duża moc zasilacza i wymiary wanien pozwalają na wytwarzanie powłok na podłożu rzeczywistych wyrobów przemysłowych. Stanowisko obejmuje również małe wanny, o pojemności 50 i 100 dm³ przeznaczone do wytwarzania powłok ochronnych w skali laboratoryjnej, wyposażone w 2 zasilacze programowalne o skutecznych wartościach napięcia i natężenia prądu 500 V i 24 A oraz 300 V i 10 A.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- azotowanie jarzeniowe

Dostępna aparatura

- stanowisko do azotowania jarzeniowego



Azotowanie jarzeniowe

Urządzenie pozwala na realizację procesów azotowania jarzeniowego stali i innych materiałów metalicznych w tym pełną kontrolę nad strukturą uzyskiwanej powłoki (obecność strefy związków i dyfuzyjnej). Wielkość komory to ok 500x500 mm co pozwala na małoseryjną produkcję.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- badania korozyjne stopów metali

Dostępna aparatura

- stanowisko do badań korozyjnych stopów metali

Badania na zgodność z numerami norm

- ASTM G28-02
- ASTM G48-03
- ASTM G110-92
- ASTM G59-97
- ASTM G61-86
- ASTM G69-97



Badania korozyjne stopów metali

Stanowisko obejmuje dwukanałowy potencjostat wraz z niezbędnym wyposażeniem (naczynka elektrochemiczne, elektrody pomocnicze i odniesienia, układ do kontrolowania temperatury podczas badań, klatka Faradaya) do wyznaczania potencjału korozyjnego krzywych polaryzacji, widm impedancyjnych i realizacji innych badań elektrochemicznych umożliwiających m. in. ocenę podatności stopów metali na korozję równomierną i wżerową. Dostępny sprzęt laboratoryjny pozwala także na ocenę podatności stali na korozję międzykrystaliczną stopów aluminium na korozję międzykrystaliczną i warstwową.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Badania odporności na zużycie w warunkach tarcia

Urządzenie służy do oceny odporności na ścieranie materiałów metalicznych, ceramicznych i polimerowych w tym powłok ochronnych wytwarzanych m. in. na podłożu metali. Do badań stosowane są próbki kwadratowe o wymiarach 100x100 mm lub okrągłe o średnicy 100 mm, z centralnie umieszczonym otworem. Po powierzchni próbek przemieszczają się kółka ścierające, które dobiera się w zależności od badanego materiału.

Stosowane metody i techniki

- metoda Tabera

Dostępna aparatura

- TABER 5135 ABRASER

Badania na zgodność z numerami norm

- ASTM D4060

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- badania korozyjne w mgłę solnej

Dostępna aparatura

- komora solna/klimatyczna SC/KKWT 1000

Badania na zgodność z numerami norm

- ASTM B117-07a

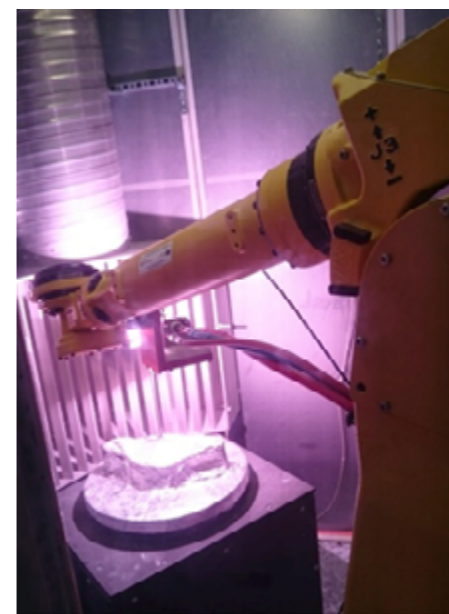


Badania korozyjne w mgłę solnej

Urządzenie przeznaczone do realizacji badań korozyjnych w mgłę solnej o obojętnym pH w temperaturze do 50°C i w atmosferze powietrza o temperaturze do 60°C i wilgotności bezwzględnej od 20 do 98%. Wymiary komory probierczej to 740/1190 mm wysokości, 1650 mm szerokości i 570 mm głębokości. Maksymalna masa badanych elementów to 150 kg.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Wytwarzanie powłok ceramicznych

System wyposażony jest w niewielką komorę do natryskiwania (ok 2x2m), stół obrotowy oraz robota przemysłowego. Podstawowym procesem realizowanym na stanowisku jest natryskiwanie plazmowe w warunkach ciśnienia atmosferycznego (APS) z użyciem palnika jednoelektrodowego (A60, F4MB) oraz trójelektrodowego (Axial III). Układ sterowania oraz podajniki proszku pochodzą z firmy Thermico. Dodatkowo istnieje możliwość natryskiwania plazmowego z zawieszin (SPS)- podajnik GTV. Ponadto możliwe jest natryskiwanie naddźwiękowe wysokociśnieniowe (HP/HVOF) z użyciem palnika JP-5000 a także konwencjonalne natryskiwanie naddźwiękowe HVOF z użyciem palnika gazowego typu Hipojet 2700 i płomieniowe (palnik 6P-II).

Stosowane metody i techniki

- natryskiwanie plazmowe w warunkach ciśnienia atmosferycznego
- natryskiwanie plazmowe zawieszin
- natryskiwanie naddźwiękowe wysokociśnieniowe (HP/HVOF)
- konwencjonalne natryskiwanie naddźwiękowe HVOF i płomieniowe

Dostępna aparatura

- palnik jednoelektrodowy A60
- - palnik jednoelektrodowy F4MB
- palnik trójelektrodowy Axial III
- podajnik proszku Thermico
- palnik JP-5000
- palnik HipoJet 2700
- palnik 6P-II

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- metoda prądów wirowych
- metoda indukcji magnetycznej

Dostępna aparatura

- Fisher DualScope FMP100

Badania na zgodność z numerami norm

- ASTM B224-07



Określanie grubości powłok metodą nieniszcząco

Urządzenie służy do określania grubości powłok ochronnych metodą nieniszcząco - prądów wirowych (powłoki malarskie i konwersyjne m. in. na podłożu stopów aluminium i magnezu) i indukcji magnetycznej (powłoki niemagnetyczne na podłożu stali m. in. malarskie, cynkowe, cynowe, chromowe, miedziane).

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Wytwarzanie powłok ceramicznych

Urządzenie umożliwia wytwarzanie powłok ceramicznych o budowie kolumnowej stosowanych na najbardziej zaawansowanych łopatkach turbin silników lotniczych. Urządzenie powstało i jest rozwijane we współpracy z firmą ALD m.in. do prowadzenia prac nad nowymi materiałami ceramicznymi o lepszych właściwościach użytkowych. Istnieje możliwość małoskalowej produkcji łopatek (3-6 szt.) Urządzenie umożliwia wytwarzanie powłok ceramicznych o budowie zwartej lub kolumnowej na łopatkach turbin gazowych oraz silników lotniczych w procesie osadzania z fazy gazowej z odparowaniem za pomocą palnika plazmowego (PS-PVD) oraz natryskiwania cienkich warstw (LLPS-Thin Film). Pozwala również na natryskiwanie powłok metalicznych np. międzywarstwy MCrAlY w konwencjonalnym procesie natryskiwania plazmowego pod obniżonym ciśnieniem (LPPS). Maksymalne wymiary elementu to ok 400x400 mm. Ze względu na wyposażenie w komorę załadunkową możliwe jest realizowanie procesów w skali półprodukcyjnej.

Stosowane metody i techniki

- wytwarzanie powłok ceramicznych
- procesie osadzania z fazy gazowej z odparowaniem za pomocą palnika plazmowego (PS-PVD)
- natryskiwanie cienkich warstw (LLPS-Thin Film)

Dostępna aparatura

- ALD EB-PVD Smart Coater
- LLPS-Hybrid firmy Oerlikon-Metco

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- obróbka cieplna metali

Dostępna aparatura

- piec Vacuum Heat Treatment
Mono Therm HK.446.N.20.gr



Obróbka cieplna nadstopów niklu

Jednokomorowy piec próżniowy wykorzystywany w procesach obróbki cieplnej nadstopów niklu. Piec wyposażony jest w układ grzejny o łącznej mocy 80kW. Komorowa wsadowa o pojemności 3m³ i przestrzeni roboczej 600x400x400 mm wyposażona jest w zestaw 9 termopar płaszczowych z możliwością pomiaru temperatury z dokładnością do 3°C. Proces grzania może być przeprowadzony w sposób konwekcyjny do 950°C (w atmosferze argonu lub helu) lub radiacyjny do 1350°C (w próżni).

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Badania odporności na erozję i korozję

Stanowisko do określania odporności na erozję cząstkami stałymi w temperaturze otoczenia. Stanowisko do określania odporności na erozję (korozję-erozję) cząstkami stałymi w temperaturze podwyższonej (do 800). Próby żaroodporności materiałów bezpośrednio w komorze spalania gazów: propan-butan, metan itp., możliwość kontroli temperatury w komorze spalania poprzez zamontowanie termopary.

Stosowane metody i techniki

- badania odporności na erozję
- badania odporności na korozję

Dostępna aparatura

- Koehler K93790/HT8 Air Jet
Erosion Tester TR-471-800
- Koehler K93700 Air Jet
Erosion Tester TR-470
- Turbina gazowa GUNT ET 794

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- cykliczne utlenianie
- badania żaroodporności

Dostępna aparatura

- piec komorowy Nabertherm LHT SN 285910
- piec rurowy MagmaTherm
- piec termograwimetryczny Xerion X-Tube
- piec automatyczny do utleniania cyklicznego Xerion XTube



Badania żaroodporności materiałów metalicznych i ich stopów

Piece rurowe i komorowe umożliwiające prowadzenie badań żaroodporności materiałów metalicznych i ich stopów: Piece komorowe: zakres temperatury pracy: 500 - 1500 w atmosferze powietrza. Piece rurowe: zakres temperatury pracy: 500 - 1050 w atmosferach: powietrze, powietrze z zawartością 20% pary wodnej, Ar-XO₂, Ar-XO₂-20%H₂O.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Procesy nawęglania, azotowania i węgloazotowania

Jednokomorowy piec próżniowy do nawęglania, azotowania i węgloazotowania z użyciem acetyleny i amoniaku w atmosferze azotu lub w próżni. Piec wyposażony jest w układ grzewczy o łącznej mocy 80kW. Komora wsadowa o pojemności 3m³ i przestrzeni roboczej 600x400x400 mm wyposażona jest w zestaw 9 termopar płaszczyznowych z możliwością pomiaru temperatury z dokładnością do 2°C. Proces grzania może być przeprowadzony w sposób konwekcyjny do 950°C (w atmosferze azotu) lub radiacyjny do 1150°C (w próżni).

Stosowane metody i techniki

- nawęglanie próżniowe
- azotowanie próżniowe

Dostępna aparatura

- piec Vacuum Heat Treatment Mono Therm HK.446.VC.10.gr

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- obróbka cieplna i cieplnochemiczna
- wytwarzanie warstw metodą CVD
- procesy azotowania, borowania
- wytwarzanie powłok TiN

Dostępna aparatura

- urządzenie CVD Bernex BPX Pro 325 S



Wytwarzanie warstw ochronnych metodą CVD

Urządzenie umożliwia prowadzenie procesów obróbki cieplnej w atmosferach ochronnych (argon, azot itp.) jak również w gazach reaktywnych (wodór). Urządzenie umożliwia również modyfikację warstwy wierzchniej stopów żelaza, niklu, tytanu poprzez obróbkę cieplnochemiczną w procesach azotowania, nawęglania, azotonawęglania, borowania itp. Urządzenie służy również do wytwarzania ochronnych warstw na powierzchni stopów żelaza i niklu. Urządzenie umożliwia także wytwarzanie warstw odpornych na zużycie ścierne, warstw żaroodpornych na osnowie fazy NiAl w procesie nisko- i wysokoaktywnym w tym modyfikowanych hafnem i cyrkonem na elementach na podłożu nadstopów niklu.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Analiza cieplna

Urządzenia umożliwiają szeroką analizę cieplną od badań minerałów, substancji nieorganicznych, metali i stopów, ceramiki, polimerów, po badania farmaceutyków, żywności i materiałów biologicznych. Kompleksowe badanie stabilności termicznej, kompozycji materiałów, przemian fazowych oraz procesów rozkładu materiałów. Dodatkowo urządzenie wyposażone jest w analizator wydzielanych gazów (EGA) to jedna z najbardziej precyzyjnych i kompleksowych metod do określania właściwości termicznych substancji organicznych, nieorganicznych cieczy oraz ciał stałych. Technika ta pozwala m.in. na szczegółową charakterystykę mechanizmów procesów chemicznych, zachodzących w badanej próbce podczas jej grzania.

Stosowane metody i techniki

- analiza termogravimetryczna (TGA)
- różnicowa analiza termiczna (DTA)
- różnicowa kalorymetria skaningowa (DSC)

Dostępna aparatura

- STA 449 F1 Jupiter firmy Netzsch

Dostępna aparatura

- ASTM E 1269
- DIN 51 007

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- pomiar właściwości fizycznych substancji proszkowych

Dostępna aparatura

- tester BT-1001



Badania kąta załamania, zsypu oraz współczynnika sypkości i płynności

Pomiary dokonywane przez inteligentny tester BT-1001 to następujące właściwości proszków: kąt załamania, kąt tarcia wewnętrznego (zsypu), współczynnik sypkości i płynności, itd. Instrument charakteryzuje się wysoką inteligencją, wielofunkcyjnością, prostą obsługą, dobrą powtarzalnością wyników, elastycznością warunków pomiarowych oraz zgodnością z szeregiem norm. Dzięki udanemu rozwojowi, instrument zapewnia precyzyjne narzędzia naukowe do pomiaru właściwości fizycznych substancji proszkowych.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Pomiary gęstości ciał stałych

Piknometr gazowy AccuPyc 1330 firmy Micromeritics umożliwia pomiary gęstości właściwej (rzeczywistej) ciał stałych. Pomiary prowadzone są w atmosferze helu. Zastosowanie helu umożliwia analizę ciał porowatych oraz o wysoce rozbudowanej powierzchni. W piknometrze gazowym AccuPyc 1330 można analizować ciała stałe lite, porowate oraz proszki. Jest to badanie nie niszczące próbek. Piknometr quasi-cieczowego GeoPyc 1360 firmy Micromeritics umożliwia pomiary gęstości objętościowej (pozornej) ciał stałych. W aparacie przeprowadza się precyzyjny pomiar objętości próbki. Pomiar ten odbywa się w środowisku quasi-cieczowej substancji DryFlo[®]. W piknometrze quasi-cieczowym GeoPyc 1360 można analizować ciała stałe o różnych kształtach i wymiarach, również próbki składające się z kilku części (o wymiarach od 2 mm). Jest to badanie nie niszczące próbek. Badania w piknometrze quasi-cieczowym dostarczają takich parametrów próbki jak: gęstość objętościowa (pozorna), objętość, porowatość (po wprowadzeniu wartości gęstości właściwej - rzeczywistej), gęstość nasypowa proszków.

Stosowane metody i techniki

- pomiar gęstości ciał stałych

Dostępna aparatura

- piknometr gazowy AccuPyc 1330 firmy Micromeritics
- piknometr quasi-cieczowego GeoPyc 1360 firmy Micromeritics

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- pomiar dyfuzyjności cieplnej, ciepła właściwego i gęstości w funkcji temperatury

Dostępna aparatura

- LFA 427 firmy Netzsch

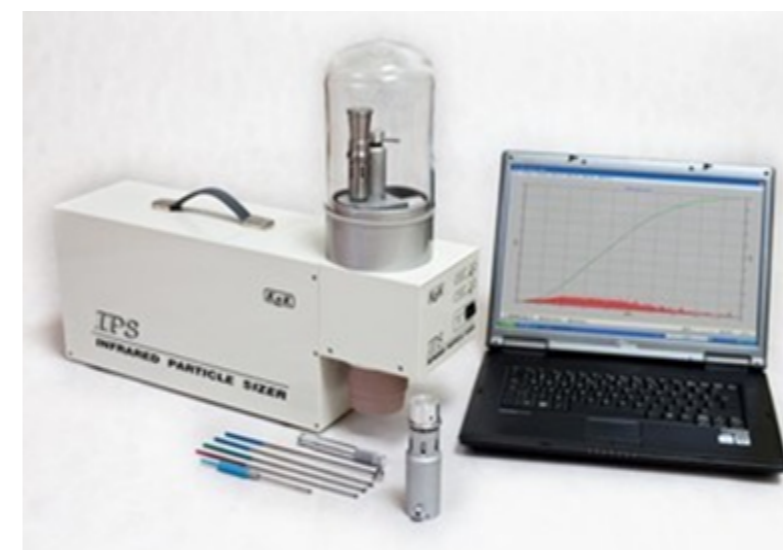


Przewodnictwo cieplne i dyfuzyjność cieplna

Urządzenie to pozwala na badanie ważnych parametrów termofizycznych materiałów tj. przewodnictwo cieplne i dyfuzyjność cieplna które są niezbędne przy opisie zjawisk transportu ciepła analizowanych materiałów. LFA 427 dla wyznaczenia przewodnictwa cieplnego wykorzystuje metodę polegającą na pomiarze dyfuzyjności cieplnej, ciepła właściwego i gęstości w funkcji temperatury, a następnie wyznaczenie przewodnictwa cieplnego z tych danych. Laserowa metoda impulsowa zapewnia bez kontaktowy pomiar dyfuzyjności cieplnej poprzez detektor IR, pomiary dyfuzyjności cieplnej w zakresie: 0.01 - 1000 mm²/s, pomiary przewodnictwa cieplnego 0.1 - 2000 W/mK, zakres temperatury: 20 - 2000°C, atmosfera argon. Wymiary próbek: walcowe: średnica 12.6 mm, wysokość od 0.1 do 6 mm, prostopadłościennie: przekrój 10 x 10 mm, wysokość 0.1 do 6 mm. Urządzenie umożliwia pomiar ciepła właściwego.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Stosowane metody i techniki

- określenie współczynnika kształtu
- oznaczenie powierzchni właściwej badanych substancji

Dostępna aparatura

- IPS U firmy KAMIKA

Rozkład wymiarów cząstek stałych

IPS U firmy KAMIKA jest urządzeniem do pomiaru w warunkach laboratoryjnych rozkładu wymiarów cząstek stałych w powietrzu niezależnie od ich właściwości fizycznych i chemicznych. Służy do pomiaru wielkości cząstek wilgotnych i sklejających się od 0.5 μm do 600 μm, odczytu drugiego średniego wymiaru cząstki i określenia współczynnika kształtu, oznaczenia powierzchni właściwej badanych substancji.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- rejestracja zmian długości próbki poddanej założonym zabiegom cieplnym, początku i końca przemian fazowych
- wyznaczenie współczynników cieplnej rozszerzalności liniowej

Dostępna aparatura

- dylatometr Dil 402C firmy Netzsch



Rozszerzalność cieplna liniowa

Dylatometr Dil 402C firmy Netzsch jest urządzeniem na którym można wykonywać badania, których celem jest wyznaczenie w badanym metalu lub jego stopie, jak również w materiale ceramicznym i polimerowym, na podstawie zarejestrowanych zmian długości próbki poddanej założonym zabiegom cieplnym, początku i końca przemian fazowych, wyznaczenie współczynników cieplnej rozszerzalności liniowej lub określenie procesów zachodzących podczas rozmaitych zabiegów obróbki cieplnej przez naśladowanie tych zabiegów w dylatometrze DIL 402C zarówno w dowolnych atmosferach statycznych jak i dynamicznych oraz próżni.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Centrum obróbkowe Deckel Maho DMU 80P

5-osiowe centrum do obróbki HSM, przestrzeń robocza: 800/800/800 mm, osie obrotowe: B (głowica) i C (stół), wrzeciono: n=18000 obr/min, P=28 kW, M=121 Nm, magazyn narzędzi: 40 szt., HSK-A63, układ sterowania: Sinumerik 840D Powerline, pomiar przestrzeni roboczej: przedmiot i narzędzie, chłodzenie: przez wrzeciono, 2 stopnie ciśnienia 4/8 MPa, system MQL, system usuwania mgły olejowej.

Dostępna aparatura

- Deckel Maho DMU 80P - laser

Katedra Nauki o Materiałach

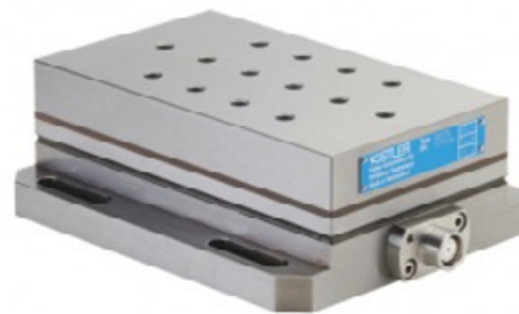
Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- pomiary wartości siły skrawania

Dostępna aparatura

- Kistler 9123CXX11



Pomiary wartości siły skrawania

Pomiar wartości składowych siły skrawania w trzech osiach, praca z maksymalną prędkością obrotową: 10000 obr/min, maksymalna średnica narzędzia: 18 mm.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- pomiary wartości siły skrawania

Dostępna aparatura

- Kistler 9257BA



Pomiar wartości składowych siły skrawania

Pomiar wartości składowych siły skrawania w trzech osiach, max siła: 5 kN, oprogramowanie CutPRO, pomiar siły skrawania, wizualizacja, analiza i archiwizacja pomiarów, analiza sztywności obrabiarki oraz symulacja procesu skrawania.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów
dla Przemysłu Lotniczego

Stosowane metody i techniki

- pomiar chropowatości powierzchni

Dostępna aparatura

- Mahr S2



Pomiar chropowatości powierzchni obrabianej

Profilometr Mahr S2

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów
dla Przemysłu Lotniczego



Dostępna aparatura

- Mikroset ECO210

Wstępne ustawianie i pomiar narzędzi

Ustawianie i pomiar narzędzi poza przestrzenią obrabiarki, manualne wrzeciono gwarantuje dużą dokładność pomiaru. Wyrównoważarka do narzędzi obrotowych Haimer Td1002 - automatyczne mocowanie narzędzi, zakres prędkości obrotowej: 300-1100 obr/min, moc: 0,4 kW, max długość narzędzia: 360 mm, max średnica narzędzia: 340 mm, max masa narzędzia: 30 kg.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Dostępna aparatura

- Obrabiarka MAG VDF 220 CD
- TruDiode 3006



Obrabiarka MAG VDF 220 CD

TruDiode 3006 firmy Trumpf o mocy 3kW i długości fali promieniowania w zakresie 900 – 1030 nm. Zastosowanie różnej długości fali w wiązce promieniowania laserowego umożliwia zwiększenie efektu nagrzewania materiałów o małej absorpcji promieniowania i dużej przewodności cieplnej. Głowica lasera z układem optycznym i dyszą zamocowana jest do głowicy frezarskiej obrabiarki. Umożliwia to jej ruch wzdłuż osi X, Y i Z niezależnie od przemieszczenia suportu narzędziowego. Dodatkowo obrabiarka wyposażona jest w system chłodzenia kriogenicznego. Zastosowanie jednoczesnego nagrzewania powierzchni obrabianej za pomocą promieniowania laserowego i chłodzenia wkładki ostrzowej ciekłym azotem lub dwutlenkiem węgla wpływa na zwiększenie okresu trwałości ostrza przy większej wydajności procesu.

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego



Obróbka laserowa

Stanowisko wyposażone jest w:

- stację roboczą TRUMPF TruLaser Cell 3008,
- laser TruDisk 1000,
- TruPulse 203,
- podajnik proszku GTV PF2/1.

Jest przeznaczone do prowadzenia procesów napawania laserowego proszkowego oraz spawania i cięcia cienkich blach.

Stosowane metody i techniki

- napawanie i spawania wiązką laserową

Dostępna aparatura

- TRUMPF TruLaser Cell 3008
- laser TruDisk 1000
- TruPulse 203
- podajnik proszku GTV PF2/1

Katedra Nauki o Materiałach

Uczelniane Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego

Dostępna aparatura

- Tokarka CNCNEF 600



Tokarka CNCNEF 600

Przestrzeń robocza: max średnica toczenia 600 mm, przesuw wzdłużny 1250 mm, napęd główny P=18 kW, n=3000 obr/min, M=615 Nm, liczba stacji narzędziowych: 8, układ sterowania: GE Fanuc 210i, uchwyt narzędzi: VDI 40, komplet narzędzi Sandvik.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa



Zrobotyzowane stanowisko do nanoszenia powłok metodą APS

Infrastruktura naukowo-badawcza KOiS zlokalizowana jest w pięciu podzielonych tematycznie laboratoriach. Laboratorium Odlewnictwa wyposażone jest w piece indukcyjne do topienia metali, urządzenia do kontroli temperatury ciekłego metalu, urządzenia do badania mas formierskich, zestaw do odlewania precyzyjnego, które pozwalają opracować i analizować technologię wytwarzania odlewów. Istotnym elementem tego laboratorium jest program do symulacji procesu odlewania, który pozwala sprawdzić poprawność zaprojektowanej koncepcji technologicznej procesu wytwarzania odlewów. Wyposażenie Laboratorium Spawalnictwa pozwala na opracowanie technologii spawania oraz kontrolę jakości złączy spawanych (badania nieniszczące). Wyposażone ono jest w urządzenia do spawania metodami MMA, MIG/MAG wraz z robotem spawalniczym oraz metodą TIG. Atutem tego laboratorium jest zrobotyzowane stanowisko do nanoszenia powłok metalicznych i niemetalicznych metodą APS (Air Plasma Spraying) oraz dwa stanowiska do natryskiwania cieplnego (proszkowego i drutem). Laboratorium Badań Metalograficznych to w pełni wyposażona jednostka umożliwiająca przygotowanie złączy metalograficznych do obserwacji mikrostruktury metali i stopów, z wykorzystaniem mikroskopii optycznej i elektronicznej mikroskopii skaningowej. Możliwość obserwacji złączy w stanie nie trawionym i po trawieniu chemicznym lub elektrolitycznym. Laboratorium Badań Materiałowych posiada aparaturę do pomiaru makro- i mikrotwardości, aparaturę do badań nanoindentacji, aparaturę do badań scratch test (odporności na zarysowanie) oraz profilomierz do oceny chropowatości powierzchni. Laboratorium Obróbki Ciepłej wyposażone jest w piece elektryczne, oporowe, umożliwiające opracowanie i wykonanie obróbki cieplnej odlewów i innych części maszyn nawet w temperaturze do 1800°C. Istnieje możliwość wykonania analizy kinetyki przemian w stanie stałym (przemiany fazowe) z wykorzystaniem badań dylatometrycznych.

Stosowane metody i techniki

- badania metalograficzne (analiza mikrostruktury i składu chemicznego metali i stopów)
- badania właściwości materiałowych.
- badania właściwości użytkowych metali i stopów (odporności na ścieranie i wytrzymałości zmęczeniowej)
- badania technologii spawania
- badania koncepcji technologicznej procesu odlewania
- nanoszenie powłok metodą APS
- badania procesów obróbki cieplnej.
- badania przemian fazowych w stanie stałym metali i stopów.

Dostępna aparatura

- mikroskop optyczny
- mikroskop skaningowy
- optyczny spektrometr emisyjny
- twardościomierz Vickersa
- mikrotwardościomierz Vickersa
- nanoindentation tester
- Scratch Tester
- tribometr
- wysokotemperaturowy profilomierz stacjonarny T8000
- urządzenie do natryskiwania plazmowego

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 6507-1:2018-05
- ISO 20502
- ISO 4287
- PN-EN ISO 14577-1:2005

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Odlewnictwa

Stosowane metody i techniki

- topienie stopów Fe-C
- topienie stopów metali nieżelaznych (stopy Al, Cu)
- zabieg modyfikacji żeliwa
- proces sferoidyzacji żeliwa
- zabieg modyfikacji stopów Al-S

Dostępna aparatura

- piec indukcyjny tyglowy
- zestaw tygli do topienia stopów
- Fe-C i stopów metali nieżelaznych
- aparatura do pomiaru temperatury ciekłego metalu
- analizator składu chemicznego (spektrometr emisyjny)



Urządzenie do topienia metali i stopów

Indukcyjne piece tyglowe to nowoczesna i ekonomiczna alternatywa dla elektrycznych pieców oporowych, gazowych i olejowych. Wysoka sprawność urządzenia umożliwia szybkie nagrzewanie i topienie wsadu. Piec indukcyjny tyglowy Termetal o mocy 30 kW umożliwia nagrzewanie i topienie stopów żelaza i metali nieżelaznych - ilość wsadu 2 dm³.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Odlewnictwa



Zestaw do odlewania precyzyjnego

Zestaw do odlewania precyzyjnego metodą wytapianych modeli (metodą traconego wosku) firmy PAT. Odlewy wykonane tą metodą charakteryzują się precyzyjnym odwzorowywaniem powierzchni. Możliwe jest wykonywanie odlewów cienkościennych o różnych przekrojach. W procesie wytwarzania odlewów metodą wytapianych modeli wykorzystywana jest odlewarka REDO CAST do zalewania form gipsowych w komorze próżniowej.

Stosowane metody i techniki

- odlewanie metodą wytapianych modeli

Dostępna aparatura

- prasa wulkanizacyjna
- woskownik
- odlewarka REDO CAST
- piec do topienia TG1
- piec do wypalania tulei APE800A

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Obróbki Ciepłej

Stosowane metody i techniki

- obróbka cieplna w zakresie temperatury do 1280°C
- obróbka cieplno-chemiczna: azotowanie, nawęglanie

Dostępna aparatura

- piec oporowy Nabertherm N 61H



Piec do obróbki cieplnej

Piec Nabertherm N 61H dedykowany jest do obróbki cieplnej w zakresie temperatury do 1280°C. Sterownik PID pozwala na zaprogramowanie 9 schematów, każdy po 20 schodków obróbki cieplnej wraz z opóźnieniem czasowym. Pojemność komory grzewczej pieca wynosi 61 dm³ (wymiały wewnętrzne: 84x141x132 cm). Z wykorzystaniem pieca N 61H możliwe jest prowadzenie obróbki cieplno-chemicznej, takiej jak nawęglanie i azotowanie.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Obróbki Ciepłej



Stanowisko badań dylatometrycznych

Stanowisko badań dylatometrycznych LS 4 z komputerową rejestracją wyników umożliwia analizę kinetyki przemian fazowych w stanie stałym materiałów metalicznych i niemetalicznych. Pozwala również na wyznaczenie współczynnika liniowej rozszerzalności cieplnej. Badania mogą być prowadzone w warunkach kontrolowanej szybkości nagrzewania i chłodzenia w zakresie temperatury od -180 do 1100°C. Możliwe jest również prowadzenie badań z zastosowaniem atmosfery ochronnej (hel, argon). Proces chłodzenia może być realizowany w różnych ośrodkach, takich jak powietrze, woda, hartenol, ciekły azot, itp.

Stosowane metody i techniki

- badanie przemian fazowych
- wyznaczenie współczynnika liniowej rozszerzalności cieplnej

Dostępna aparatura

- dylatometr LS4

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Spawalnictwa

Stosowane metody i techniki

- nanoszenie powłok metalicznych i niemetalicznych metodą APS
- nanoszenie powłok płomieniem acetylenowo-tlenowym przy użyciu drutu
- nanoszenie powłok płomieniem acetylenowo-tlenowym przy użyciu proszku

Dostępna aparatura

- zrobotyzowane urządzenie do nanoszenia powłok metodą APS firmy Sulzer Metco robotem firmy ABB
- palnik CastoDyn DS 8000
- palnik do natryskiwania cieplnego płomieniowego przy użyciu drutu



Stanowisko do nanoszenia powłok metodą APS

Zrobotyzowane stanowisko do natryskiwania cieplnego metodą APS (Air Plasma Spray) proszkami metalicznymi i niemetalicznymi wyposażone jest w urządzenie plazmotwórcze firmy Sulzer Metco. W skład stanowiska wchodzi podajnik proszku a także palnik (model IRB 2400), który umieszczony jest na ramieniu robota firmy ABB. Natryskiwanie metodą APS pozwala na wykonanie powłoki o wysokiej zawartości i o szerokim zakresie grubości. Palnik METATHERM MDP-115 do natryskiwania cieplnego płomieniem acetylenowo-tlenowym przy użyciu drutu wyposażony jest w silnik o bardzo wysokim momencie obrotowym i sterowaniu elektronicznemu, co zapewnia precyzyjne podawanie drutu. Może być stosowany w aplikacjach zautomatyzowanych do małych serii, jak i do natryskiwania ręcznego. Palnik CastoDyn DS 8000 to modułowy palnik acetylenowo-tlenowy do natrysku termicznego. Palnik przeznaczony jest do natryskiwania szerokiej gamy materiałów metodami: „na zimno” lub „na gorąco”.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Spawalnictwa



Obróbka strumieniowo-ścierna

Urządzenie do obróbki strumieniowo - ścierniej przeznaczone jest do oczyszczenia powierzchni detali przed procesami spawalniczymi (zgrzewania, spawania, lutowania). Obróbka ta wykorzystywana jest również w procesie przygotowania powierzchni elementów przeznaczonych do nanoszenia powłok metodą natryskiwania plazmowego (APS). Proces polega na uderzaniu strumieniem ścierniwa o obrabianą powierzchnię z dużą prędkością. Kabina przystosowana jest do pracy z różnymi ścierniwami o granulacji 0,1 do 0,8 mm.

Stosowane metody i techniki

- oczyszczanie metodą strumieniowo - ścierną

Dostępna aparatura

- urządzenie do obróbki strumieniowo- ścierniej KCW-1200-1150+FCPd2

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Spawalnictwa

Stosowane metody i techniki

- spawanie metodą MIG
- spawanie metodą MAG

Dostępna aparatura

- urządzenie do spawania metodą MIG/MAG
- podajnik drutu
- robot COMAU

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO 13916
- PN-EN ISO 1011
- PN-EN ISO 15614



Zrobotyzowane stanowisko do spawania MIG/MAG

Stanowisko wyposażone jest w urządzenie do spawania metodą MIG/MAG i podajnik drutu firmy Fronius. Palnik umieszczony jest na robocie Comau SMART NS 16-1.65 ARC. Programowanie pracy robota można wykonać ręcznie lub z wykorzystaniem programu Smartcimstation 5.1.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Spawalnictwa

Stosowane metody i techniki

- spawanie metodą TIG
- spawanie metodą TIP-TIG

Dostępna aparatura

- spawarka Tetrax 351 ARC DC/AC
- podajnik drutu

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO 13916
- PN-EN ISO 1011
- PN-EN ISO 15614



Urządzenia spawalnicze

Stanowisko do spawania metodą TIG/TIP-TIG wyposażone jest w spawarkę Tetrax 351 ARC DC/AC oraz podajnik drutu. Dzięki podajnikowi TIP/TIG możliwe jest oporowe podgrzewanie drutu i regulacja prędkości jego podawania. Podajnik eliminuje ręczne podawanie drutu, co znacznie ułatwia wykonanie spoiny.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa Laboratorium Badań Metalograficznych

Stosowane metody i techniki

- cięcie detali metodą elektrokorozyjną

Dostępna aparatura

- elektrodrążarka drutowa BP-95d



Elektrodrążarka drutowa

Elektrodrążarka drutowa BP95d- (2-osiowa) służy do wycinania detali wykonanych z materiałów przewodzących prąd elektryczny (miedź, aluminium, stal, spieki, itp.). Proces cięcia realizowany jest metodą elektroiskrową, przy pomocy drutu przesuwającego się w prowadnicach - pionowo do stołu. Proces elektrodrążenia doskonale nadaje się do wycinania precyzyjnych próbek, np. próbek do przygotowania zgładów metalograficznych.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa Laboratorium Badań Metalograficznych



Pracownia zgładów metalograficznych

W pracowni preparatyki próbek metalograficznych prowadzone są prace w zakresie przygotowania zgładów metalograficznych służących do obserwacji makro- i mikrostruktury. Proces przygotowania zgładu obejmuje wycięcie próbki z badanego elementu, polerowanie zgrubne, inkludowanie na zimno w żywicy epoksydowej nieprzewodzącej lub na gorąco w żywicy termoutwardzalnej przewodzącej, szlifowanie na papierach ściernych, polerowanie wykańczające oraz trawienie chemiczne lub elektrochemiczne.

Stosowane metody i techniki

- preparatyka zgładów metalograficznych

Dostępna aparatura

- przecinarka Struers Labotom-3
- elektrodrążarka drutowa BP-95d
- przecinarka uniwersalna D28700
- ręczna szlifierka MLG 11
- praska do inkludowania ATM Opal 410
- polerka ATM Saphir 320E z głowicą ATM Rubin 500
- polerka ręczna Metasinex
- urządzenie do destylacji wody Monodest 3000E
- urządzenie do trawienia elektrolitycznego ElektroMat ET1

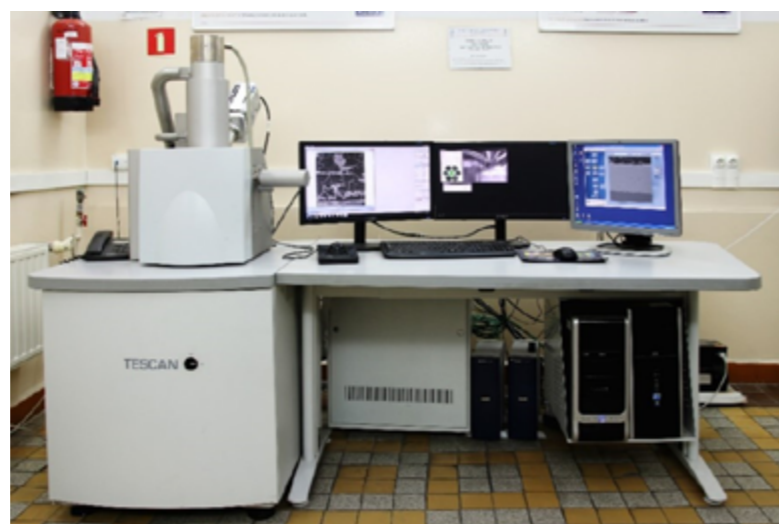
Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa Laboratorium Badań Metalograficznych

Stosowane metody i techniki

- analiza mikrostruktury z wykorzystaniem elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM)
- analiza składu chemicznego (punktowa, liniowa, powierzchniowa, mapping, cameo)

Dostępna aparatura

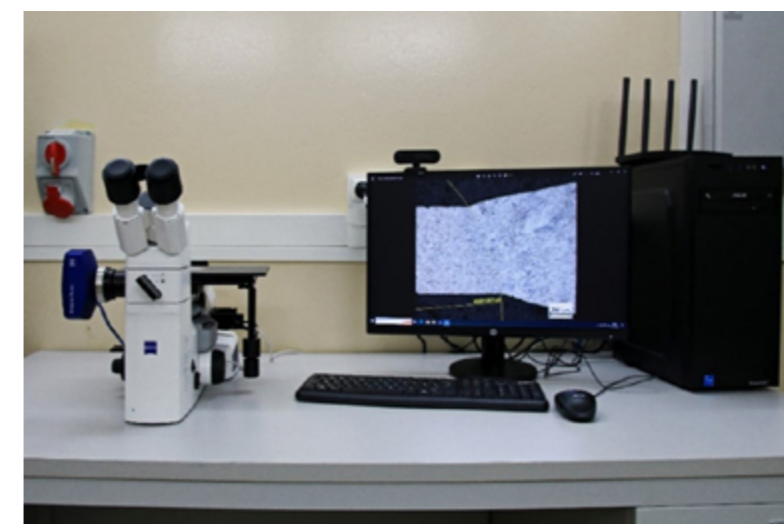
- mikroskop skaningowy VEGA 3
- przystawka do mikroanalizy składu chemicznego INCA X-ACT



Badania makro- i mikrostruktury z wykorzystaniem mikroskopii skaningowej

Elektronowy mikroskop skaningowy (SEM) TESCAN VEGA 3 (detektor SE, BSE) wraz z przystawką do mikroanalizy składu chemicznego INCA OXFORD X-ACT pozwala na obserwację makro- oraz mikrostruktury materiałów suchych z zastosowaniem powiększenia od 5 do 100000x w warunkach wysokiej próżni. Mikroskop umożliwia obserwację mikrostruktury materiałów metalicznych, jak i niemetalicznych dzięki zastosowaniu napyłania srebrem lub złotem. Stolik roboczy, na którym umieszczona jest analizowana próbka posiada możliwość ruchu w zakresie 5-ciu osi. Przystawka do rentgenowskiej mikroanalizy składu chemicznego pozwala na ilościową i jakościową ocenę zawartości pierwiastków we wskazanym punkcie lub też w zadanym obszarze. Mapping umożliwia uzyskiwanie map rozkładu pierwiastków.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa Laboratorium Badań Metalograficznych



Obserwacja makro- i mikrostruktury z wykorzystaniem mikroskopii optycznej

Odwrócony mikroskop metalograficzny do badań w dziedzinie inżynierii materiałowej wyposażony jest w kamerę cyfrową oraz program do cyfrowej analizy obrazu. Mikroskop umożliwia obserwację mikrostruktury w polu jasnym, w polu ciemnym lub w świetle spolaryzowanym wraz z cyfrową rejestracją i analizą obrazów. Zakres powiększeń obserwacji mieści się w zakresie od 10 do 2000x.

Stosowane metody i techniki

- mikroskopia optyczna

Dostępna aparatura

- mikroskop optyczny Carl Zeiss
- mikroskop inspekcyjny Makrolite 4
- mikroskop optyczny Neophot 2

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

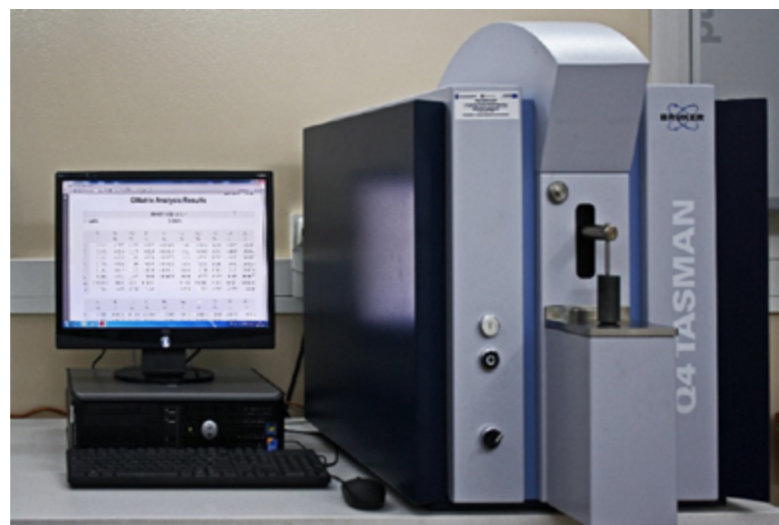
Laboratorium Badań Metalograficznych

Stosowane metody i techniki

- spektralna analiza składu chemicznego metali i stopów

Dostępna aparatura

- spektrometr Bruker Q4 Tasman



Analiza składu chemicznego metali i stopów

Spektrometr Bruker Q4 Tasman umożliwia analizę składu chemicznego próbek wykonanych ze stopów Fe-C, stopów aluminium, miedzi, niklu, chromu, kobaltu i innych, które mogą mieć kształt i formę folii, blach, drutów, itp. Spektrometr Bruker Q4 Tasman cechuje powtarzalność i precyzją pomiaru zawartości pierwiastków, przy granicy wykrywalności każdego z pierwiastków na poziomie śladowym.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Badań Metalograficznych

Stosowane metody i techniki

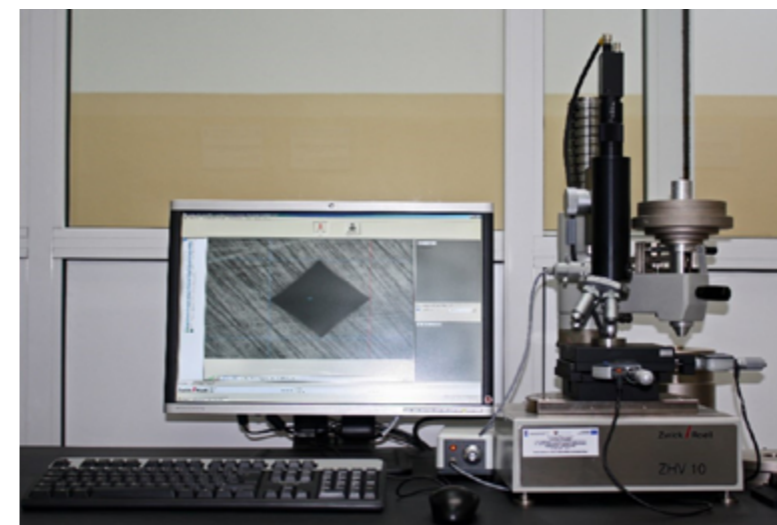
- pomiary twardości
- pomiary mikrotwardości

Dostępna aparatura

- twardościomierz ZHV10, Zwick/Roell
- mikrotwardościomierz ZHV μ Indentec, ZWICK/ROELL

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO 6507-1



Badania twardości metodą HV

Pomiar twardości metodą HV (Vickers'a) realizowany jest w oparciu o normę PN-EN ISO 6507-1. Pomiar polega na ocenie odkształcenia plastycznego materiału powstającego w efekcie wciskania diamentowego węgelnika w badaną powierzchnię. Twardość określa się po zmierzeniu przekątnych kwadratowego odcisku. Skala twardości Vickersa jest najszerszym stosowanym sposobem oceny twardości materiału, co wraz z łatwością wykonywania badania zapewnia tej metodzie wysoką uniwersalność. Metoda ta jest często stosowana do pomiaru twardości złączy spawanych. W trakcie pomiaru twardości można zastosować obciążenie z zakresu od 200 do 30 000 g. Pomiar mikrotwardości metodą Vickers'a można wykonać dla obciążenia 10 do 1000 g.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Badań Materiałowych

Stosowane metody i techniki

- nanoindentacja
- nanoscratch

Dostępna aparatura

- nanoindentation Tester NHT (CSM Instruments)
- nanoscratch tester

Badania na zgodność z normami

- PN-EN ISO 14577



Badania parametrów materiałowych (Nanoindentation Test)

Badania właściwości materiałowych (nanoindentation test) składników mikrostruktury wykonywane są w oparciu o normę w PN-EN ISO 14577. W badaniu możliwe jest określenie twardości instrumentalnej HIT, modułu sprężystego wciskania wgłębnika EIT, twardości Vickersa HV podczas wciskania wgłębnika, modułu Young'a E [GPa], pracy plastycznej, sprężystej i odkształcenia trwałego. W badaniach wykorzystuje się indenter - diamentowy wgłębnik Berkovicha B-L 32 o kącie ostrza równym 65,3° i promieniu zaokrąglenia równym 50 nm. Możliwe jest również określenie podatności poszczególnych wydzieli w materiale do zarysowania z wykorzystaniem metody nanoscratch test. Dla każdego z wydzieli określić można współczynnik tarcia, emisję akustyczną czy głębokość penetracji indentera.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Badań Materiałowych

Stosowane metody i techniki

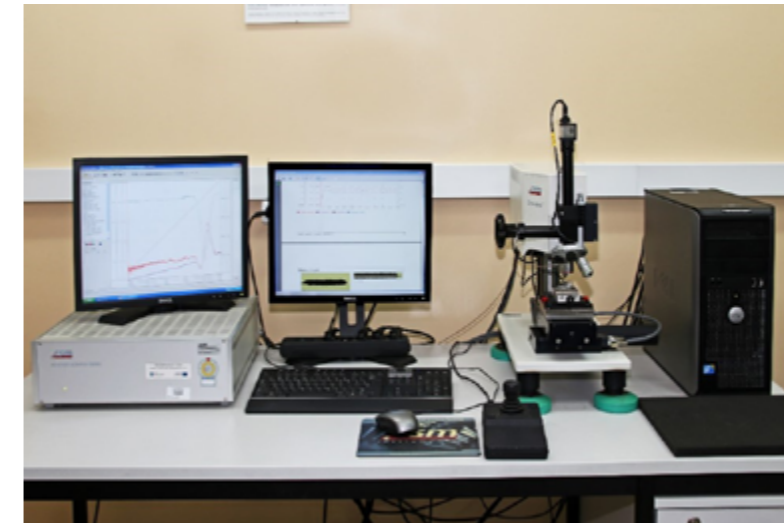
- badanie odporności na zarysowanie (scratch test)
- analiza adhezji i kohezji materiałów

Dostępna aparatura

- Scratch Tester Revetest RST (CSM Instruments)

Badania na zgodność z normami

- ASTM C1624
- ISO 20502
- PN-EN ISO 1071



Badania odporności na zarysowanie (scratch test)

Urządzenie Scratch Tester Revetest RST jest systemem pozwalającym na badania przyczepności, adhezji i odporności na zarysowanie materiałów lub powłok. System umożliwia również przeprowadzanie pomiaru twardości Vickersa oraz stosowanie trybu tribologicznego (badania odporności na zużycie) w ruchu liniowym, posuwisto-zwrotnym. Pomiar odbywa się poprzez przeciąganie diamentowego wgłębnika po powierzchni próbki z zadaniem stałym lub zmiennym obciążeniem, prowadząc do zarysowania materiału, rozwarstwienia lub zerwania powłoki. Siła nacisku jest kontrolowana w sposób ciągły pętlą sprzężenia zwrotnego, co pozwala badać również powierzchnie zakrzywione, pochyłe lub chropowate. Uzyskane charakterystyki wraz z analizą powstałej rysy przy pomocy zintegrowanego mikroskopu optycznego są źródłem informacji o charakterze zużycia badanej warstwy. Revetest służy do wykonywania zarysowań z wykorzystaniem obciążeń od 1 do 200 N. Możliwa jest ocena siły tarcia, współczynnika tarcia, głębokości penetracji i emisji akustycznej.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa Laboratorium Badań Materiałowych

Stosowane metody i techniki

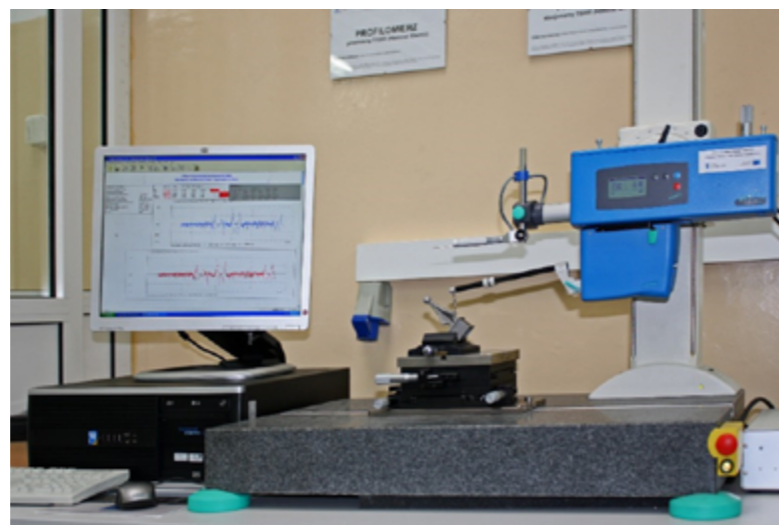
- ocena profilu chropowatości
- analiza struktury geometrycznej powierzchni

Dostępna aparatura

- profilomierz stacjonarny T8000
- profilomierz przenośny T1000

Badania na zgodność z normami

- IS 21920



Analiza struktury geometrycznej powierzchni (SGP)

Profilomierz T8000 firmy Hommel Etamic umożliwia ocenę: profilu chropowatości, struktury geometrycznej powierzchni, falistości i konturu. Badania można wykonać w układzie 2D i 3D. Do pomiarów topografii powierzchni wykorzystywany jest zestaw wyposażony w stół CNC umożliwiający sterowanie przemieszczania się badanego elementu w kierunku osi Y. Zebrane dane analizowane są w zaawansowanym programie HommelMapExpert 6.2. Przenośny profilomierz umożliwia ocenę chropowatości oraz falistości w mobilnych warunkach.

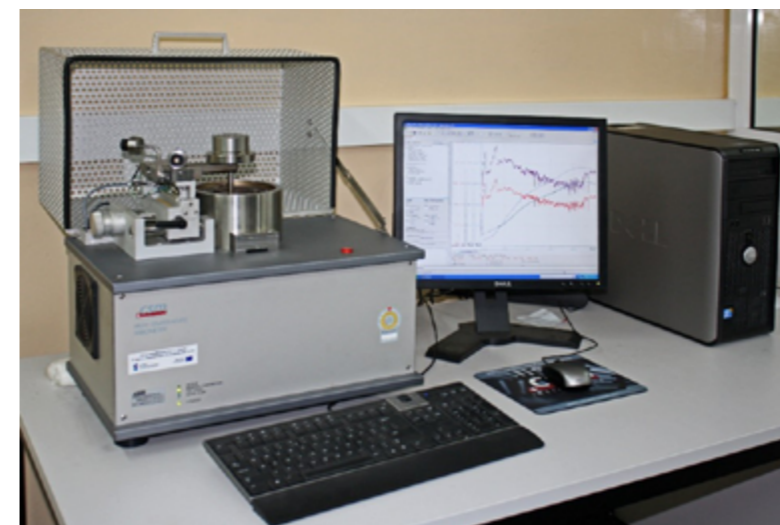
Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa Laboratorium Badań Materiałowych

Stosowane metody i techniki

- wyznaczenie współczynnika tarcia, zużycia ściernego powierzchni trących metodą Pin on Disk oraz Ball on Disk

Dostępna aparatura

- tribometr wysokotemperaturowy THT (CSM Instruments)



Tribometr wysokotemperaturowy THT

Urządzenie umożliwia badania odporności na zużycie ścierne w warunkach tarcia suchego i ze smarowaniem w temperaturze otoczenia i w temperaturze do 800oC. Istnieje możliwość określenia współczynnika tarcia.

Katedra Odlewnictwa i Spawalnictwa

Laboratorium Badań Materiałowych

Stosowane metody i techniki

- badanie intensywności zużycia ściernego
- wyznaczenie współczynnika tarcia

Dostępna aparatura

- profilomierz stacjonarny T8000
- profilomierz przenośny T1000

Badania na zgodność z normami

- badanie intensywności zużycia ściernego
- wyznaczenie współczynnika tarcia



Urządzenie do badania zużycia ściernego

Dwustanowiskowe urządzenie umożliwiające badania intensywności zużycia ściernego oraz wyznaczenie współczynnika tarcia. Badania mogą być realizowane przy zastosowaniu różnych wartości prędkości liniowej oraz obciążenia.

Katedra Pojazdów Samochodowych i Inżynierii Transportu



Badanie i diagnostyka aparatury wtryskowej silników spalinowych

W zakres badania aparatury wtryskowej wchodzi:

- badanie i diagnostyka pomp wysokiego ciśnienia smarowanych olejem napędowym (CP1, CP1H, CP3) oraz ich osprzętu,
- badanie i diagnostyka wtryskiwaczy elektromagnetycznych i piezoelektrycznych układów zasobnikowych,
- badanie i diagnostyka rozdzielaczy i rządowych pomp wtryskowych oraz wtryskiwaczy,
- badanie i diagnostyka wtryskiwaczy benzynowych systemów wtrysku pośredniego i bezpośredniego w tym piezoelektrycznych.

Diagnostyka podzespołów aparatury wtryskowej oleju napędowego odbywa się zgodnie z procedurami ich producentów, w głównej mierze firmy Bosch, ale jest także możliwość badania podzespołów innych firm. Dzięki wyposażeniu stanowiska o dodatkowy system hydrauliczny badania podzespołów aparatury wtryskowej silników o zapłonie samoczynnym mogą być prowadzone także na oleju napędowym oraz paliwach alternatywnych typu mieszaniny oleju napędowego z etanolem, olejem rzepakowym czy innymi dodatkami. Badania wtryskiwaczy benzyny realizowane są przez pomiar dawki, a w przypadku wtryskiwaczy wtrysku bezpośredniego może być realizowany pomiar opóźnienia wzniosu iglicy (czasu reakcji), a w przypadku wtryskiwaczy piezo może być przeprowadzona rewitalizacja stosu piezo.

Stosowane metody i techniki

procedury diagnostyczne producenta

- pomiar wydatku i przelewu w różnych warunkach pracy układu wtryskowego:
- czas wtrysku: 130 - 3000 us,
- ciśnienie wtrysku: 0 -180 MPa, prędkość obrotowa: 50 - 4000 obr/min.

Dostępna aparatura

stanowisko probiercze Bosch EPS-815 wyposażone w:

- elektroniczny pomiar dawki KMA-822,
- moduł do badania pomp wysokiego ciśnienia CRS-845
- moduł do badania wtryskiwaczy CRI-846

stanowisko badawcze wtryskiwaczy benzyny wyposażone w:

- tester wtryskiwaczy niskociśnieniowych Carbon Zapp GS4.20,
- tester wtryskiwaczy wysokociśnieniowych Carbon Zapp GDR1,
- myjkę ultradźwiękową UB-15.

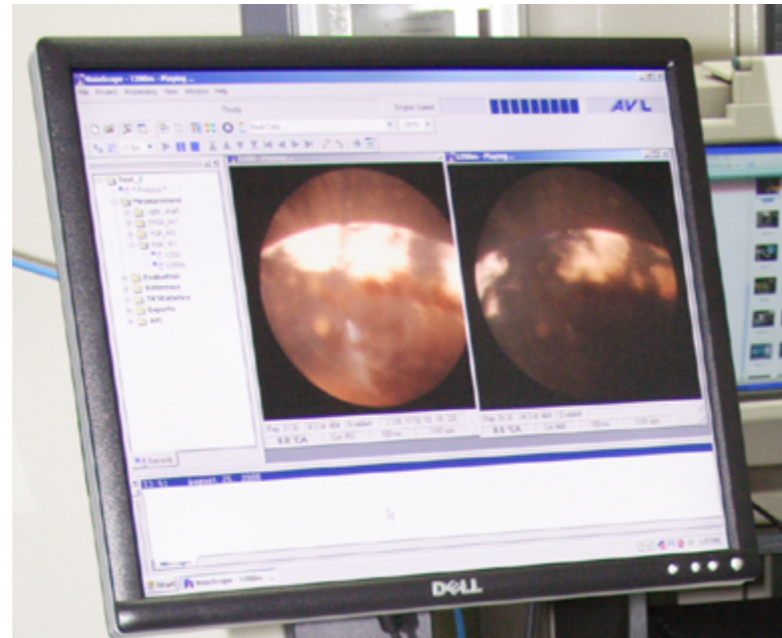
Katedra Pojazdów Samochodowych i Inżynierii Transportu

Stosowane metody i techniki

- fotografia poklatkowa zjawiska w kolejnych cyklach badanego procesu
- rejestracja i analiza szybkozmiennych przebiegów: prądu wtryskiwacza, napięcia wtryskiwacza, ciśnień w przewodzie wtryskowym, ciśnienia w zasobniku, ciśnienia w kolektorze dolotowym

Dostępna aparatura

- AVL Visioscope
- AVL Indimodul 621
- stanowisko pomiarowe do badań rozwoju strugi paliwa
- wzmacniacz AVL MICROIFEM 3 do czujników ciśnienia
- tory pomiarowe ciśnienia firmy Kistler
- wzmacniacze prądowe do czujników wzniosu AVL 3076 A01
- tor pomiarowy wzniosu iglicy wtryskiwacza elektromagnetycznego firmy Wolff.



Badanie wizualizacyjne procesów szybkozmiennych silników spalinowych

Oferta obejmuje badania procesów szybkozmiennych zachodzących w komorze spalania silnika, procesów wtrysku paliwa, pracy zaworów itp. Wymienione procesy, jeżeli same nie generują światła mogą być rejestrowane dzięki zastosowaniu modułu światła, który za pomocą światłowodów doświetla te procesy. Rejestracja procesu polega na fotografii poklatkowej, co daje możliwość rejestracji z dużą rozdzielczością i uśrednieniem przebiegu procesu (filmowanych jest wiele przebiegów z określonym przesunięciem kątowym w każdym cyklu). W przypadku filmowania procesu spalania, dzięki modułowi termowizji możliwa jest, dla silników o zapłonie samoczynnym, analiza temperaturowa zachodzących procesów. Ponadto, dzięki dodatkowym modułom możliwa jest rejestracja także innych parametrów (maksymalnie 16) takich jak:

- ciśnienie w komorze spalania,
- ciśnienia w różnych punktach układu wtryskowego,
- wznios iglicy wtryskiwacza (dla wybranych modeli),
- wzniosy zaworów,
- sygnały sterujące pracą układu wtryskowego.

Katedra Pojazdów Samochodowych i Inżynierii Transportu



Badanie parametrów operacyjnych i ekologicznych silników spalinowych

Oferta obejmuje badania parametrów operacyjnych i ekologicznych silników spalinowych o mocy do 220 kW i prędkości obrotowej do 9500 obr/min. Podstawowe pomiary obejmują takie parametry silnika jak:

- prędkość obrotowa,
- moment obrotowy,
- godzinowe zużycie paliwa,
- temperatura spalin,
- parametry zasysanego powietrza (temperatura, ciśnienie oraz wilgotność).

W zakresie parametrów ekologicznych badania obejmują pomiary stężenia w spalinach:

- tlenków azotu (NOx),
- tlenku węgla (CO),
- węglowodorów (HC),
- dwutlenku węgla (CO2),
- tlenu (O2),
- sadzy.

Stosowane metody i techniki

- pomiar parametrów i wykonanie:
- charakterystyki zewnętrznej,
 - charakterystyk obciążeniowych,
 - charakterystyki granicy dymienia,
 - charakterystyki ogólnej.

Dostępna aparatura

- hamulec Dynas2 220 kW
- miernica zużycia paliwa AVL 735S
- system pomiaru masowego natężenia przepływu paliwa: ABB Sensyflow P-Tube,
- system analizy spalin z separatorem cząstek stałych i analizatorami HC i NOx Pierburg PTP-2000,
- analizator spalin trójkanałowy Signal Group Multi Gas Analyser,
- system do pomiaru stężenia sadzy w rozcieńczonych spalinach AVL Micro Soot Sensor 483.

Katedra Pojazdów Samochodowych i Inżynierii Transportu

Stosowane metody i techniki

- Badania w różnych warunkach otoczenia.
- Badanie reakcji kierowcy na uszkodzenie zespołów pojazdu.
- Badania na różnych typach pojazdów.
- Badania wpływu środków odurzających (alkohol, narkotyki) na zdolność prowadzenia pojazdu (z wykorzystaniem algokogli).

Dostępna aparatura

- Symulator jazdy samochodem ciężarowym AS 1600
- Alkogogle: model A dzienny (zakres 0,4-0,6 promila); model B dzienny (zakres 0,8-1,5 promila); model nocny (zakres 0,6-0,8 promila); model nocny (zakres 1-1,7 promila) oraz model NARKOgogle.



Badania kierowców samochodów ciężarowych

Symulator jazdy samochodem ciężarowym AS 1600 z platformą ruchową o 6 stopniach swobody umożliwia symulację jazdy w różnych porach dnia, w różnych warunkach drogowych (przy różnym natężeniu ruchu, drogach w mieście na autostradach i terenie górskim) i pogodowych (deszcz, śnieg, mgła, wiatr). Badanie reakcji kierowcy na uszkodzenie zespołów pojazdu (uszkodzenia układu hamulcowego, przebicie opony), nagłe wtargnięcie pieszego, zachowanie innych uczestników ruchu drogowego. Badania mogą być prowadzone na różnych typach pojazdów (samochód osobowy, furgon, ciągnik siodłowy z naczepą, ciągnik siodłowy z cysterną, samochód ciężarowy z przyczepą). Istnieje możliwość badania wpływu środków odurzających (alkohol, narkotyki) na zdolność prowadzenia pojazdu (z wykorzystaniem algokogli). Kabina pojazdu marki SCANIA CP 14 zamontowana jest na platformie z 6 siłownikami umożliwiającymi uzyskanie 6 stopni swobody pojazdu. Symulator jest wyposażony w:

- system audio zapewniający dźwięk przestrzenny w kabinie pojazdu,
- system zapewniający drgania kabiny zgodnie z prędkością obrotową silnika.,
- intercom do porozumiewania się kierowcy z osobą obsługującą,
- system trzech projektorów z ekranami do wyświetlania otoczenia pojazdu,
- ekrany emitujące lusterka pojazdu (4 szt.)

Katedra Pojazdów Samochodowych i Inżynierii Transportu



Badania parametrów paliw i środków smarnych

Oferta badawcza obejmuje prace związane z oznaczaniem parametrów fizykochemicznych i jakościowych paliw ciekłych oraz środków smarnych stosowanych w spalinowych napędach środków transportu. Większość realizowanych prac skupia się wokół paliw alternatywnych oraz mieszanin paliw alternatywnych i konwencjonalnych. W badaniach, poza paliwami konwencjonalnymi, takimi jak benzyna silnikowa czy olej napędowy, wykorzystywane są paliwa pochodzenia roślinnego, zwłaszcza oleje roślinne oraz FAME. Szereg prac dotyczy również możliwości wykorzystania organicznych związków tlenowych, jako dodatków do paliw konwencjonalnych, zwłaszcza oleju napędowego. Uzyskiwane w laboratorium wyniki są wykorzystywane podczas prac badawczych dotyczących funkcjonowania układów wtryskowych paliwa oraz przebiegów procesów roboczych tłokowych silników spalinowych. Realizowane w ramach prac badawczych pomiary, są wykonywane zgodnie z procedurami normatywnymi lub w oparciu o programy niestandardowe. Modyfikacje procedur pomiarowych wykonywane są w szczególności podczas badań ukierunkowanych na paliwa alternatywne i obejmują:

- pomiary pochodnej liczby cetanowej (DCN), okresu opóźnienia zapłonu i spalania w komorze spalania o stałej objętości,
- pomiary smerności paliw w podwyższonych temperaturach z cyfrową rejestracją śladu zużycia kulki testowej (metoda HFRR),
- pomiary lepkości w niskich temperaturach,
- pomiary prężności par paliwa,
- analizy składu frakcyjnego paliw,
- badania smerności paliw metodą czterokulową.

Stosowane metody i techniki

- komora spalania o stałej objętości
- destylacja atmosferyczna
- kapilary Ubbelohde
- metoda oscylacyjna
- metoda HFRR
- metoda czterokulowa
- spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera
- tygiel zamknięty Pensky'ego Martensa
- metoda Reida
- metoda kulometryczna Karla Fischera

Dostępna aparatura

- OPTIDIST
- HVU 482
- DMA 4500
- HVP 972
- HFP 339
- FPP 5Gs
- IKA C 5000
- TD PPA
- HFRR (PCS)
- T-02U
- MultiTek
- AquaMAX KF
- CID 510

Katedra Pojazdów Samochodowych i Inżynierii Transportu

Stosowane metody i techniki

- Badania realizowane w warunkach drogowych lub cykli jezdnych NEDC, WLTC oraz innych zdefiniowanych przez użytkownika.
- Zakres temperatur w komorze klimatycznej: od -20°C do +30°C,
- Nominalna moc hamulca: 150 kW;
- Średnica rolki: 1219 mm,
- Maksymalne obciążenie osi: 2000 kg,
- Prędkość maksymalna: 200 km/h,
- Zakres symulowanej masy testowej: od 454 kg do 2722 kg,
- Nominalna siła napędowa: 5870 N.

Dostępna aparatura

- Rolkowe stanowisko dynamometryczne AVL-Zöllner o mocy 150 kW wyposażone w:
- system poboru i rozcieńczania spalin AVL CVS i60,
- system analizy spalin AVL AMA i60,
- system automatyzacji prób i pomiarów AVL iGEM.
- Mobilny analizator spalin HORIBA OBS-2200 wyposażony w:
- Analizator CO - NDIR, zakres 0-10%,
- Analizator CO2 - NDIR, zakres 0-10%,
- Analizator THC - FID, zakres 0-10000 ppm,
- Analizator NOx - CLD, zakres 0-3000 ppm, Częstotliwość próbkowania - 0,1-1 Hz.
- Analizator mocy Hioki 3390 z sondami cęgowymi CT6843A 200A/700kHz AC/DC i CT6844A 500A/500kHz AC/DC



Badania samochodów w zakresie emisji zanieczyszczeń w spalinach silnikowych i zużycia energii

W zakres badań emisji zanieczyszczeń i zużycia energii wchodzi:

- stanowiskowe pomiary emisji zanieczyszczeń gazowych w cyklach jezdnych, w różnych temperaturach otoczenia w zakresie od -20°C do +30°C,
- pomiary emisji zanieczyszczeń gazowych przez silnik spalinowy samochodu w warunkach drogowych (RDE),
- mocy na kołach i mocy silnika według metody statycznej i dynamicznej,
- pomiary zużycia paliwa (energii) w cyklach jezdnych,
- pomiary zużycia energii i zasięgu przez samochody z napędem elektrycznym według procedury WLTP.

Oferta obejmuje badania emisji zanieczyszczeń gazowych (CO₂, CO, NO_x, THC, CH₄) w spalinach silników spalinowych samochodów w warunkach laboratoryjnych na hamowni podwoziowej, pomiary emisji zanieczyszczeń gazowych (CO₂, CO, NO_x, THC) w warunkach drogowych oraz pomiary zużycia energii i zasięgu samochodów z napędem elektrycznym. Badania stanowiskowe realizowane są na rolkowym stanowisku dynamometrycznym AVL-Zöllner o mocy 150 kW. Możliwa jest realizacja testów jezdnych wg procedur WLTP, NEDC, FTP, Japan, włączając próby rozruchu w niskich temperaturach otoczenia do -20°C.

Katedra Przeróbki Plastycznej



Analiza możliwości recyklingu materiałów polimerowych

Określanie możliwości i analiza recyklingu materiałów polimerowych termoplastycznych począwszy od wytworzenia materiału w procesie wytłaczania, jego granulację, suszenie, następnie formowania wtryskowego, mielenia otrzymanych wyrobów oraz ponownego przetworzenia w procesie wytłaczania lub formowania wtryskowego.

Przyjęta procedura umożliwi uytylitarne określenie możliwości wytwarzania, pierwotnego formowania wyrobów oraz recyklingu materiałów polimerowych termoplastycznych.

Stosowane metody i techniki

- wytłaczanie
- granulowanie
- suszenie
- formowanie wtryskowe
- mielenie

Dostępna aparatura

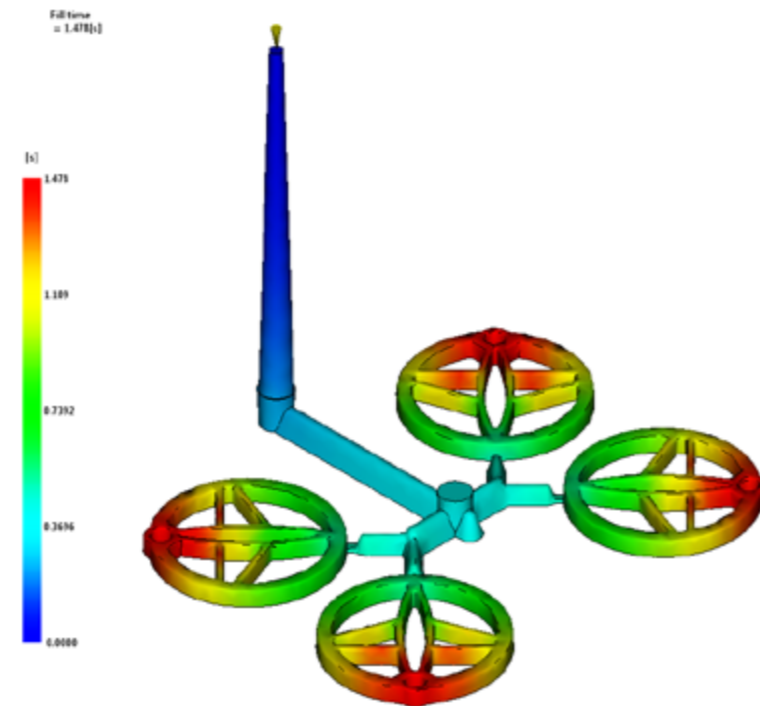
- Wtryskarka Boy 55E
- Wytłaczarka jednoślismakowa ZAMAK EHP-25E
- Wytłaczarka dwuślismakowa ZAMAK RES-2P12A Explorer
- Granulator G 13/32
- Młyn do tworzyw sztucznych WANNER C17.26sv
- Suszarka próżniowa DZ-2BC

Stosowane metody i techniki

- analiza numeryczna w zakresie technik obliczeniowych: Midplane, Dual Domain, 3D

Dostępna aparatura

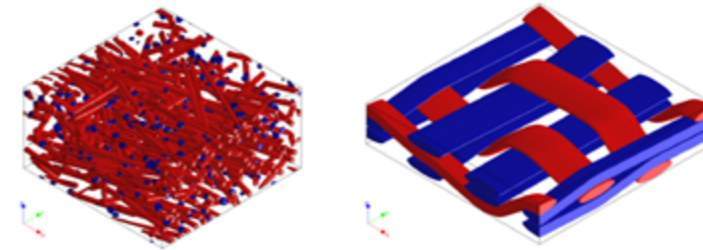
- Oprogramowanie MES: Ansys, Abaqus, Autodesk Moldflow Insight, Moldex 3D



Analiza numeryczna procesów technologicznych przetwórstwa tworzyw polimerowych

Przeprowadzanie analiz numerycznych procesów formowania tworzyw polimerowych w zamkniętych formach (m.in. formowania wtryskowego - w tym wtrysk: z gazem, ze spienieniem oraz wielokomponentowy, technologia RIM, obrys układow elektronicznych, technologia formowania kompozytów ze zbrojeniem włóknistym) z użyciem programów CAE.

Możliwość wykonania złożonych analiz wytrzymałościowych wyrobów z materiałów polimerowych oraz kompozytów z napełniaczami włóknistymi (krótkimi i długimi).



Prognozowanie właściwości mechanicznych materiałów polimerowych z napełniaczami

Wyznaczanie właściwości polimerowych materiałów kompozytowych jeszcze do niedawna wymagało wyłącznie przeprowadzenia odpowiednich eksperymentów dla istniejącego już materiału, bądź stosowania metod analitycznych, często posiadających liczne ograniczenia i dostarczających wyniki obarczone dużym błędem. Od niedawna opracowywano i rozwijano komputerowe techniki umożliwiające prognozowanie cech mikrostruktury determinujących właściwości mechaniczne kompozytów m.in. z użyciem metod homogenizacji.

Obliczenia z użyciem metod homogenizacji mogą znacząco zmniejszyć liczbę czasochłonnnych i kosztownych eksperymentów badanego materiału.

Stosowane metody i techniki

- Metody prognozowania właściwości materiałów polimerowych z napełniaczem z użyciem modeli: Mori-Tanaka, Double Inclusion

Dostępna aparatura

- Oprogramowanie DIGIMAT

Stosowane metody i techniki

- Interpolacja wyników badań za pomocą m.in.: prawa potęgowe Ostwalda-deWaele, Cross, równania Carreau-Yasudy itp. z uwzględnieniem poprawek Bagleya i Rabinowitscha, oraz współczynnika temperaturowego Arrheniusa
- pomiar lepkości on-line podczas procesu wtryskiwania
- pomiar lepkości bezpośrednio w procesie wytłaczania

Dostępna aparatura

- Reometr kapilarny (Instron Ceast Smart Rheo 2000)
- System Priamus
- Ekstruzjometr do tworzyw sztucznych ZAMAK EHP-25E

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 11443
- ASTM D3835



Wyznaczanie właściwości reologicznych tworzyw polimerowych

Realizacja testów reologicznych zgodnie z ISO 11443, ASTM D3835 i równoważnych za pomocą reometru kapilarnego:

- pomiary charakterystyki płynięcia i lepkości tworzyw sztucznych,
- ocena lepkości i sprężystości polimerów w stanie plastycznym,
- komputerowa rejestracja danych oraz analiza danych umożliwiającą interpolację wyników badań za pomocą m.in.: prawa potęgowe Ostwalda-deWaele, Cross, równania Carreau-Yasudy itp. z uwzględnieniem poprawek Bagleya i Rabinowitscha, oraz współczynnika temperaturowego Arrheniusa w zakresie warunków pracy: temperatura: (60 do 400)°C, prędkości ścinania: 0,5 do 11500 s⁻¹, maksymalny nacisk tłoka 20 kN, możliwość wykonywania testów przy stałej prędkości przesuwu tłoka oraz stałej prędkości ścinania oraz wyznaczania charakterystyki pVt.

Wyznaczenie krzywej lepkości tworzyw w trybie on-line podczas procesu wtryskiwania za pomocą systemu PRIAMUS,

Wyznaczanie krzywej lepkości w trybie on-line podczas wytłaczania za pomocą ekstruzjometru.



Stosowane metody i techniki

- Badania kalorymetryczne w zakresie temperatury: -90 - 550°C (możliwość badań tworzyw o ujemnej temperaturze zeszklenia)

Dostępna aparatura

- Kalorymetr skaningowy DSC (TA Instruments Q-2000)

Badania właściwości cieplnych tworzyw sztucznych

Możliwości badawcze:

- oznaczanie przemian fazowych występujących w tworzywach, w tym: zeszklenia, topnienia, krystalizacji, sieciowania, początku rozkładu,
- identyfikacja rodzaju tworzywa i dodatków na podstawie temperatury topnienia,
- oznaczenie stopnia krystaliczności i stopnia usieciowania,
- wyznaczanie właściwości w opcji modulowane DSC.

Stosowane metody i techniki

- metoda Brinella
- metoda Rockwella (dla skali, L, M, P)
- metoda Shore'a (dla skali A i D)

Dostępna aparatura

- Twardościomierz Zwick 3106

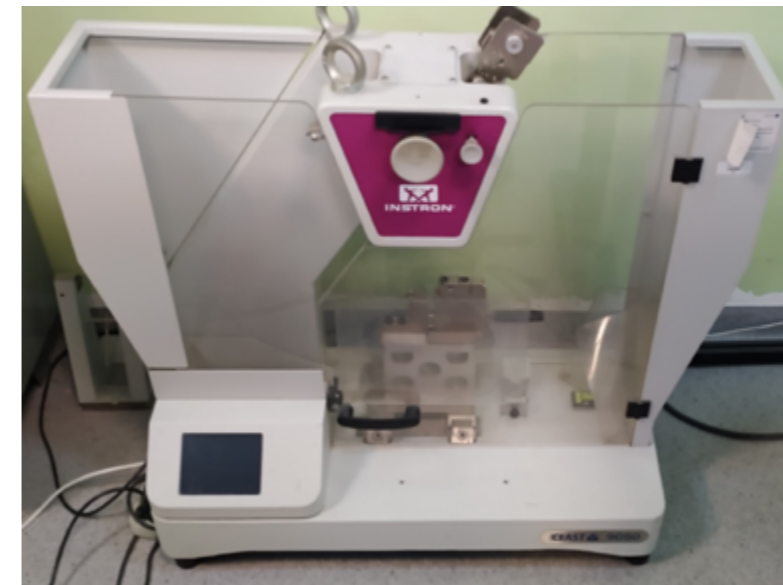
Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 2039-1



Pomiar twardości tworzyw i kompozytów polimerowych

Oferta badawcza obejmuje wyznaczenie twardości tworzyw i kompozytów polimerowych zgodnie z DIN ISO 2039-1 (metoda Brinella), realizację pomiarów sposobem Rockwella- (dla skali, L, M, P) oraz wyznaczenie twardości wg metody Shore'a (skala A i skala D). Urządzenia pomiarowe zapewniają między innymi cyfrowy odczyt wyników oraz umożliwiają obróbkę statystyczną serii wyników.



Pomiary udarności/wytrzymałości na rozciąganie tworzyw sztucznych

Realizację testów udarnościowych wg metody Charpy'ego oraz rozciągania udarowego wg Izoda:

- zakres energii zniszczenia: 0,5 - 5,5 J,
- rozdzielczość czujnika położenia: min. 0,075 stopnia,
- możliwość zapisania w pamięci wewnętrznej młota wyników – do 100 pomiarów.

Stosowane metody i techniki

- próba udarności wg metody Charpy'ego oraz rozciągania udarowego wg Izoda

Dostępna aparatura

- Młot wahadłowy Ceast 9050

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 8256

Stosowane metody i techniki

- próba statyczna rozciągania
- próba ściskania
- próba zginania

Dostępna aparatura

- Maszyna wytrzymałościowa Zwick/Roell Z030
- Maszyna wytrzymałościowa Zwick/Roell Z100
- Komora cieplna

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 6892-1
- PN-EN ISO 10113
- DIN 50106
- PN-EN ISO 527-1
- PN-EN ISO 604
- PN-EN ISO 178
- ASTM D 3039
- ASTM D 3518



Badania właściwości mechanicznych materiałów

Wyznaczanie właściwości mechanicznych metali oraz tworzyw sztucznych termoplastycznych, termoutwardzalnych i kompozytów w próbach jednoosiowego rozciągania, ściskania oraz zginania. Badania prowadzone są w zakresie temperatury: -80 - 270 °C. Wyznaczane wielkości w próbie statycznej rozciągania:

- moduł sprężystości wzdłużnej,
- granica plastyczności,
- wytrzymałość na rozciąganie,
- wydłużenie względne,
- współczynnik Poisson 'a,
- współczynnik anizotropii plastycznej wyrobów płaskich (blach i taśm).

Wyznaczane wielkości w próbie ściskania:

- moduł sprężystości wzdłużnej, granica plastyczności,
- wytrzymałość na ściskanie,
- skrócenie względne.

Wyznaczane wielkości w próbie zginania:

- moduł sprężystości wzdłużnej/moduł zginający,
- wytrzymałość na zginanie,
- naprężenie zginające przy zniszczeniu,
- ugięcie przy zniszczeniu.



Badania wpływu czynników atmosferycznych na właściwości tworzyw sztucznych

Badania wpływu czynników atmosferycznych (światło lampy ksenonowej w zakresie światła widzialnego, podwyższona temperatura, deszcz) na właściwości tworzyw polimerowych.

Badania w zakresie zdefiniowanym przez zamawiającego poprzedzone są ekspozycją próbek badawczych w komorze starzeniowej wyposażonej w:

- mikroprocesorowy kontroler, programowanie i automatyczną kontrolę natężenia promieniowania i temperatury powierzchniowej czarnego wzorca,
- źródło światła: chłodzony powietrzem palnik ksenonowy o mocy min.
- 2200 W,
- łączną powierzchnię przeznaczoną na próbki: ok. 1000 cm²,

Układ rejestracji danych zapewnia:

- ciągłą regulację natężenia światła w zakresie widmowym 300-800 nm,
- pomiar i kontrolę natężenia światła,
- pomiar i wyświetlanie temperatury powietrza w komorze roboczej.

Wyposażenie komory:

- filtr światła umożliwiający symulację warunków eksploatacji na zewnątrz pomieszczeń,
- filtr światła umożliwiający symulację naturalnego światła słońca,
- filtr światła do symulacji światła zza szyby okiennej,
- oprogramowanie do rejestracji i archiwizacji danych,
- miernik natężenia promieniowania w zakresie 300-800 nm.

Stosowane metody i techniki

- Badania wpływu oddziaływania czynników atmosferycznych (światło, podwyższona temperatura, deszcz) na powierzchnię materiałów polimerowych.

Dostępna aparatura

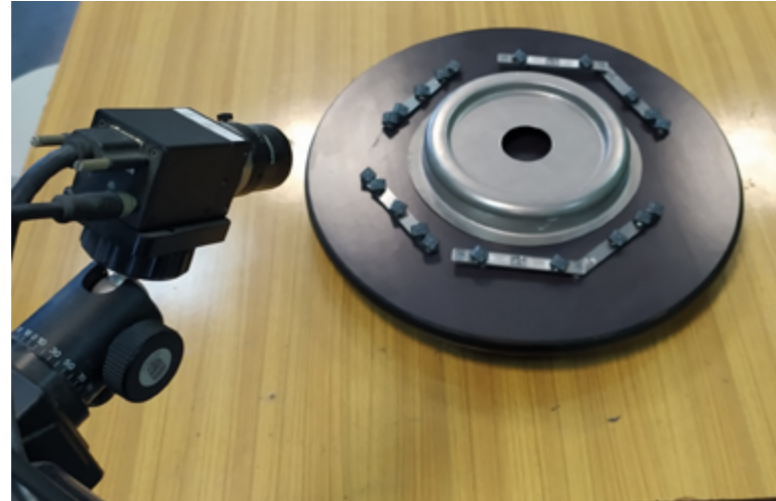
- Komora do przyspieszonych badań starzeniowych (Q-SUN Xe-1-S) do tworzyw sztucznych z wyposażeniem

Stosowane metody i techniki

- metrologia optyczna 3D

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 12004



Wyznaczanie krzywych odkształcalności granicznej (KOG) metali i stopów oraz ocena odkształceń blach w procesach kształtowania plastycznego

System analizy formowania ARGUS wspiera optymalizację procesu formowania blach, uwzględniając prawidłowy dobór materiału i optymalizację narzędzi. System pozwala na wykrywanie krytycznych obszarów odkształceń, rozwiązywanie złożonych problemów formowania, optymalizację procesów formowania, weryfikację narzędzi oraz weryfikację i optymalizację symulacji numerycznych. Oferta badawcza obejmuje:

- wyznaczenie krzywych odkształceń granicznych blach (KOG),
- wyznaczenie odkształceń związanych z procesami kształtowania plastycznego blach,
- weryfikację wyników analiz numerycznych w zakresie przewidywania wartości odkształceń plastycznych.
- wykrywanie krytycznych obszarów odkształceń, rozwiązywanie złożonych problemów formowania,
- optymalizację procesu tłoczenia, weryfikację narzędzi.



Pomiary sił i drgań w trakcie realizacji procesów

Pomiary sił i drgań w trakcie realizacji procesów frezowania i niekonwencjonalnych metod przeróbki plastycznej np. zgrzewanie tarciove (FSW – friction stir welding), formowanie przyrostowe (ISF – incremental sheet forming). Pomiary sił i drgań w trakcie realizacji procesów na frezarce CNC Makino PS95 za pomocą siłomierza trzyosiowego Kistler, czujników drgań IMI, systemu akwizycji danych National Instruments z oprogramowaniem Signal Express i/lub Lab View.

Stosowane metody i techniki

- Pomiary sił za pomocą czujników piezometrycznych
- Pomiary drgań

Dostępna aparatura

- frezarka CNC Makino PS95
- Siłomierz Kistler
- czujniki drgań IMI
- system akwizycji danych DAQ National Instruments
- oprogramowanie NI Signal Express, Ni Lab View

Stosowane metody i techniki

- mikroskopia świetlna

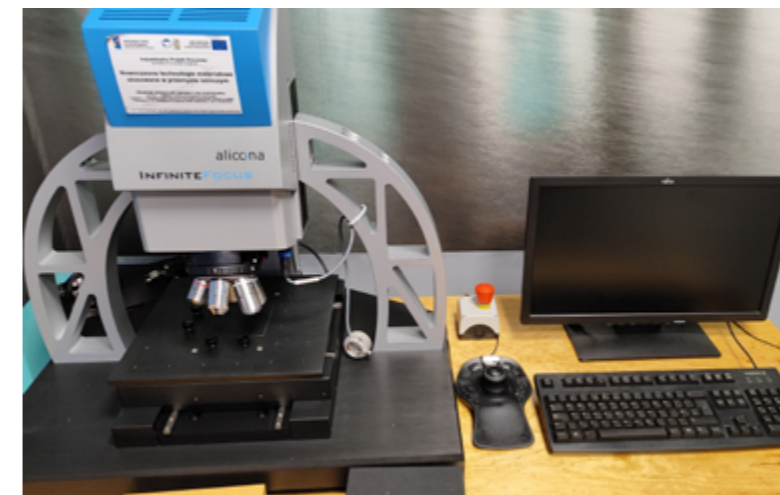
Dostępna aparatura

- piła Struers Labotom
- prasa do inkludowania próbek na gorąco Struers Citopress
- zestaw narzędzi i materiałów do inkludowania próbek na zimno
- szlifierko-polerka Struers Tegramin
- polerka elektrolityczna ATM Kristall 680
- mikroskop metalograficzny Leica DMI8c



Badania metalograficzne materiałów metalicznych

Możliwość przygotowywania złądów metalograficznych - inkludowanych na zimno lub gorąco - metodami szlifowania i polerowania mechanicznego bądź szlifowania mechanicznego i polerowania/trawienia elektrolitycznego. Obserwacje makro- i mikrostruktury prowadzone są przy pomocy mikroskopu metalograficznego - w jasnym i ciemnym polu oraz w świetle spolaryzowanym – wyposażonego w system cyfrowej rejestracji i analizy obrazów (pomiar rozmiaru ziarn metodami siecznych oraz planimetryczną).



Pomiar struktury geometrycznej powierzchni

Pomiar wykonywany jest przy wykorzystaniu mikroskopu Alicona InfiniteFocus G4, który wykorzystuje technikę różnicowania ogniskowego. Pozwala na wykonywanie modeli powierzchniowych 3D, a następnie ich obróbkę i pomiary wielkości geometrycznych, pomiary struktury geometrycznej powierzchni (pomiary chropowatości 2D i 3D) na powierzchniach kształtowych, pomiary różnicowe (np. badania zużycia) oraz pomiary ostrzy narzędzi skrawających. Możliwość wykonywania pomiarów chropowatości i falistości powierzchni w formie mobilnej - z zastosowaniem profilografometru bezprzewodowego.

Stosowane metody i techniki

- pomiar stykowy
- pomiar bezstykowy (optyczny)

Dostępna aparatura

- mikroskop Alicona InfiniteFocus G4
- profilografometr Mahr Marsurf M400

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 4288

Stosowane metody i techniki

- pomiar twardości metodą Vickersa
- pomiar twardości metodą Rockwella
- pomiar twardości metodą Brinella

Dostępna aparatura

- mikrotwardościomierz Vickers'a Innovatest Falcon 400

Badania na zgodność z numerami norm

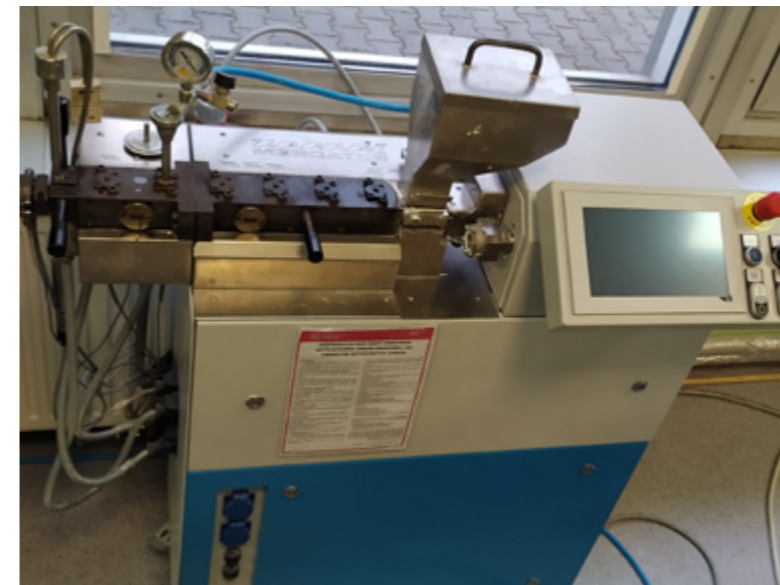
- ISO 6507



Pomiary twardości

Przygotowanie próbek oraz pomiary twardości wykorzystując metodę sposobem Vickersa przy użyciu twardościomierza Innovatest Falcon 400 w zakresie HV0,01 ÷ HV1 zgodnie z normą ISO 6507 oraz zapis danych w formie cyfrowej.

Pomiary twardości metodami Brinella i Rockwella przy pomocy konwencjonalnego twardościomierza.



Wytwarzanie materiałów polimerowych, w tym kompozytowych z naturalnymi napełniaczami

Oferta obejmuje możliwość wytwarzania pilotażowych ilości materiałów polimerowych i kompozytów polimerowych z napełniaczami naturalnymi. Posiadane wyposażenie i znaczące doświadczenie pozwala otrzymywać granulaty przeznaczone do procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych z polimeru oraz napełniaczy proszkowych lub włóknistych pochodzenia naturalnego. Granulaty wytwarzane są metodą wytłaczania za pomocą wytłaczarki jednoślismakowej lub dwuślismakowej wyposażonej w wannę chłodzącą, granulator oraz odciąg.

Stosowane metody i techniki

- wytłaczanie
- granulowanie

Dostępna aparatura

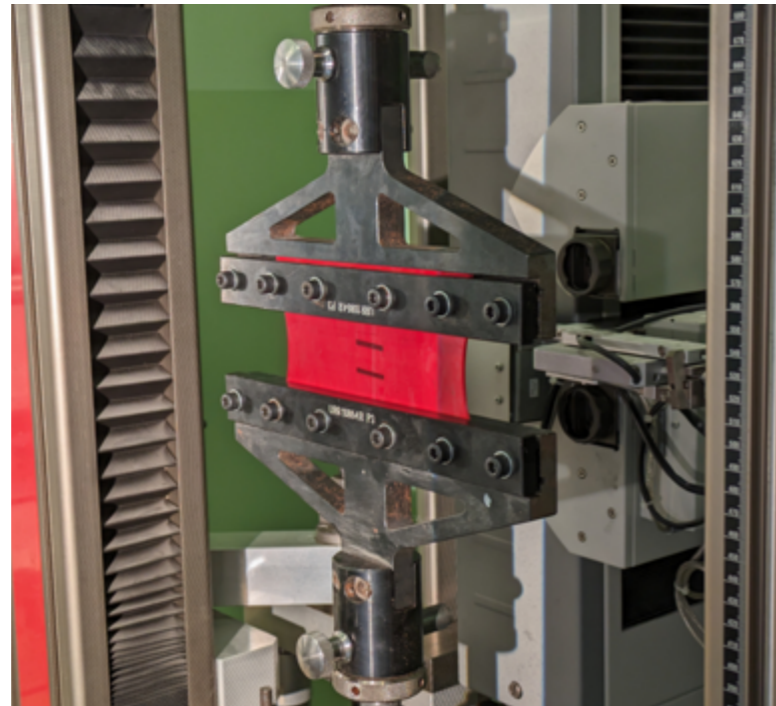
- Wytłaczarka jednoślismakowa ZAMAK EHP-25E
- Wytłaczarka dwuślismakowa ZAMAK RES-2P12A Explorer
- Granulator G 13/32

Stosowane metody i techniki

- próba jednoosiowego rozciągania
- próba rozciągania w płaskim stanie odkształcenia
- próba ścinania
- próba ściskania objętościowego

Dostępna aparatura

- Maszyna wytrzymałościowa Zwick/Roell Z030
- Wideoekstensometr do pomiaru odkształceń



Wyznaczanie właściwości elastomerów w badaniach cyklicznych

Wyznaczanie charakterystyk elastomerów w badaniach cyklicznych umożliwiających przygotowanie hipersprężystych modeli materiałowych do analiz numerycznych w warunkach bezstykowego pomiaru odkształcenia.

Realizowane próby:

- jednoosiowego rozciągania,
- rozciągania w płaskim stanie odkształcenia,
- ściskania objętościowego,
- ścinania.



Wyznaczanie wskaźników płynięcia MFR i MVR tworzyw sztucznych

Wyznaczanie wskaźników szybkości płynięcia materiałów polimerowych tj. masowego wskaźnika szybkości płynięcia (MFR) oraz objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia (MVR), wg norm: EN-ISO 1133, DIN ISO 11333, ASTM D1238, BS 2782 zakresie temperatury: +30oC-400oC

Parametry techniczne

Zakres temperatury pracy: 30oC - 400oC

Wymiary urządzenia: 540mm x 370mm x 475mm

Masa urządzenia: 50 kg

Pobór energii: 1000 W

Stosowane metody i techniki

- wyznaczanie masowego wskaźnika szybkości płynięcia (MFR)
- wyznaczanie objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia (MVR)

Dostępna aparatura

- Plastometr Ceast MFT 7024

Badania na zgodność z numerami norm

- EN-ISO 1133
- DIN ISO 11333
- ASTM D1238
- BS 2782

Stosowane metody i techniki

- konwencjonalna metoda wyciskania przeciwbieżnego
- konwencjonalna metoda wyciskania współbieżnego
- metoda KOBO

Dostępna aparatura

- prasa do wyciskania przeciwbieżnego o sile nacisku stempla 5 MN,
- prasa do wyciskania współbieżnego metodą KOBO o sile nacisku stempla 2,5 MN
- system do akwizycji danych QuantumX,
- kamera termowizyjna,
- pirometr laserowy.



Badania możliwości plastycznego kształtowania metali i stopów w procesach wyciskania

Możliwości badawcze:

- przeprowadzanie procesów wyciskania przeciwbieżnego (max. siła wyciskania – 5 MN) i współbieżnego metodą KOBO (max. siła wyciskania – 2,5 MN),
- realizacja procesów wyciskania w temperaturze pokojowej oraz podwyższonej do 500 °C,
- realizacja procesu wyciskania współbieżnego KOBO dla różnych nastaw kąta obrotu matrycy w zakresie 6 – 10 °,
- badania możliwości zastosowania procesu wyciskania współbieżnego KOBO jako niekonwencjonalnej metody recyklingu odpadów metalicznych,
- pomiar i rejestracja sił wyciskania w trakcie realizacji procesu wyciskania w funkcji czasu oraz drogi stempla,
- pomiar i rejestracja momentu skręcającego na oscylującej matrycy w metodzie KOBO,
- pomiar temperatury materiału na wyjściu z matrycy metodami bezstykowymi.



Stosowane metody i techniki

- próby udarności metodą spadającego ciężarka

Dostępna aparatura

- młot kolumnowy Instron Ceast 9440
- głowice pomiaru siły (45 kN, 90 kN)
- stojak do mocowania próbek z regulowaną wysokością
- bijak stożkowy z zakończeniem sferycznym 6,35 mm
- bijak z zakończeniem sferycznym o średnicy 16mm
- bijak płaski o średnicy 70 mm

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 6603,
- ASTM D7136/7136M
- Airbus AITM 1.0010
- EN 6038
- ISO 18352
- Boeing BSS 7260
- SACMA 2R-94

Pomiar udarności z użyciem młota opadowego

Możliwości badawcze:

- realizacja prób udarności różnych materiałów m.in. metali, tworzyw sztucznych i materiałów kompozytowych dla prędkości uderzenia w zakresie 0,77-4,65 m/s i energii potencjalnej w zakresie 0,3-405 J,
- realizacja badań wytrzymałości na rozciąganie udarowe, prób wytrzymałości na uderzenia Izoda i Charpy'ego,
- realizacja badań wytrzymałości na przebicie oraz przeprowadzenia znormalizowanej próby CAI (Compression After Impact)
- przeprowadzanie niekonwencjonalnych prób udarności elementów użytkowych,
- rejestracja danych eksperymentalnych (siła, przemieszczenie, energia)

Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji

Laboratorium Badań Tribologicznych

Stosowane metody i techniki

- badanie właściwości tribologicznych środków smarowych oraz badanie odporności na zużycie materiałów

Dostępna aparatura

- układ sterująco-pomiarowy
- węzeł badawczy

Badania na zgodność z numerami norm

- ASTM D 2981
- ASTM D 3704
- ASTM G 77
- ASTM D 2714

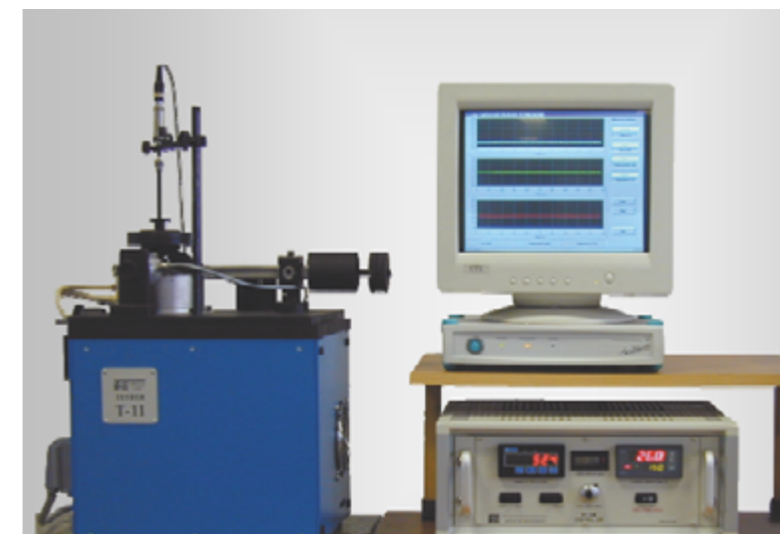


Urządzenie T-05

Urządzenie T-05 przeznaczone jest do badania właściwości tribologicznych środków smarowych takich jak smary stałe, oleje, smary plastyczne, a także odporności na zużycie materiałów używanych na ślizgowe elementy maszyn. Skojarzenie badawcze składa się z nieruchomej próbki (klocka), wykonanej z badanego materiału, dociskanej zadana siłą P do rolki obracającej się z zadana prędkością w jednym kierunku lub wykonującej ruch oscylacyjny (rewersyjny) z odpowiednią częstotliwością i amplitudą. Badany styk może być skoncentrowany (liniowy) lub rozłożony. Para trąca umieszczona jest wewnątrz zbiornika wyposażonego w element grzejny, co umożliwia podgrzanie badanego oleju do zadanej temperatury przed biegiem. Temperatura klocka jest mierzona za pomocą termopary, której końcówka pomiarowa umieszczona jest w specjalnym otworze. Urządzenie T-05 wyposażone jest w system pomiarowo-sterujący, w skład którego wchodzi: – zestaw przetworników pomiarowych, – sterownik, – cyfrowy wzmacniacz pomiarowy, – komputer z zainstalowanym specjalnym programem pomiarowo-rejestrującym. W czasie biegu badawczego mierzone są następujące wielkości, – siła tarcia, – sumaryczne zużycie liniowe elementów węzła tarcia, – temperatura klocka, – temperatura badanego oleju w zbiorniku, – prędkość obrotowa, – czas i liczba obrotów rolki (droga tarcia). Przebiegi mierzonych wartości wyświetlane są na bieżąco na ekranie monitora, a po zakończeniu biegu badawczego archiwizowane na dysku komputera. Silnik napędowy urządzenia jest automatycznie zatrzymywany po upływie zadanej czasu, albo po osiągnięciu zadanej drogi tarcia (liczby obrotów rolki). Po badaniach można wydrukować raport przedstawiający wykresy zmian poszczególnych wielkości w funkcji czasu.

Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji

Laboratorium Badań Tribologicznych



Urządzenie T-11

Urządzenie T-11 ze skojarzeniem trzpień-tarcza (lub kula-tarcza) przeznaczone jest do oceny właściwości tribologicznych środków smarowych oraz materiałów używanych na ślizgowe elementy maszyn pracujące w podwyższonej temperaturze. Za jego pomocą może być zbadana odporność na zużycie i współczynnik tarcia dowolnego skojarzenia materiałowego pracującego w ruchu ślizgowym, w zależności od obecności i rodzaju środka smarowego, temperatury otoczenia węzła tarcia, prędkości poślizgu, nacisków powierzchniowych, rodzaju gazu w komorze testowej i innych czynników. Urządzenie jest w szczególności przeznaczone do badań tribochemicznych w warunkach smarowania granicznego.

Stosowane metody i techniki

- urządzenie T-11 ze skojarzeniem trzpień-tarcza (lub kula-tarcza) przeznaczone jest do oceny właściwości tribologicznych środków smarowych oraz materiałów używanych na ślizgowe elementy maszyn pracujące w podwyższonej temperaturze.

Dostępna aparatura

- układ sterująco-pomiarowy
- węzeł badawczy

Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji

Laboratorium badań zmęczeniowych

Stosowane metody i techniki

- przyspieszone badania transportowe, symulacyjne wibracyjne, połączone testy wibracyjne i klimatyczne oraz badania sejsmiczne

Dostępna aparatura

- wzornik elektrodynamiczny
- wzmacniacz sterujący
- aparatura pomiarowa
- zespół pomiarowy wibroakustyczny

Badania na zgodność z numerami norm

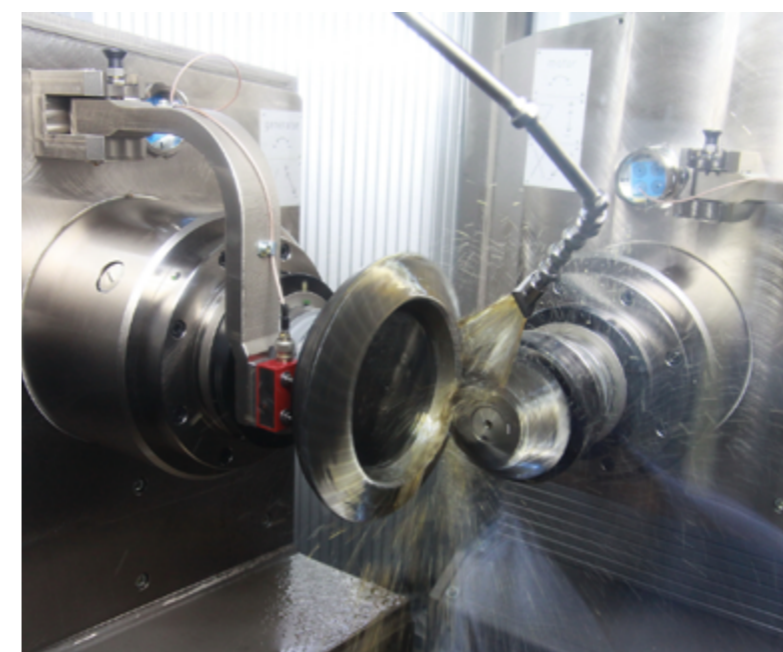
- MIL;ASTM;IEC;ISO;BS JIS



Przyspieszone badania zmęczeniowe

Wzbudnik elektrodynamiczny L620M firmy ETS jest idealny do badania podzespołów elektronicznych, komponentów samochodowych, urządzeń przenośnych, urządzeń pamięci masowej, złączy i innych. System wzbudnikowy ETS ma siłę sinusoidalną 600 kgf / 1322 funtów siły, siłę losową 600 kgf / 1322 funtów siły i siłę uderzenia 1200 kgf / 2645 funtów siły. Rozwiązania ETS L620M zaprojektowano tak, aby spełniały wojskowe i międzynarodowe standardy testowe, w tym MIL, ASTM, IEC, ISO, BS i JIS. Armatura o dużej średnicy wynoszącej 7,9 cala i dużej sztywności poprzecznej umożliwia ekspanderowi z proporcjonalną głowicą jednoczesne badanie wielu próbek przy jednoczesnym uzyskaniu dobrego współczynnika przenoszenia drgań. Rozwiązanie ETS L620M ma oś ciągu o częstotliwości własnej <5 Hz. To urządzenie spełnia wymagania transportowe, symulacyjne wibracyjne, połączone testy wibracyjne i klimatyczne oraz badania sejsmiczne.

Wydziałowe Laboratorium Badań Kół Zębatych



Badanie zmęczeniowe oraz analiza drgań przekładni stożkowej na stanowisku TS-30

Wydziałowe Laboratorium Badań Kół Zębatych zostało stworzone na potrzeby przemysłu lotniczego, w tym głównie przedsiębiorstw Doliny Lotniczej. Urządzenia zainstalowane w laboratorium umożliwią podejmowanie kompleksowych prac naukowo-badawczych i zadań wdrożeniowych z zakresu napędów lotniczych oraz wszechstronne analizy w obszarach konstrukcji, technologii, pomiarów i badań przekładni zębatych. Jest to kontynuacja działań naukowych, prowadzonych od wielu lat i jednocześnie wykorzystanie potencjału naukowego Uczelni w obszarze, w którym dotychczas badania nie były możliwe. Dzięki realizacji dotychczasowych projektów i prac naukowych powstał zespół pracowników o wysokich kwalifikacjach merytorycznych.

Zakres prac, możliwych do wykonania z użyciem laboratorium znacząco rozszerza ofertę, jaką Uczelnia może skierować do innych instytutów badawczych oraz zakładów przemysłowych. Laboratorium nie jest uzależnione od żadnego producenta lotniczego, co w założeniu ma umożliwić dotarcie do nowych podmiotów gospodarczych, zamierzających kooperować z przemysłem lotniczym i ułatwienie im wejścia na ten wymagający rynek. Projektowanie oraz wykonywanie we własnym zakresie innowacyjnych napędów lotniczych zapewni stałe podnoszenie kwalifikacji kadry naukowej i utrzymywanie ich na najwyższym poziomie, a przede wszystkim rozwój własnych metod badawczych i kompleksową współpracę z podmiotami przemysłu lotniczego.

Stosowane metody i techniki

- szlifowanie stożkowych kół zębatych
- badania wytrzymałościowe i zmęczeniowe oraz analiza drgań przekładni stożkowych
- pomiary i kontrola jakości stożkowych i walcowych kół zębatych
- projektowanie przekładni planetarnych, stożkowych, walcowych
- ocena zużycia i przeprowadzanie prac remontowych oraz renowacyjnych przekładni zębatych

Dostępna aparatura

- szlifierka numeryczna Klingelberg G27
- współrzędnościowa maszyna pomiarowa Klingelberg P40
- stanowisko do badań wytrzymałości zmęczeniowej Klingelberg TS30
- oprogramowanie KISSsoft
- oprogramowanie KIMOS
- oprogramowanie Inventor

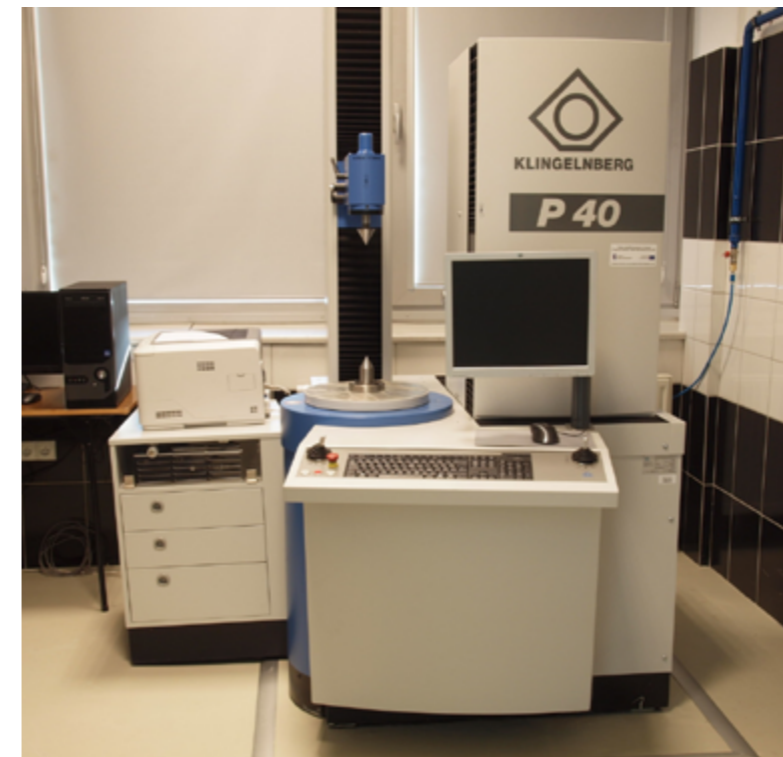
Stosowane metody i techniki

- możliwość obróbki kół stożkowych o maks. średnicy zewnętrznej 300 mm i w zakresie modułów od 0,7 do 8 mm,
- obróbka kół przekładni o zakresie kąta osi od 60° do 120°,
- szlifowanie kół o szerokości wieńca zębatego do 60mm,
- prędkość obrotowa wrzeciona narzędziowego do 7200 obr/min,
- możliwość obróbki wykończeniowej kół naciętych z podziałem ciągłym (face hobbing) i przerywanym (face milling),
- możliwość szlifowania kół z pełnego materiału,
- szlifowanie wklęsłej i wypukłej strony zęba w tym samym zamocowaniu,
- wyposażenie w ściernice o średnicach od 2" do 9",
- niezależnie, numeryczne sterowanie osi roboczych,
- bezpośrednie napędy osi liniowych i obrotowych (również osi kąta bazowego),
- system stabilizacji termicznej maszyny (kontrola temp. płynu chłodzącego i kompensacja temperaturowa wszystkich osi maszyny),
- funkcja szlifowania ściernicą mimośrodową, sterowana programowo,
- ceramiczne łożyskowanie wrzeciona,
- układ sterowania Siemens 840D z systemem operacyjnym Windows XP do napędów Siemens Simodrive 611,
- zintegrowany system monitorowania pracy maszyny z czujnikami temperatury i wibracji



Szlifierka numeryczna Klingelberg G27

Szlifierka jest przeznaczona do wykonywania uzębień kół stożkowych o najwyższej dokładności. Przeznaczeniem szlifierki jest jednostkowe i małoseryjne wytwarzanie kół do badań testowych i na potrzeby podmiotów przemysłowych. Jest to najnowsza i jedna z najnowocześniejszych maszyn tego typu w Polsce. Jej oprogramowanie zawiera możliwość projektowania obróbki wszystkimi znanymi metodami włącznie z niestandardowymi jak Palloid, Zyklo-Palloid, Hypoflex, Spirokon. Szlifierka pracuje w pętli sprzężenia zwrotnego z maszyną pomiarową P40. W praktyce polega to na tym, że wykonane koło jest mierzone na maszynie pomiarowej i na podstawie topografii powierzchni bocznej zębów wprowadzane są poprawki do ustawień szlifierki. Poprawki te są automatycznie przekazywane do sterowników szlifierki i dzięki temu można po jednym próbnym nacięciu uzyskać właściwą geometrię szlifowanych zębów kół w bardzo wysokiej klasie dokładności.



Współrzędnościowa maszyna pomiarowa Klingelberg P40

Jedno z najbardziej nowoczesnych centrów pomiarowych, pracujące w cyklu zautomatyzowanym i przeznaczone do pomiarów kół zębatach i innych elementów maszynowych o wysokich dokładnościach wykonania. Centrum pomiarowe pracuje w sprzężeniu zwrotnym ze szlifierką, tj. na podstawie zmierzonej geometrii uzębienia generuje poprawki do ustawień szlifierki, automatycznie wprowadzane do programu sterującego nacinaniem kół. Dzięki temu konieczne jest tylko jedno próbne nacięcie koła do uruchomienia serii z gwarancją jej zgodności z założeniami konstrukcyjnymi. Zakupione oprogramowanie maszyny pomiarowej umożliwia pomiary kół zębatach walcowych, stożkowych oraz wałków, może być rozbudowane o kolejne moduły.

Niepewność pomiaru: uzębienie:

- zarys wg VDI/VDE 2612: grupa I
- linia zęba wg VDI/VDE 2612: grupa I
- podziałka wg VDI/VDE 2613: grupa I

pomiary 3D:

- pomiaru wzdłuż wg VDI/VDE 2617: $U1 = 1,8 + L/250 \mu\text{m}$
- ruchu obrotowego i w płaszczyźnie wg DIN 7184: $<0,5 \mu\text{m}$

Stosowane metody i techniki

- pomiar uzębień kół zębatach walcowych, uzębień kół zębatach stożkowych i przedmiotów obrotowosymetrycznych z możliwością rozbudowy o dalsze moduły programowe oraz wyposażenie (np. do pomiaru chropowatości),
- zakres mocowania przedmiotów $HG < 800\text{mm}$,
- pionowy zakres pomiaru z możliwością pomiarów ciągłych (oś Z): $HZ < 550\text{mm}$,
- poziomy zakres pomiaru z możliwością pomiarów ciągłych (oś X): $\pm 115\text{mm}$,
- moduł (w odniesieniu do kół walcowych): 0,5 - 15 mm,
- kąt pochylenia linii śrubowej koła zębatego: 0 - 90°,
- średnica mocowania i pomiarowa kół zębatach walcowych: do 400mm,
- dopuszczalny ciężar przedmiotu – do 300 kg,
- dopuszczalny moment bezwładności do 10 kg·m²,
- pozycje rzeczywiste osi i głowicy pomiarowej K3D rejestrowane przez układy pomiarowe o wysokiej rozdzielczości (do $<0,01\mu\text{m}$),
- doprowadzenie głowicy pomiarowej do przedmiotu za pomocą bezpośrednich, bezluzowych napędów liniowych i obrotowego,
- wyposażenie w układ kompensacji temperatury mierzonego przedmiotu,
- wysoka stabilność termiczna maszyny, dopuszczalna zmiana temperatury max. 2 °C/h, dopuszczalna temperatura otoczenia min. od 15 do 35 °C,
- obsługa norm DIN i AGMA.

Stosowane metody i techniki

- możliwość badania przekładni o średnicach kół talerzowych od 50 do 300 mm,
- obsługa kół badanych o modułach od 1,5 mm do 5 mm,
- obsługa przekładni o przełożeniach od ok. 1,0 do ok. 2,5,
- dopuszczalny ciężar przedmiotu: do 20kg,
- kąt osi badanych przekładni od 60° do 120°,
- prędkość obrotowa do 12000 obr/min,
- przeniesienie momentu max. 400 Nm przy 1000 – 4500 obr/min oraz max. 100 Nm przy 12000 obr/min,
- pomiar i zapis: momentu, mocy, emisji hałasu, temperatury oleju, przepływu oleju,
- funkcja testu jednostronnej współpracy przekładni i analizy widmowej dźwięku,
- system telemetrii do pomiaru naprężeń u podstawy zęba w trybie dynamicznym,
- badanie wytrzymałości na pitting oraz złamanie zmęczeniowe u podstawy zęba,
- wyposażenie w system pomiarowy do kontroli ustawionych wielkości związanych z kołami badanej przekładni (odległości montażowe zębniaka i koła, kąt osi, przesunięcie hipoidalne),
- automatyczne wyłączenie stanowiska po przekroczeniu zadanych parametrów granicznych,
- oprogramowanie obsługujące stanowisko wraz z komputerem klasy PC,
- obserwacja pracy przekładni w świetle naturalnym i stroboskopowym.



Stanowisko do badań wytrzymałości zmęczeniowej Klingelberg TS30

Unikalne w skali europejskiej stanowisko do badań zmęczeniowych przekładni stożkowych i hipoidalnych. Stanowisko umożliwia programowanie cykli badawczych, odwzorowujących rzeczywiste warunki pracy przekładni. Testy w warunkach laboratoryjnych pozwalają na wszechstronne przebadanie nowych konstrukcji pod względem ich nośności, emisji drgań i jakości pracy, a także bezpieczeństwa użytkownika, co jest szczególnie ważne w statkach powietrznych. Na stanowisku można prowadzić badania śladu współpracy zazębienia i dokładności kinematycznej przekładni pod obciążeniem, ustalać częstotliwości drgań własnych elementów przekładni (analiza widmowa dźwięku) oraz wykonywać pomiary ugięcia u stopy zęba w trybie dynamicznym z użyciem systemu telemetrii. Pomiary właściwości użytkowych przekładni mogą być prowadzone w jej ustawieniu idealnym oraz z uwzględnieniem błędów montażowych i błędów wykonania korpusów, jakie mogą występować w praktyce. Cykle badawcze mogą być programowane indywidualnie, a pomiary momentu, mocy i innych parametrów dokonywane w sposób ciągły.

Oprogramowanie KISSsoft

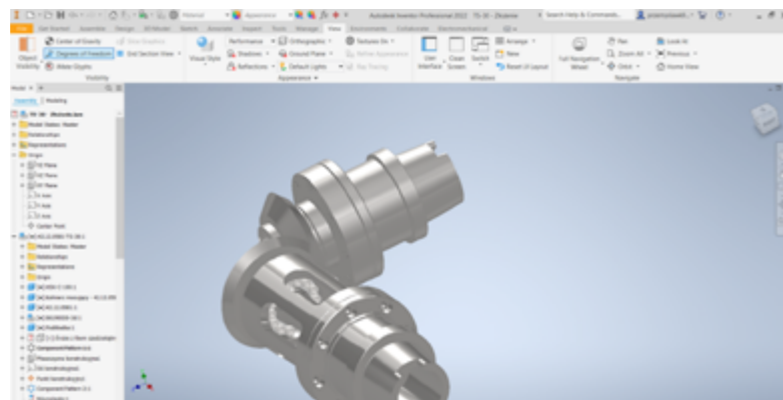
Program KISSsoft sygnowany i rozwijany przez Gleason Corporation jest wiodącym w świecie programem do wielopłaszczyznowej analizy napędów mechanicznych – tak całego mechanizmu jak i szczegółowych zagadnień pojedynczych części. Poszczególne moduły są ze sobą zintegrowane co pozwala na natychmiastowe przypisanie wyników obliczeń jednych części do drugich i uwzględnienie ich wpływu na funkcjonowanie całości mechanizmu.

Stosowane metody i techniki

- analiza geometrii, wytrzymałości, sztywności, zagadnień cieplnych i tarcia oraz parametrów uzębienia i zazębienia dla kół walcowych, stożkowych i hipoidalnych,
- budowa złożenia całego mechanizmu i zbadanie właściwości kinematycznych oraz dynamicznych,
- analiza wałków, łożysk, elementów łączących (sprzęgła, wielowypusty, pierścienie rozprężne, połączenia śrubowe, spawane klejone, połączenia wciskowe) w zakresie geometrii, wytrzymałości, sztywności i drgań,
- uwzględnienie błędów montażowych, tolerancji wykonania, odkształceń mechanizmu i korpusu pod obciążeniem – dzięki temu możliwe jest wprowadzenie modyfikacji zarysu profilu i linii zęba dla zredukowania naprężeń stykowych i przeciążeń dynamicznych,
- szeroka baza materiałów w różnych stanach obróbki cieplnej i chemicznej, środków smarnych, łożysk i pozostałych znormalizowanych części maszyn,
- analiza kontaktu zazębienia (TCA) i możliwość optymalizacji parametrów kół zębatych i całego mechanizmu dla wybranych funkcji celu,
- nowoczesne i na bieżąco aktualizowane metody obliczeniowe oparte o normy ISO, DIN i AGMA.

Stosowane metody i techniki

- tryb tworzenia pojedynczej części - modelowanie bryłowe oraz modelowanie powierzchniowe umożliwiające uzyskanie skomplikowanych geometrii,
- tryb złożenia sprawnie współpracujący nawet z dużymi złożeniami, dzięki segmentowej bazie danych umożliwiającej szybkie wczytywanie i zwalnianie pamięci,
- tryb tworzenia dokumentacji 2D oraz 3D zawierający gotowane rozwiązania GD&T,
- analiza MES w zakresie naprężeń i odkształceń mechanicznych oraz drgań,
- modelowanie o rozbudowanych właściwościach graficznych włącznie z symulacją ruchu mechanizmu i sposobu montażu, a także wbudowanym narzędziem umożliwiającym detekcję kolizji w mechanizmie,
- modelowanie parametryczne zapewniające pełną kontrolę wymiarową nad projektowanym detalem, a także adaptacyjność umożliwiającą sprawne dopasowanie wymiarowe części do istniejących już elementów bez konieczności analizy wymiarowej,
- możliwość analizy kinematycznej i dynamicznej, pozwalającej także na płynne przejście do analizy wytrzymałościowej dzięki otrzymaniu układu sił.



Oprogramowanie Inventor

Programem używanym do generowania geometrii przestrzennej i płaskiej (CAD) oraz do analiz wytrzymałościowych (MES) jest Inventor Professional firmy Autodesk.

dynamika systemowa
sztuczna inteligencja SCM
SPC business intelligence
modelowanie procesów biznesowych
uczenie maszynowe analiza danych
symulacja procesów MRP optymalizacja
big data eksploracja danych
wydobycie wiedzy z danych BPMN
przemysł 4.0 KPI pulpity menadżerskie

Nowoczesne technologie w zarządzaniu oraz inżynierii produkcji

Zakład Informatyki jest jednostką organizacyjną Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej. W szeregach zakładu znajdują się specjaliści z zakresu zastosowania nowoczesnych technologii informatycznych w zarządzaniu oraz inżynierii produkcji. Oferta Zakładu Informatyki dla przemysłu obejmuje udział w projektach we wszystkich etapach ich realizacji: badania, rozwój, wdrożenie, testy. W bogatej ofercie badawczej ZI znajdują się m.in.:

- modelowanie i symulacja przepływu materiału i informacji w procesach, liniach produkcyjnych i łańcuchach dostaw,
- zastosowanie modeli symulacyjnych w reinżynierii procesów biznesowych oraz do wspierania procesu podejmowania decyzji w przedsiębiorstwie,
- tworzenie modeli wizualnych w środowisku CASE i ich transformacja do postaci wykonywalnego kodu źródłowego aplikacji rozwiązującej rozpatrywany problem zapisany w postaci modelu wizualnego,
- analiza danych z wykorzystaniem narzędzi sztucznej inteligencji i data mining, zagadnienia związane z klasyfikacją i grupowaniem danych, metody optymalizacji w badaniach operacyjnych, analiza szeregów czasowych, computational intelligence,
- zaawansowane analizy i eksploracja danych w ramach koncepcji Przemysł 4.0.,
- elektroniczne przetwarzanie danych produkcyjnych, elektroniczna obsługa klientów,
- badania struktury geometrycznej powierzchni, badania właściwości tribologicznych materiałów i powłok, rekonstrukcja topografii powierzchni, badanie zmian parametrów powierzchniowych na powierzchniach obrabianych,
- tworzenie nowoczesnych sieci komputerowych,
- zastosowanie metod i technik podejść zwinnych w specyfikacji wymagań systemu informatycznego zarządzania,
- tworzenie baz danych oraz analiza danych przy wykorzystaniu nowoczesnych metod big data, machine learning

Wykorzystywane oprogramowanie

- Visual Basic for Application
- mySQL
- WordPress
- Microsoft Project
- R-studio
- Python
- Joomla!
- Enterprise Architect
- PHP
- Microsoft Excel
- Java Script
- Microsoft VirtualPC
- Vensim
- PowerBi
- MS SQL Serwer
- PowerBi
- Adonis

Zakład Termodynamiki

Laboratorium PIV

Stosowane metody i techniki

Cyfrowa anemometria obrazowa (ang. Particle Image Velocimetry) wykorzystuje znaczniki (posiew), który poruszając się wraz z płynem umożliwia wyznaczenie chwilowych pól prędkości. Posiew jest oświetlany płaszczyzną laserową a obraz rejestrowany przez cyfrowe kamery. Zarejestrowane obrazy są następnie analizowane w oprogramowaniu DynamicStudio w celu wyznaczenia wektorów prędkości

Dostępna aparatura

System PIV posiada dwa lasery:

- Laser Litron Bernoulli 200-15 o częstotliwości 15Hz i energii 200mJ
- Laser Litron LD-527 25-1000 o częstotliwości 1000Hz i energii 25mJ.

W zestawie są cztery kamery:

- trzy kamery FlowSense EO9M-17 o rozdzielczości 3388 x 2712 (9,2 Mpx) i 17 fps
- jedna kamera AMETEK VEO 440 o rozdzielczości 2560 x 1600 (4,1 Mpx) i 1100 fps.

Generator posiewu cieczowy i na cząstki stałe.



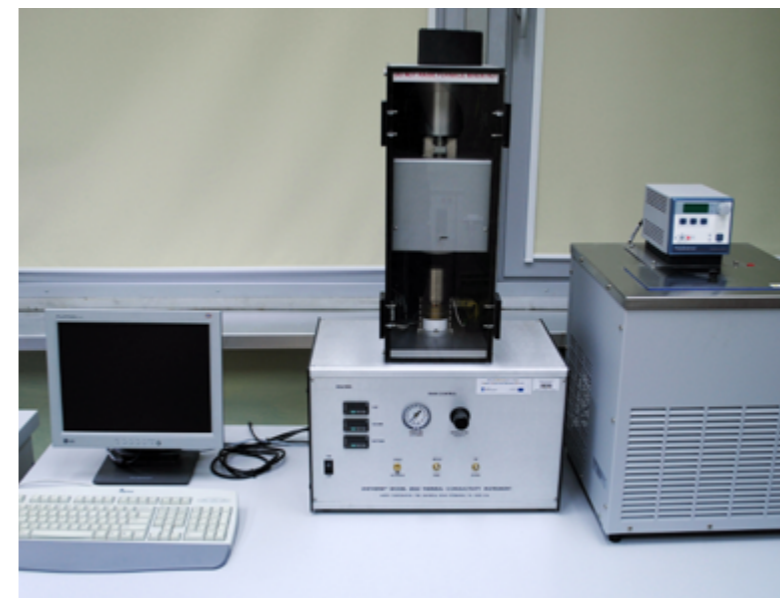
Cyfrowa anemometria obrazowa (ang. Particle Image Velocimetry)

Metoda PIV (Particle Image Velocimetry) służy do pomiarów pola prędkości przepływu. Wykorzystuje się rozproszenie światła laserowego na cząsteczkach posiewu podążających za przepływem. Światło rozproszone jest rejestrowane przez kamerę. Na jeden pomiar pola prędkości wymagane jest dwukrotne podświetlenie płaszczyzny pomiarowej i zarejestrowanie dwóch klatek zdjęć w bardzo krótkim przedziale czasu, co jest realizowane za pomocą synchronizatora, który steruje impulsami lasera oraz kamerą. Dane z dwóch zdjęć są analizowane w programie komputerowym poprzez wykorzystanie odpowiednich algorytmów. Poprzez identyfikację cząstki posiewu i określeniu jej przemieszczenia na dwóch zdjęciach możliwe jest określenie prędkości tej cząstki ponieważ znany jest czas pomiędzy dwoma zdjęciami z synchronizatora. System PIV składa się z lasera, optyki transmisji wiązki laserowej oraz tworzenia płaszczyzny laserowej, kamery CCD, generatora posiewu, synchronizatora i komputera. Maksymalny obszar pomiarowy wynosi 1 m², zaś prędkość przepływu mieści się w przedziale 0-300m/s.

System pomiarowy PIV firmy DantecDynamics umożliwia pomiary pola prędkości:

- 2D-2C - pomiar dwóch składowych wektora prędkości w płaszczyźnie 2-wymiarowej.
- 2D-3C (stereo PIV) - pomiar trzech składowych wektora prędkości w płaszczyźnie 2-wymiarowej.
- 3D-3C (tomo PIV) - pomiar trzech składowych wektora prędkości w płaszczyźnie 3-wymiarowej.
- 2D-2C (time-resolved) - pomiar dwóch składowych wektora prędkości w płaszczyźnie 2-wymiarowej w funkcji czasu.

Zakład Termodynamiki



Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła

Aparat UnithermTM 2022 firmy Anter (obecnie TA Instruments) służy do pomiaru współczynnika przewodzenia ciepła materiałów takich jak polimery, ceramika, kompozyty, szkła, guma, niektóre metale oraz inne materiały o niskiej przewodności cieplnej. Pomiary dokonywane są przy wykorzystaniu tzw. metody osłoniętej płyty grzejnej („guarded heat flow meter”) zgodnie z normą ASTM1530. Urządzenie mierzy współczynnik przewodzenia ciepła w zakresie od 0,1 W/m²K do 40 W/m²K. Zakres temperatury w jakiej pracuje aparat to od -20°C do 300°C. Dostarczone do badań próbki powinny mieć kształt krążka o średnicy 2 cali (50,8 mm) i grubości od 2 do 20 mm. Sekcja pomiarowa aparatu składa się z próbki o kształcie cylindrycznym umieszczonej pomiędzy górną i dolną płytą. Powyżej górnej płyty jest umieszczony grzejnik górny, który wymusza przepływ ciepła przez próbkę do chłodnicy, zaś poniżej dolnej płyty jest zlokalizowany miernik gęstości strumienia ciepła (kalorymetr). Dolny grzejnik spełnia rolę stabilizatora przepływu ciepła dla wymaganej różnicy temperatury stosu pomiarowego. Pod dolnym grzejnikiem jest zainstalowana chłodnica, która jest połączona z ultratermostatem. Na zewnątrz sekcji pomiarowej znajdują się grzałki kompensacyjne, których moc jest tak ustawiana, aby ograniczyć straty ciepła z powierzchni bocznych próbek. Aby zminimalizować i ustabilizować opory kontaktowe pomiędzy badaną próbką a płytami, stos pomiarowy jest mechanicznie ściskany za pomocą pneumatycznego cylindra. Ciśnienie docisku stosu pomiarowego wynosi 172,3 kPa (25 PSI). Ponadto, w celu minimalizacji oporów kontaktowych, powierzchnie próbek pokrywa się pastą termoprzewodzącą. Badanie współczynnika przewodzenia odbywa się w warunkach ustalonych.

Stosowane metody i techniki

- metoda osłoniętej płyty grzejnej

Dostępna aparatura

- UnithermTM 2022

Badania na zgodność z numerami norm

- ASTM1530

Dostępna aparatura

- bomba kalorymetryczna
- waga analityczna



Pomiar ciepła spalania paliw stałych

Pomiar ciepła spalania odbywa się przy użyciu urządzenia potocznie nazywanego bombą kalorymetryczną. Jest to szczelne naczynie wykonane z kwasoodpornej stali o wzmocnionych ściankach, umożliwiające spalenie umieszczonego w nim paliwa stałego. Bombę kalorymetryczną umieszcza się w kalorymetrze wypełnionym określoną ilością wody a wynikiem pomiaru jest wartość temperatury o jaką została podgrzana woda w wyniku całkowitego spalania próbki w atmosferze tlenu i przy jego dużym nadciśnieniu (około 20 at). Próbki do aparatu powinny być materiałem sypkim, z którego na prasce mechanicznej uzyskują się pastylki. W pastylkach tych umieszcza się spiralnie skręcony drucik oporowy, który pod wpływem impulsu elektrycznego zapala próbkę. Przygotowane próbki jak również użyty do zapłonu drucik oporowy ważone są na wadze analitycznej z dokładnością do 0,00001 g, co pozwala na dokładne określenie ciepła spalania badanej próbki jak również wyeliminowanie błędów związanego z efektem cieplnym spalanej części drucika zapłonowego. W bombie kalorymetrycznej mierzy się ciepło spalania i oblicza wartość opałową paliw stałych np. węgla kamiennego, węgla brunatnego, drewna, roślin energetycznych. Stanowisko jest zautomatyzowane a dane pomiarowe są przesyłane do komputera.



Pomiar dyfuzyjności cieplnej materiałów laserową metodą impulsową

Pomiar wykonywany jest za pomocą aparatu NETZSCH LFA 427 wykorzystującego do pomiaru dyfuzyjności cieplnej materiałów laserową metodę impulsową (ang. laser flash analysis). Umożliwia ona wyznaczenie dyfuzyjności cieplnej próbki poddanej działaniu impulsu laserowego na podstawie przebiegu zmienności wartości temperatury próbki w odpowiedzi na to wymuszenie oraz wymiaru (grubości) próbki. Analityczny model opisujący wymianę ciepła wewnątrz próbki oraz pomiędzy próbką a otoczeniem porównywany jest z zarejestrowanym eksperymentalnie przebiegiem zmienności temperatury na jednej z powierzchni próbki, dzięki czemu możliwe jest odtworzenie wartości dyfuzyjności cieplnej badanego materiału. W zależności od zastosowanych warunków eksperymentu oraz materiału próbki model powinien uwzględniać takie zjawiska jak straty ciepła przez konwekcję i promieniowanie, skończony czas impulsu laserowego lub radiacyjny transport ciepła w materiale próbki. W oprogramowaniu obsługującym aparat NETZSCH LFA 427 dostępne są do wyboru m.in. modele: adiabatyczny (Parker), uwzględniające straty ciepła (Cape-Lehmann, Clark-Taylor, Cowan), a także radiacyjny (Mehling). Aparat wyposażony jest w komorę pomiarową pozwalającą na wykonywanie eksperymentów w zakresie temperatur 20-1575°C dla próbek o dyfuzyjności cieplnej od ok. 0,01 mm²/s do ok. 1000 mm²/s. Wymuszenie generowane jest przez laser Nd-YAG o maksymalnej energii sięgającej 20 J na impuls. Komora pomiarowa może być w czasie pomiaru napełniona doprowadzonym z zewnątrz gazem w celu wykonania eksperymentu w warunkach atmosfery o określonych właściwościach – np. utleniających lub obojętnych. Dodatkowo aparat umożliwia pomiar ciepła właściwego metodą porównawczą, w której materiałem wzorcowym jest np. szafir lub grafit, a także pomiar termicznego oporu kontaktowego dla próbek wielowarstwowych. Standardowa próbka materiału przeznaczona do pomiaru aparatem NETZSCH LFA 427 ma przekrój okrągły o średnicy 12,5 mm lub kwadratowy o wymiarach 10x10 mm i grubość w zakresie 1-6 mm.

Stosowane metody i techniki

- laserowa metoda impulsowa pomiaru dyfuzyjności cieplnej przy użyciu modeli m.in.: adiabatycznego (Parker), uwzględniającego straty ciepła (Cape-Lehmann, Clark-Taylor, Cowan), a także radiacyjnego (Mehling),
- metoda porównawcza pomiaru ciepła właściwego

Dostępna aparatura

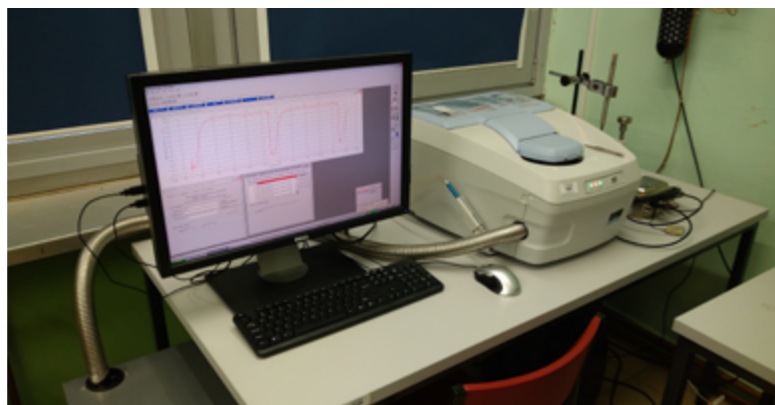
- aparat NETZSCH LFA 427
- laser Rofin STARWELD 40,
- sterowniki TASC 414/4 i Pu 1.851.08,
- ultratermostat Julabo MC F32

Stosowane metody i techniki

- skaningowa kalorymetria różnicowa dla pomiaru entalpii przemian fazowych i reakcji chemicznych oraz pomiarów ciepła właściwego,
- metoda StepScan dla pomiaru entalpii przemian fazowych i reakcji chemicznych oraz pomiarów ciepła właściwego

Dostępna aparatura

- kalorymetr PerkinElmer DSC 8000,
- chłodziarka komory kalorymetru Intracooler 2



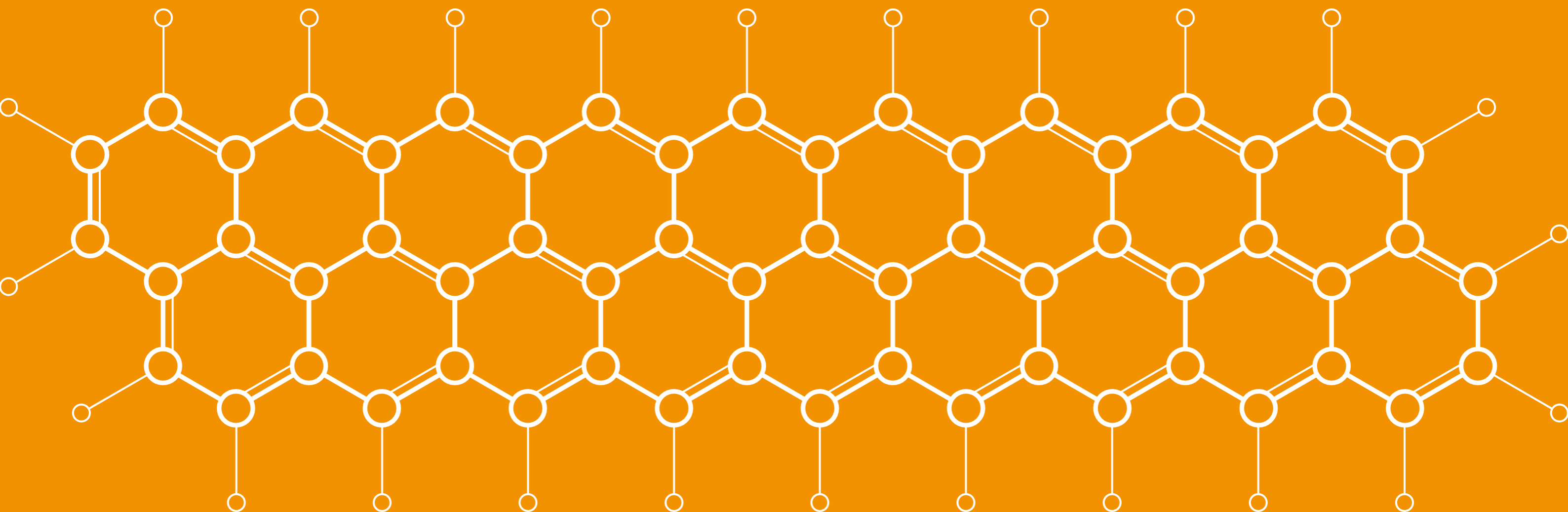
Skaningowa kalorymetria różnicowa

Pomiar wykonywany jest za pomocą skaningowego kalorymetru różnicowego PerkinElmer DSC 8000, którego zasada działania oparta jest na pomiarze różnicy pomiędzy mocą cieplną doprowadzaną do próbki badanej i mocą cieplną doprowadzaną do próbki referencyjnej w celu utrzymania ich w jednakowej temperaturze. Umożliwia on przede wszystkim pomiary ciepła przemian fazowych i reakcji chemicznych, a także wartości ciepła właściwego materiałów oraz ich charakterystycznych temperatur, takich jak temperatura topnienia czy temperatura zeszklenia. Możliwe jest również wykonanie analizy czystości próbki lub określenie jej stopnia krystaliczności. Różnicowe kalorymetry skaningowe działające w oparciu o kompensację mocy cieplnej, do których zalicza się model DSC 8000, odróżniają się od kalorymetrów działających na zasadzie pomiaru gęstości strumienia ciepła mniejszą pojemnością cieplną komory mieszczącej próbkę, co nadaje im znacznie lepsze właściwości dynamiczne: zdolność do niemal natychmiastowej reakcji na endotermiczne lub egzotermiczne reakcje w materiale próbki, mniejszą stałą czasową oraz możliwość stosowania znacznie wyższych wartości tempa grzania i chłodzenia. Wśród ich zalet wymienia się ponadto fakt, że mierzą one bezpośrednio wartość mocy cieplnej, która po scałkowaniu stanowi wartość energii przemiany fazowej lub reakcji chemicznej, co jest często ostatecznym celem pomiaru kalorymetrycznego. Poza pomiarami wykorzystującymi typową metodę różnicowej kalorymetrii skaningowej oprogramowanie obsługujące aparat DSC 8000 posiada również możliwość wykonywania pomiarów w trybie StepScan pozwalającym na dokładniejszy pomiar ciepła właściwego niż metoda tradycyjna oraz na oddzielną obserwację efektów zmiany ciepła właściwego wraz z temperaturą i efektów przemian fazowych lub reakcji chemicznych. Kalorymetr DSC 8000 pozwala na wykonywanie pomiarów w zakresie temperatur od -180°C do 750°C przy tempie ogrzewania od $0,01\text{ K/min}$ do nawet 300 K/min . Standardowa próbka materiału przeznaczona do pomiaru kalorymetrem PerkinElmer DSC 8000 ma średnicę rzędu 3-5 mm i grubość ok. 1 mm.

al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów
e-mail: chemia@prz.edu.pl
chemia.prz.edu.pl



WYDZIAŁ
CHEMICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ



Katedra Biotechnologii i Bioinformatyki

Stosowane metody i techniki

- hodowle komórek ssaczych
- fluorescencyjna hybrydyzacja in situ
- Western blot
- ELISA
- elektroforeza 1D i 2D
- kolorymetria i zymografia
- metody mikrobiologiczne zgodne z JIS Z 2801:2010 (E), PN-EN ISO 846, PN-EN 1276
- sekwencjonowanie następnej generacji (Illumina, ONT)
- genotypowanie przez sekwencjonowanie
- RNA-seq
- genomika roślin
- kultury in vitro roślin

Dostępna aparatura

- sekwenator Genomowy MiSeq Illumina
- chromatograf ShimadzuNexera sprzężony z spektrometrem QTRAP 4500
- mikroskop odwrócony Olympus IX83
- chromatograf cieczowy firmy Cytiva, ÄKTA start
- czytnik płytek wielodołkowych firmy ThermoFisher, Varioskan Lux



Laboratorium hodowli komórek ssaczych

Badania cytotoksyczności związków chemicznych, ekstraktów pochodzenia naturalnego oraz nośników leków. Pomiary mikroskopowe z wykorzystaniem odwróconego mikroskopu fluorescencyjnego.

Laboratorium analizy białek

Rozdzielanie mieszanin białkowych technikami elektroforetycznymi (SDS-PAGE, 2DE) i chromatograficznymi (IEX, SEC). Identyfikacja i ilościowe oznaczanie białek technikami immunodetekcji (Western blot, ELISA). Analizy aktywności enzymów technikami elektroforetycznymi i spektroskopowymi.

Laboratorium mikrobiologiczne

Testowanie aktywności i skuteczności antybakteryjnej powłok, tworzyw sztucznych, chemicznych środków dezynfekcyjnych i antyseptycznych, produktów żywnościowych. Technologia Oxford Nanopore: optymalizacja enzymów oraz analizy danych genomicznych pod kątem zastosowań komercyjnych. Bakteriocyny Bacillus sp.: optymalizacja właściwości i modyfikacje zwiększające potencjał komercyjny

Laboratorium analiz DNA

Przygotowanie i sekwencjonowanie bibliotek fragmentów DNA dostosowanych do potrzeb badawczych. Sekwencjonowanie de novo mikroorganizmów w technologii Illumina. Analizy porównawcze transkryptomów. Badanie zmian składu ilościowego i jakościowego mikroorganizmów. Konstrukcja map genetycznych, analizy asocjacyjne

Stanowisko do analiz bioinformatycznych

Analiza bioinformatyczne danych z zakresu genomiki, proteomiki i metabolomiki. Optymalizacja in-silico biomakromolekuł o potencjale biotechnologicznym pod kątem poprawy ich właściwości biotechnologicznych Modelowanie molekularne związków głównie o potencjalnym zastosowaniu w farmacji i przetwórstwie tworzyw sztucznych.

Katedra Chemii Fizycznej



Stosowane metody i techniki

- analiza jakościowa oraz ilościowa składu mieszanin
- analiza związków organicznych
- próbki niewodne

Dostępna aparatura

- chromatograf gazowy 6890N sprzężony z detektorem mas 5973A Mass Selective Detector firmy Agilent Technologies

Analiza jakościowa i ilościowa mieszanin

Techniki łączone umożliwiają rozdzielenie badanej próbki na poszczególne składniki oraz ich jednoznaczną identyfikację i ilościowe oznaczenie. W wyniku analizy GC-MS uzyskuje się informacje o masie cząsteczkowej substancji oraz jonach fragmentacyjnych. Uzyskane widmo mas pozwala na określenie struktury związku. Możliwe jest także porównanie uzyskanego widma z bazą danych. GC-MS jest metodą szybką i dokładną. Chromatograf gazowy wyposażony w detektor FID, zaś w spektrometrze mas zachodzi jonizacja EI.

Stosowane metody i techniki

- analiza jakościowa oraz ilościowa składu mieszanin zawierających związki organiczne
- jonizacja ESI lub APCI

Dostępna aparatura

- chromatograf ciekowy Agilent 1200 Series sprzężony ze spektrometrem mas 6460 Triple Quad



Analiza jakościowa i ilościowa mieszanin związków organicznych

Techniki łączone umożliwiają rozdzielenie badanej próbki na poszczególne składniki oraz ich identyfikację i ilościowe oznaczenie. W wyniku analizy LC-MS uzyskuje się informacje o masie cząsteczkowej substancji. Jonizacja ESI jest metodą miękkiej jonizacji, uzyskuje się tylko informacje o masie cząsteczkowej. Wymagane jest aby substancja badana posiadała miejsce podatne na jonizację. Analiza LC z zastosowaniem faz odwróconych - eluenty: metanol, woda, acetonitryl, izopropanol oraz ich mieszaniny. Jonizacja APCI jest metoda „twardej” jonizacji, zakres mas od 10 do 2000 Da. Analiza związków niepolarnych lub mało polarnych, które nie zawierają żadnych miejsc kwasowych ani zasadowych. Próbka rozpuszczona w lotnych rozpuszczalnikach. Analit musi być stabilny termicznie. Tandemowa spektrometria mas (MS/MS) pozwala na prace w trybie: SCAN, SIM, Produkt Ion, Precursor Ion czy MRM. Chromatograf ciekowy wyposażony w detektor DAD pozwala na rejestrację widma UV-Vis.



Stosowane metody i techniki

- technika transmisyjna (cienki film, roztwór w kuwecie NaCl, pastylka KBr)
- technika odbiciowa ATR (kryształ diamentowy)

Dostępna aparatura

- spektrofotometr IR NICOLET 6700 FTIR

Analiza struktury cząsteczek

Analiza struktury związków organicznych, w tym m.in. polimerów. Możliwość badania substancji ciekłych, z użyciem szkiełek lub kuweczek z kryształami NaCl oraz z użyciem techniki odbiciowej ATR, a także substancji w postaci stałej, z zastosowaniem techniki transmisyjnej (możliwość pastylkowania) lub odbiciowej.

Analiza oddziaływań wewnątrzcząsteczkowych oraz oddziaływań międzycząsteczkowych

Badania strukturalne w aspekcie oddziaływań wewnątrz i międzycząsteczkowych, w tym m.in. tworzenia wiązań wodorowych.

Stosowane metody i techniki

- rejestracja widm UV-Vis w zakresie 200-800 nm
- wyznaczanie wartości absorbancji przy zadanej długości fali
- badania kinetyki reakcji (pomiar cykliczny do 24 godzin)
- analiza pochodnych widm UV-Vis

Dostępna aparatura

- spektrofotometr UV-Vis HP 8453



Analiza strukturalna związków absorbujących promieniowanie w zakresie UV oraz Vis

Analiza pasm absorpcji w zakresie 200-800 nm, badania jakościowe.

Analiza ilościowa

Badania ilościowe z wykorzystaniem m.in. metody krzywej kalibracji.

Badania kinetyki reakcji

Badania cykliczne w określonym przedziale czasowym w termostatowanym naczynku pomiarowym.

Badania z wykorzystaniem pochodnych widm (1-4)

Stosowane metody i techniki

- analiza ilościowa pierwiastków
- w zestawie 6 lamp do oznaczenia poszczególnych pierwiastków: Cu, Fe, Mn, Ru, V

Dostępna aparatura

- spektroskop absorpcji atomowej (AAS) iCE 3000 Series firmy Thermo Fisher Scientific z atomizerem płomieniowym oraz elektrotermicznym
- piec mikrofalowy Start D firmy Milestone



Analiza ilościowa pierwiastków metalicznych

Spektroskop absorpcji atomowej pozwala na oznaczanie stężenia 6 pierwiastków w ilościach śladowych (Cu, Fe, Mn, Cu, Ru oraz V). Aparat posiada źródło promieniowania w postaci lamp z katodą węgłową oraz możliwość atomizacji próbki badanej metodą płomieniową (F-AAS) z zastosowaniem palnika acetylenowo-powietrznego oraz metodą elektrotermiczną (ET-AAS) z wykorzystaniem ogrzewanej oporowo kuwety grafitowej. Dzięki możliwości wstępnej mineralizacji mikrofalowej z wykorzystaniem bomby teflonowej możliwa jest również analiza próbek w pierwotnej postaci stałej.

Stosowane metody i techniki

- badania korozyjne
- badania mechanizmu i kinetyki reakcji elektrochemicznych
- badania procesu elektroosadzania metali i stopów, elektrolitycznego otrzymywania powłok kompozytowych, a także do elektrochemicznej charakterystyki morfologii powierzchni materiałów

Dostępna aparatura

- elektrochemiczny mikroskop skaningowy (SECM) M370 Princeton Applied Research złożony z bipotencjostatu PG580R, stacji pozycjonującej M370, jednostki kontrolującej SCV370 oraz kamery z monitorem LCD

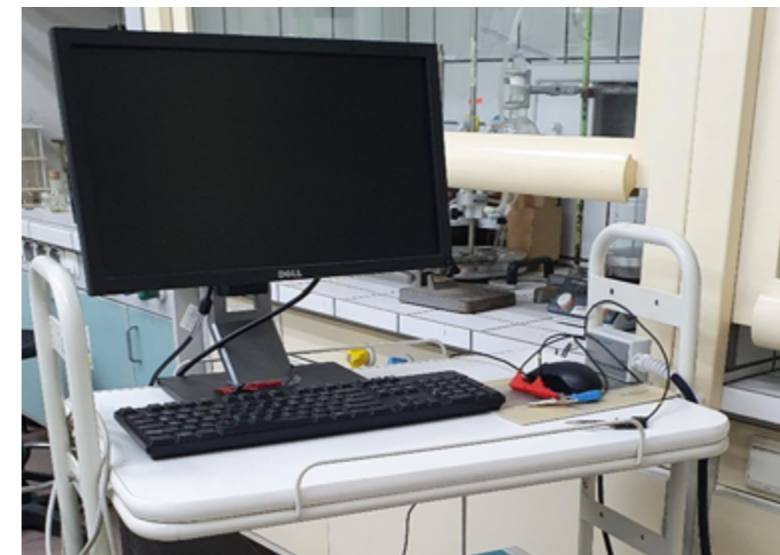


Badania procesów korozyjnych Badania powierzchni materiałów

Elektrochemiczny mikroskop skaningowy (SECM) pozwala na charakterystykę lokalnych właściwości, obrazowania powierzchni i badania aktywności chemicznej różnych materiałów. Układ pomiarowy może pracować w trybie 3 lub 4 elektrodowym z wykorzystaniem jednego lub dwóch potencjostatów. W pomiarach wykorzystywane są platynowe ultramikroelektrody (UME) o średnicy 10, 15 oraz 25 μm . Stacja pozycjonująca pozwala na zmianę położenia UME z rozdzielczością 1 μm .

Rodzaje wykonywanych badań:

- badania potencjometryczne
- woltamperometria cykliczna (CV) z wykorzystaniem ultramikroelektrody (UME)
- obrazowanie aktywności redoks powierzchni przewodzących i nieprzewodzących (analiza topografii lub zmian w składzie) w trybie sprzężenia zwrotnego (Feedback Mode) oraz z wykorzystaniem bipotencjostatu w trybie wytwarzania/gromadzenia (Generation/Collection Mode)



Badania właściwości utleniająco-redukujących substancji, pomiary woltamperometryczne, chromoamperometria/chromopotencjometria

Autolab/PGSTAT302N jest najwyższej klasy modułarnym potencjostatem/galwanostatem dla wysokich prądów (limit 2 A, lub 20 A przy zastosowaniu wzmacniacza BSTR20A) oraz napięciem WE-CE do 30 V. W woltamperometrii cyklicznej maksymalna szybkość przemiatania wynosi 250 000 V/s dla instrumentów wyposażonych w kombinację modułów SCAN250 i ADC10M. Dla „chrono”-metod odstęp pomiędzy punktami pomiarowymi może osiągać 100 ns, przy zastosowaniu modułu ADC10M i oprogramowania NOVA. Obszary zastosowań:

- baterie, ogniwa paliwowe, superkondensatory
- badania powłok oraz korozji
- polimery przewodzące i membrany
- dielektryki
- elektrokataliza
- elektroosadzanie
- półprzewodniki

Stosowane metody i techniki

- Umożliwia prowadzenie pomiarów w środowisku wodnym i niewodnym. Wykorzystywany do badań właściwości utleniająco-redukujących substancji, pomiarów woltamperometrycznych oraz chromoamperometrii/chromopotencjometrii. Stosowane elektrody: szklisty grafit (GCE), złota, platynowa oraz elektroda z wirującym dyskiem.

Dostępna aparatura

- analizator elektrochemiczny Autolab PGSTAT 302N

Stosowane metody i techniki

- aparat przeznaczony do wyznaczania mas cząsteczkowych, a także rozrzutu mas cząsteczkowych nisko oraz wysokocząsteczkowych związków chemicznych

Dostępna aparatura

- chromatograf żelowy SHIMADZU CBM - 40



Wyznaczanie mas cząsteczkowych rozrzutu mas cząsteczkowych nisko oraz wysokocząsteczkowych związków chemicznych

Chromatograf żelowy SHIMADZU CBM-40 wyposażony w autosampler SIL-40C, detektor refraktometryczny RID-20A, termostat CTO-20A, pompę dwutłokową LC-40D, degazer trójkanałowy DGU-403 oraz zestaw trzech kolumn (1 x 100 Å oraz 2 x 3000 Å, 10 μm) wraz z przedkolumną (10 μm) firmy PSS Polymer. Jako fazę ruchomą stosujemy N,N-dimetyloformamid z 10 mM LiCl.



Analiza zawartości pierwiastków metalicznych w różnego typu materiałach

Analiza pierwiastków metalicznych w materiałach typu: produkty rolne; wyroby chemiczne; wyroby, materiały, obiekty budowlane; wyroby i materiały konstrukcyjne; powietrze; paliwa; meble; szkło i ceramika; wyroby inne; papier, tektura; wyroby farmaceutyczne; wyroby z tworzyw sztucznych i gumy; żywność; tekstylia i skóra; wyroby tytoniowe; zabawki; drewno. Analizie poddawane są próbki materiałów poddanych uprzednio mineralizacji w celu przeprowadzenia ich do roztworu. Stosuje się metodę płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej (FAAS) ze wzbudzeniem w płomieniu C_2H_2 /powietrze lub C_2H_2/N_2O .

Stosowane metody i techniki

- mineralizacja próbek z przeprowadzeniem do roztworu.
- płomieniowa absorpcyjna spektrometria atomowa (FAAS).

Dostępna aparatura

- spektrometry ASA:
- Perkin-Elmer 3100
- GBC Savant-AA

Katedra Inżynierii Chemicznej i Procesowej

Laboratorium Badawcze Materiałów Sypkich

Stosowane metody i techniki

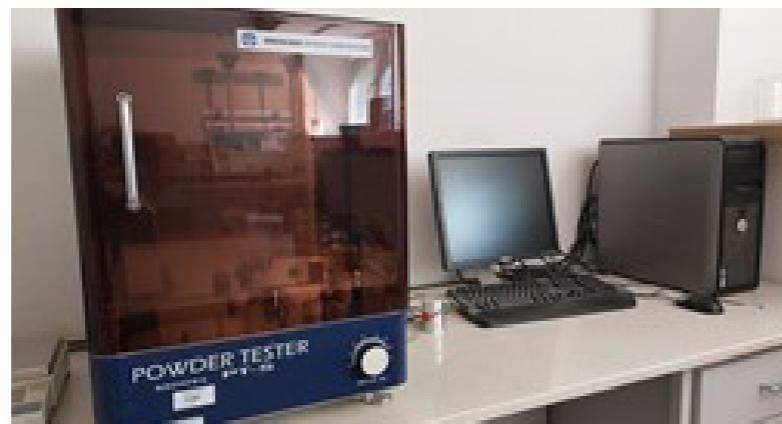
- oznaczanie rozkładu wielkości cząstek metodami dyfraktometrii laserowej i analizy sitowej
- oznaczanie parametrów fizykochemicznych złożeń materiałów sypkich i granulatów
- oznaczanie właściwości mechanicznych i reologicznych materiałów sypkich suchych i poddanych nawilżaniu
- badania właściwości przetwórczych materiałów sypkich w procesach granulacji i suchego powlekania
- symulacje komputerowe procesów z udziałem materiałów proszkowych

Dostępna aparatura

- dyfraktometr laserowy Mastersizer 2000
- Hosokawa Micron Powder Characteristics Tester
- granulator talerzowy Gunt CE 255
- aparat bezpośredniego ścinania (komórka Jenike'go)
- multiprocesor fluidyzacyjny ICF Welko Star
- Pierścieniowy reometr obrotowy
- zestaw młynów i mieszalników (m.in. bębnowy, planetarny, przesypowy)

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 13320
- ASTM D6393
- ASTM D6128



Badania właściwości fizykochemicznych materiałów sypkich

Badania właściwości przetwórczych proszków i granulatów

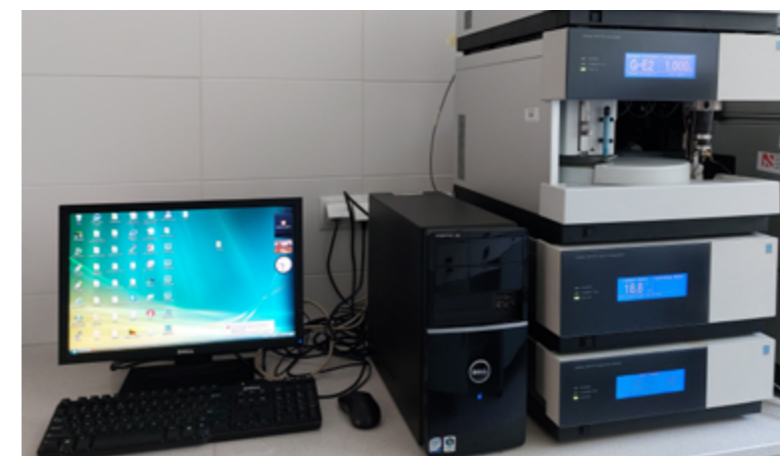
Laboratorium wykonuje badania dotyczące materiałów proszkowych, w tym pomiary rozkładu wielkości cząstek metodą dyfrakcji laserowej oraz analizy sitowej, badania właściwości przetwórczych materiałów proszkowych i granulatów tj.: kąt naturalnego zsypania, gęstość nasypowa, ściśliwość, spoistość (kohezja), kąt łopatki, jednorodność, dyspersyjność itd., oznaczenia właściwości mechanicznych i reologicznych materiałów sypkich suchych i poddanych nawilżaniu (m.in. granica płynięcia, indeks płynięcia, kąt tarcia wewnętrznego, wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie). Ponadto laboratorium oferuje badania wdrożeniowe procesów technologicznych związanych z przetwórstwem materiałów sypkich (m.in. rozdrabnianie, granulacja, suche powlekanie), a także symulacje komputerowe procesów metodą elementów dyskretnych DEM.

Zespół badawczy Laboratorium uczestniczył w wielu projektach m.in. dotyczących opracowania składu i technologii wytwarzania granulatów nawozowych oraz mechanochemicznej poprawy właściwości przetwórczych farmaceutyków.

Laboratorium stale współpracuje z innymi ośrodkami naukowymi (m.in.: Instytut Agrofizyki PAN, University of Leeds, Max Planck Institute Magdeburg) oraz podmiotami gospodarczymi (m.in.: Stalprodukt S.A., KGHM Polska Miedź S.A., Polpharma S.A., ICN Polfa S.A.).

Katedra Inżynierii Chemicznej i Procesowej

Laboratorium Zaawansowanych Technik Chromatografii Cieczowej



W Laboratorium zaawansowanych technik chromatografii cieczowej Politechniki Rzeszowskiej możliwe jest przeprowadzenie następujących usług:

Szkolenia w zakresie teorii i praktyki chromatografii cieczowej:

- podstawy teoretyczne chromatografii cieczowej,
- obsługa i eksploatacja chromatografu,
- zaawansowane techniki chromatograficzne takie jak chromatografia wykluczania jonowego (IEC), chromatografia w warunkach nadkrytycznych (SFC), chromatografia oddziaływań hydrofilowych (HILIC), itp.
- wspomaganie komputerowe w doborze i optymalizacji układów chromatograficznych oraz przeniesieniu skali tej operacji z warunków analitycznych do warunków preparatywnych.

Realizacja zleceń badawczych z zakresu rozdzielania mieszanin:

- rozdział wieloskładnikowych mieszanin białek z udziałem:
- chromatografii preparatywnej,
- ekstrakcji jednostopniowej w układzie wodnym dwufazowym ATP,
- ekstrakcji wielostopniowej,
- ultrafiltracji.
- rozdział racematów z udziałem chromatografii preparatywnej,
- rozdział mieszanin związków organicznych z udziałem krystalizacji,
- analizy chromatograficzne próbek wykonywane według metodyki dostarczonej przez Zleceniodawcę

Stosowane metody i techniki

- chromatografia preparatywna
- ekstrakcja jednostopniowej w układzie wodnym dwufazowym ATP
- ekstrakcja wielostopniowa
- rozdział racematów z udziałem chromatografii preparatywnej,
- rozdział mieszanin związków organicznych z udziałem krystalizacji
- analizy chromatograficzne próbek wykonywane według metodyki dostarczonej przez Zleceniodawcę

Dostępna aparatura

- wysokociśnieniowe chromatografy cieczowe UHPLC: Vaquish Horizon, Dionex Ultimate 3000 RS i Dionex Ultimate 3000 (biokompatybilny)
- chromatografy cieczowe HPLC: Hitachi Merck LaChrom, Hitachi Primaide, ÄKTAprime plus
- odśrodkowy ekstraktor przeciwprądowy SPOT CPC,
- układ SMB do chromatografii ciągłej białek (ÄKTA purifier)
- zestaw do filtracji prostopadłej białek HP4750 Stirred Cell

Stosowane metody i techniki

- badanie odporności materiałów polimerowych na przyspieszone starzenie

Dostępna aparatura

- komora do badań starzeniowych Xenotest Alpha+ Atlas



Badania starzeniowe

Przyspieszone starzenie materiałów bada się w komorze Xenotest Alpha+ Atlas stosując warunki zbliżone do naturalnych, tj. nasłonecznienie, wilgotność powietrza, symulacje opadów deszczu. Cykle starzenia prowadzone są przy naświetlaniu lampą UV o energii do 180 W/m² w zakresie długości fal 300 – 400 nm. Temperaturę badania w komorze oraz wilgotność względną ustala się zgodnie z rodzajem materiału. Powierzchnia ekspozycji próbek: 1320 cm², uchwyt na 11 próbek. Natężenie promieniowania i temperatura są mierzone i kontrolowane bezpośrednio na powierzchni próbki.

Stosowane metody i techniki

- badanie wpływu warunków spalania próbek z materiałów polimerowych na efekt uniepalnienia
- oznaczanie odporności materiałów polimerowych na działanie ognia metodą V i HB
- oznaczenie wskaźnika tlenowego LOI

Dostępna aparatura

- mikrokalorymtr stożkowy
- komora do badania palności UL 94
- aparat do oznaczania wskaźnika tlenowego LOI

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 13927
- PN-EN ISO 4589-2,3
- PN-EN 60695-11-10



Oznaczanie palności

Badanie właściwości palnych przeprowadzana jest za pomocą kalorymetru stożkowego. Określa ono: szybkość wydzielania ciepła na jednostkę powierzchni próbki – HRR [kW/m²], maksymalną szybkość wydzielania ciepła – pHRR, [kW/m²], ubytek masy – PML [%], efektywnie wydzielone ciepło – EHC, [MJ/kg] oraz całkowitą ilość wydzielonego ciepła – THR [MJ/m²]. Przeprowadzane jest ono dla próbek o wymiarach 100x100 mm i grubości ok 2,4 mm. Wyznaczanie indeksu tlenowego (LOI) przeprowadza się dla próbek o wymiarach 100 x 10 x 4 mm, jako maksymalne stężenie tlenu w mieszaninie tlenu z azotem. Badanie odporności na płomień przeprowadzany jest na próbkach o wymiarach 12,7 x 100 mm w komorze UL 94 w teście pionowego oraz poziomego spalania.

Stosowane metody i techniki

- badanie lepkości za pomocą reometru rotacyjnego
- badanie czasu żelowania

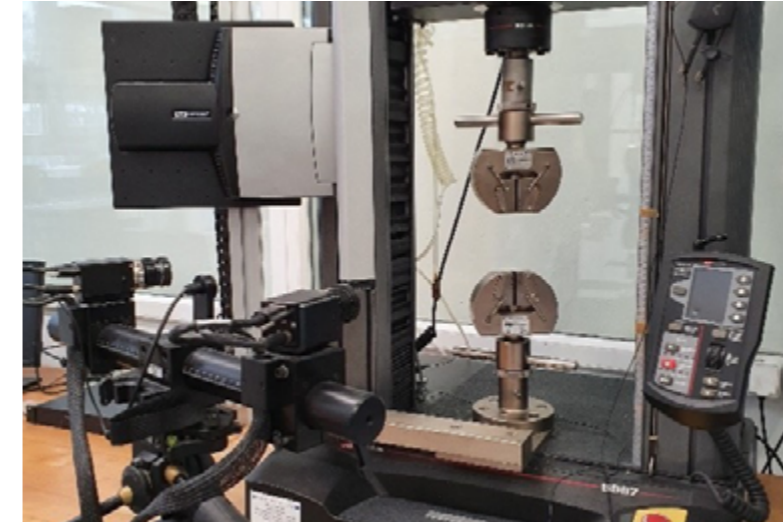
Dostępna aparatura

- reometr rotacyjny RheoStress 6000
- reometr rotacyjny Discovery HR-2



Badanie właściwości reologicznych

Próbę badania lepkości mieszanin prowadzi się za pomocą Reometru Rotacyjnego w układach płytka-płytko lub stożek-płytko. Możliwe jest badanie próbek w temperaturze pokojowej lub temperaturze podwyższonej. Szybkość obrotowa do 1500 [obr./min.], naprężenie 200 [nNm]-200 [mNm], częstotliwość oscylacji 0,0001-100 [Hz]. Pomiar polega na zbadaniu działających w próbce naprężeń ścinających oraz wartości lepkości dynamicznej przy danej szybkości ścinania i wygenerowaniu wykresów tych zależności. Pomiar czasu żelowania przeprowadzany jest za pomocą reometru Discovery HR-2 w trybie oscylacyjnym z układem pomiarowym typu płytka-płytko. Reometr ten posiada system automatycznej kontroli temperatury w dolnej i górnej części układu pomiarowego. Wynikiem pomiarów są wartości modułów: zachowawczego G' i stratności G'' , oraz lepkości zespolonej w funkcji czasu trwania badania.



Oznaczanie właściwości mechanicznych

Próba statycznego rozciągania, trójpunktowego zginania, wytrzymałości na ścinanie oraz ściskanie przeprowadzana jest na maszynie wytrzymałościowej Instron 5967 pracującej pod kontrolą programu Bluchill 3. Wymiary próbek do badań oraz parametry testów określają odpowiednie normy. Oznaczenie udarności metodą Charpy'ego oraz Izoda przeprowadzana jest za pomocą młota do badań udarnościowych PSW GEHARD ZORN. Energia kinetyczna uderzenia, dobierana jest odpowiednio do badanego materiału w zakresie 0,5-4 [J]. Próbki do badań w kształcie beleczek powinny mieć wymiary 80 x 10 x 4 mm (według normy PN-EN ISO 179-1). Oznaczanie twardości Brinella przeprowadzane jest za pomocą twardościomierza Zwick/Roell 3106.

Stosowane metody i techniki

- próba statycznego rozciągania
- próba trójpunktowego zginania
- wytrzymałość na ścinanie wraz z modułem Kirchhoffa
- oznaczanie twardości metodą Brinella
- badanie udarności metodą Charpy'ego oraz Izoda

Dostępna aparatura

- maszyna wytrzymałościowa INSTRON 5967
- młot do badań udarności Zorn
- twardościomierz Zwick/Roell

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 527-4
- PN-EN ISO 14125
- ASTM D7078-12
- EN 10109-1
- PN-EN ISO 179-1

Stosowane metody i techniki

- wtrysk tworzyw termoplastycznych, w tym wysokotemperaturowych (PEEK)
- wytłaczanie tworzyw termoplastycznych (componding, filamenty do druku 3D, folia rękawowa)
- druk 3D metodą FDM
- prasowanie tworzyw termoplastycznych i termoutwardzalnych
- otrzymywanie laminatów metodami infuzji, lekkiego LRTM, oraz vacuum bagging
- walcowanie

Dostępna aparatura

- wtryskarka Battenfeld Plus,
- wtryskarka Krauss Maffei ClassiX CX 50-180
- mikrowytłaczarka dwuślimakowa Haake ThermoScientific
- mikrowtryskarka Haake ThermoScientific
- linie do wytłaczania filamentu
- linie do wytłaczania folii, profili
- współbieżna wytłaczarka dwuślimakowa
- drukarka 3D
- dwuwalcarka Schwabenthan



Wytwarzanie i modyfikacja kompozytów polimerowych

Wytwarzanie i modyfikacja kompozytów polimerowych prowadzona jest za pomocą następujących metod:

- wytłaczanie tworzywa m.in. w postaci folii rękawowych o średnicy do 50 cm, filamentów do drukarek 3D, czy granulatu do wtrysku. Proces ten może być prowadzony w dużej skali- z wydajnością wytłaczania tworzywa do 10 [kg/godz.] lub małej skali- przy użyciu materiałów w ilości od 7 [g].
- wtrysk próbek do badań w postaci znormalizowanych kształtek, typu: wiosełka, beleczy i płytki.
- otrzymywanie kompozytów włóknistych metodą infuzji, LRTM, oraz vacuum bagging. W tej metodzie otrzymuje się kompozyty w postaci płyt o wymiarach maksymalnych 50 x 50 cm.
- przetwarzanie mieszanek gumowych (np. kauczuk naturalny, syntetyczny, z dodatkami) za pomocą dwuwalcarki. W zależności od rodzaju mieszanki stosowane są m.in. różne temperatury mieszania, prędkości obrotu walców oraz szerokości szczeliny.
- wytwarzanie trójwymiarowych obiektów metodą FDM, prowadzone jest za pomocą drukarki 3D. Używa się do tego m.in. filamentów PLA, ABS, PETG, a także materiałów wysokotemperaturowych, np. PEEK. Maksymalne pole robocze drukarki 3D, to: 400 mm (X) x 600 mm (Y) x 500 mm (Z), wyposażona jest w zmieniacz narzędzi z 5 niezależnymi głowicami, w tym 1 do 450°C
- proces prasowania – wytwarzane są w nim materiały w postaci płyt o wymiarach maksymalnych: 30 x 30 cm, z siłą nacisku do 30 ton. Za pomocą prasy możliwe jest przetwarzanie materiałów termoplastycznych oraz termoutwardzalnych dzięki funkcjom, takim jak: grzanie lub chłodzenie płyt prasowniczych.



Linia technologiczna do przygotowania farb i lakierów proszkowych

Wytłaczarka laboratoryjna przeznaczona do wytłaczania tworzyw, kompozytów, farb proszkowych.

Młyn ultra odśrodkowy RETSCH o symbolu ZM 200 jest używany do szybkiego rozdrabniania materiałów średnio twardych i włóknistych. Ze względu na skuteczną technikę rozdrabniania oraz szeroką gamę akcesoriów, ZM 200 gwarantuje delikatne przygotowanie próbek analitycznych w bardzo krótkim czasie.

Zestaw laboratoryjny Pistolet do nanoszenia farb proszkowych Corona PEM-X1 CG z kubkiem jest przydatnym, poręcznym oraz bardzo efektywnym sprzętem do malowania detali oraz małych ilości w celach testowych.

Kompaktowy światłoutwardzalny przenośnik taśmowy Dymax UVC-5 przeznaczony do utwardzania powłok światłem UV. Przyrząd jest idealny do utwardzania mniejszych części i może utwardzać materiały nakładane na różne podłoża, w tym papier, plastik, metal, szkło, materiały laminowane, płytki obwodów druków.

Stosowane metody i techniki

- nanoszenie farb proszkowych: metoda Corona
- technika nisko i wysokotemperaturowa
- utwardzanie za pomocą promieniowania UV

Dostępna aparatura

- wytłaczarka laboratoryjna, Producent: ZAMAK
- młyn palcowy z separacją sitową i przesiewacz wibracyjny
- pistolet do nanoszenia farb proszkowych Corona PEM-X1 CG
- kompaktowy światłoutwardzalny przenośnik taśmowy Dymax UVC-5 z taśmą o szerokości 120 mm

Stosowane metody i techniki

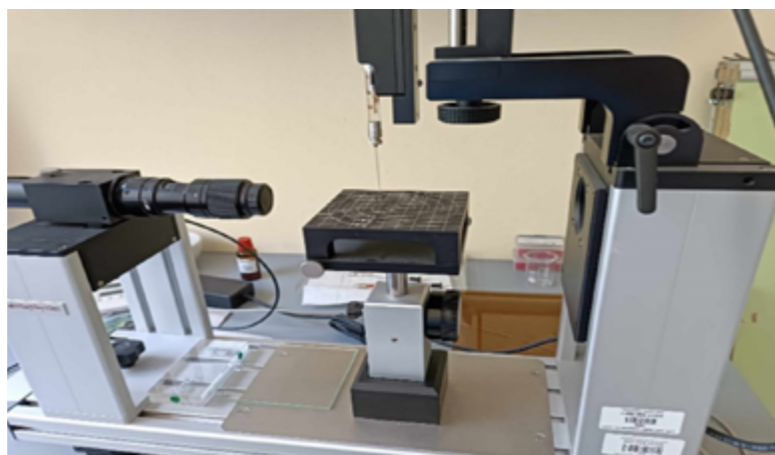
- statyczny oraz dynamiczny kąt zwilżania
- swobodna energia powierzchniowa
- napięcie międzyfazowe – IFT
- pomiar połysku pod kątem 20°, 60°, 85°
- przyczepność metodą siatki nacięć
- elastyczność - metoda gięcia na trzpieniu cylindrycznym
- twardość - metoda wahadła Koeniga i Persoza

Dostępna aparatura

- goniometr optyczny OCA 15EC (DataPhysics) wraz z oprogramowaniem
- rotacyjny tester ścieralności DT-523
- połyskomierz micro-TRI-gloss μ
- tester twardości metodą wahadła
- tester odporności na zarysowania CLEMEN itp.

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN 828



Laboratorium do badań powłok polimerowych

W laboratorium możliwe jest wykonanie szeregu analiz dotyczących oceny właściwości powłok polimerowych w tym m.in. badań:

- kąta zwilżania oraz określanie swobodnej energii powierzchniowej (SEP) (PN-EN 828)
- odporności na ścieranie (PN-EN ISO 77784-1:2008)
- połysku pod kątem 20°, 60°, 85° (PN-EN ISO 2813)
- przyczepności do podłoża (PN-EN ISO 2409)
- elastyczności (PN-EN-ISO 1519)
- twardości względnej (PN-EN ISO 1522)
- odporności na zarysowanie (PN-EN ISO 1518)
- tłoczności (PN-EN ISO 1520)
- chropowatości (PN-EN ISO 12085) itp.



Laboratorium analizy termogravimetrycznej (TGA)

Analiza termogravimetryczna umożliwia m.in. badanie:

- stabilności termicznej materiałów
- odporności materiałów na utlenianie
- skład układow kompozytowych
- szacowanego czasu użyteczności materiałów
- kinetyki rozkładu termicznego materiałów
- wpływu atmosfery na reaktywność lub korozję materiałów
- zawartości wilgoci i składników lotnych w materiałach

Stosowane metody i techniki

- analiza termogravimetryczna (TGA)
- analiza kinetyki degradacji materiałów

Dostępna aparatura

- termoanalyzer TGA/DSC1 (Mettler Toledo)

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 11358-1

Katedra Technologii i Materiałoznawstwa Chemicznego

Stosowane metody i techniki

- oznaczanie skręcalności właściwej

Dostępna aparatura

- polarymetr cyfrowy, Jasco P-2000



Polarymetr cyfrowy

Automatyczny polarymetr cyfrowy wyposażony w komputer z oprogramowaniem „Spectra Manager II” umożliwia szybki pomiar, odczyt i archiwizację danych w różnych trybach pracy i stosowany jest do pomiaru kąta obrotu powstałego poprzez przepuszczenie światła spolaryzowanego przez optycznie czynną substancję. Aparat bezpośrednio mierzy skręcalność, skręcalność właściwą, stężenie, zawartość cukru, Brix i czystość optyczną. Może być stosowany do testowania skuteczności katalizatorów i asymetrycznych procesów syntezy oraz do analizy jakości surowców i gotowych produktów.

Katedra Technologii i Materiałoznawstwa Chemicznego

Stosowane metody i techniki

- wybór długości fali i stężeń roztworów wzorcowych
- oznaczanie stężenia metodą krzywej wzorcowej

Dostępna aparatura

- spektrofotometr UV-Vis, Hitachi U-1900



Analiza jakościowa i ilościowa związków organicznych i nieorganicznych w roztworach metodą UV-Vis.

Laboratorium wyposażone jest w:

- Aparat wyposażony w wyświetlacz LCD z możliwością podłączenia
- za pomocą kabla komunikacyjnego RS-232C do komputera
- z oprogramowaniem „UV-Solutions”.
- Uchwyt kuwety ma 4 pozycje.
- Zakres pomiarowy 190-1100 nm, źródło światła: lampy W1 i D2
- (automatyczna zmiana przy 340 nm).

Katedra Technologii i Materiałoznawstwa Chemicznego

Stosowane metody i techniki

- spektrometr i mikroskop FTIR mogą być zastosowane do charakterystyki i identyfikacji związków i materiałów organicznych i nieorganicznych technikami FTIR w fazie stałej i ciekłej
- techniki pomiaru - transmisyjna (tabletki KBr), ATR (ciecz, ciało stałe) i DRIFT (materiały proszkowe).
- mikroskop FTIR Nicolet iN10MX umożliwia rejestrację widm FTIR metodą transmisyjną, ATR oraz odbiciową dla próbek materiałów nieorganicznych i organicznych, w tym kompozytów, wraz z mapowaniem rozkładu intensywności charakterystycznych pasm na powierzchni próbki. Aparat wyposażony jest dodatkowo w diamentową mikrocelę pomiarową dla próbek mikroskopowych.
- możliwość identyfikacji składu materiału na podstawie dostępnych baz bibliotek.

Dostępna aparatura

- spektrometr badawczy Nicolet 8700
- zintegrowany mikroskop FTIR Nicolet iN10MX



Laboratorium Spektrometrii Molekularnej

Laboratorium wyposażone jest w:

- Spektrometr badawczy z dwoma źródłami promieniowania wybranymi i przetwarzanymi komputerowo (lampa wolframowa na zakres $27000-2000\text{ cm}^{-1}$ oraz źródło ceramiczne na zakres $9600-20\text{ cm}^{-1}$), dzielnik wiązki (beamsplitter): XT-KBr na zakres $11000-375\text{ cm}^{-1}$, detektor DLaTGS na zakres $12500-350\text{ cm}^{-1}$, zdolność rozdzielcza lepsza niż $0,09\text{ cm}^{-1}$. Umożliwia pomiar widm techniką transmisyjną (tabletki KBr, $4000-400\text{ cm}^{-1}$), techniką ATR (przystawka diamentowa, $4200-650\text{ cm}^{-1}$) oraz dyfuzyjnego rozproszenia (przystawka DRIFT, $4000-400\text{ cm}^{-1}$). Dostępne biblioteki widm. Zakupiony w 2011 r.
- Zintegrowany mikroskop FTIR typu „stand-alone” pracujący samodzielnie, bez konieczności podłączania zewnętrznego spektrometru FTIR wyposażony w interferometr z wielowarstwowym dzielnikiem wiązki Ge/KBr na zakres co najmniej $7\ 600 - 375\text{ cm}^{-1}$, detektor DLaTGS zapewniający pomiary w zakresie spektralnym co najmniej $7600 - 450\text{ cm}^{-1}$, pozwalający na gwarantowany pomiar próbek o wielkości już od $50\ \mu\text{m}$, matrycowy detektor MCT-A zapewniający pomiary w zakresie co najmniej $7600 - 715\text{ cm}^{-1}$, kryształ ATR „slide-on” germanowy, podstawowy zestaw do przygotowania próbek mikroskopowych (co najmniej: pinceta, skalpel, płytki solne 13 mm BaF_2 , slajdy mikroskopowe $1'' \times 3''$ do pomiarów transmisyjnych i odbiciowych). Zakupiony w 2011 r.

Katedra Technologii i Materiałoznawstwa Chemicznego



Laboratorium Spektrofotometrii UV-Vis

Laboratorium wyposażone jest w jednowiązkowy spektrofotometr UV-Vis Thermo Scientific Helios BETA z wielopozycyjnym zmieniaczem próbek (karuzelą). Aparat wyposażony w wyświetlacz LCD z możliwością podłączenia do komputera z oprogramowaniem VisionNite. Aparat posiada karuzelę na 7 kuwet. Zakres pomiarowy $190-1100\text{ nm}$, źródło światła: lampy W1 i D2.

Stosowane metody i techniki

- analiza jakościowa i ilościowa związków organicznych i nieorganicznych w roztworach metodą UV-Vis.

Dostępna aparatura

- spektrofotometr UV-Vis Helios BETA

Katedra Technologii i Materiałoznawstwa Chemicznego

Stosowane metody i techniki

- analiza chromatograficzna (GC) składu jakościowego i ilościowego różnych klas lotnych związków organicznych, w tym niektórych klas związków chiralnych. Zakres badań zależy od rodzaju zainstalowanej kolumny chromatograficznej. Na wyposażeniu laboratorium chromatograficznego znajdują się następujące kolumny kapilarne HP-1, HP-5, HP-5MS, HP-50+, HP-FFAP, DB-WAX i HP-Chiral i Chiraldex G-TA.
- możliwa analiza prób lotnych związków z nad roztworów (techniką HEADSPACE)
- analiza chromatograficzna (HPLC) składu jakościowego i ilościowego różnych nielotnych związków organicznych, w tym m.in., niektórych grup związków chiralnych i innych związków biologicznie-czynnych. Na wyposażeniu laboratorium chromatograficznego są następujące kolumny chromatograficzne: PL Mixed gel C, Chiralcel OD, (R)- α -Burkle-2, Eclipse XDB-C18, (3R,4S)-Pirkle 1-J.
- aktualnie jeden chromatograf ciekłowy wykorzystywany jest głównie do analizy rozkładu mas cząsteczkowych polimerów.



Laboratorium Badania Struktury Związków Chemicznych, Nanokompozytów i Nanofunkcjonalnych Materiałów Katalitycznych

Laboratorium wyposażone jest w:

- Dwukanałowy chromatograf gazowy HP 5890 z dwoma dozownikami typu split-splitless i dwoma detektorami FID. Chromatograf zakupiony w 1992 r., chromatograf gazowy HP 5890 dozownikiem typu split-splitless, detektorem FID i autosamplerem. Rocznik - 1992.
- Dwukanałowy chromatograf gazowy Agilent Technologies 7890A wyposażony w dwa dozowniki typu split/splitless, autosampler, detektor płomieniowo jonizacyjny (FID) i detektor wychwytu elektronów (ECD) oraz przystawkę HEADSPACE Agilent Technologies 7694E. Chromatograf zakupiony w 2011 r., chromatograf gazowy Agilent Technologies 7890A wyposażony w dozownik typu split/splitless, autosampler, detektor płomieniowo jonizacyjny (FID). Zakupiony w 2012 r., chromatograf gazowy Agilent Technologies 7890A wyposażony w 2 dozowniki typu split/splitless, autosampler, detektor płomieniowo jonizacyjny (FID), detektor MS Agilent Technologies 5975E (jonizacja elektronowa lub chemiczna). Zakupiony w 2013 r.
- Chromatograf ciekłowy HPLC Agilent 1100 wyposażony w pompę czterokanałową, detektor diodowy, detektor refraktometryczny z automatycznym zaworem oszczędzania rozpuszczalnika) z oprogramowaniem HPLC 3D ChemStation i 2D ChemStation, zawierającym moduł GPC.
- Chromatograf analityczny HPLC Agilent 1260 Infinity z pompą poczwórną i detektorem UV-Vis oraz autosamplerem. Oprogramowanie HPLC ChemStation. Zakupiony w 2013 r.



Laboratorium analizy termicznej i badania reaktywności polimerów

Metoda DMA pozwala na wyznaczanie parametrów termomechanicznych takich jak moduł zachowawczy, stratności i zespolony dla kilku trybów pomiarowych (ściskanie, rozciąganie, zginanie, ścinanie) i możliwość wyznaczania odpowiednich dla tych trybów modułów. Dynamiczna analiza mechaniczna umożliwia na wyznaczanie temperatury zeszczenia, szacowania stopnia usieciowania i określanie czy materiał jest w pełni utwardzony.

Metodami DSC laboratorium oferuje możliwość wyznaczania temperatur przejść fazowych (topnienie, krystalizacja, przejście szkliste) oraz wykrywanie zanieczyszczeń, identyfikację substancji (szczególnie polimerów), przybliżanie i określanie ich składu. Odmiana DSC z modulacją temperatury umożliwia rozdzielenie efektów odwracalnych i nieodwracalnych nakładających się na siebie, co jest szczególnie przydatne w przypadku analizy złożonych mieszanin. Przy pomocy metody DSC wyznaczamy także ciepło właściwe materiałów mało- i wielkocząsteczkowych i badamy reakcje chemiczne (szczególnie sieciowanie).

Mikroskop optyczny wyposażony w stół grzewczy i opcję polaryzacji pozwala na obserwację materiałów w szerokim zakresie temperatury dla wszystkich materiałów i detekcję oraz określanie charakteru fazy ciekłokrystalicznej.

Na wyposażeniu laboratorium znajduje się również urządzenie pozwalające na wytworzenie jednorodnego pola magnetycznego i wysokiej indukcji i badania z jego wykorzystaniem.

Stosowane metody i techniki

- dynamiczna analiza mechaniczna DMA
- skaningowa kalorymetria różnicowa DSC
- skaningowa kalorymetria różnicowa z modulacją temperatury TOPEM®DSC
- mikroskopia optyczna i polaryzacyjna z opcją ogrzewania i chłodzenia
- badania z wykorzystaniem jednorodnego pola magnetycznego

Dostępna aparatura

- dynamiczny analizator termomechaniczny DMA/SDTA861e, Mettler Toledo
- skaningowy kalorymetr różnicowy DSC822^e, Mettler Toledo
- skaningowy kalorymetr różnicowy DSC1, Mettler Toledo
- mikroskop metalograficzny – polaryzacyjny OPTA TECH LAB40 sprzężony ze stolikiem grzewczym Linkam LTS420
- urządzenie do wytwarzania jednorodnego pola magnetycznego RTM1

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 11357-1

Stosowane metody i techniki

- rejestrowane są widma ^1H , ^{13}C , ^{11}B , ^{31}P , ^{15}N , ^{19}F związków organicznych oraz polimerów naturalnych i syntetycznych
- konfiguracja spektrometru pozwala na rejestrację widm NMR z zastosowaniem technik pomiarowych takich jak: DEPT, COSY, HSQC, HMBC, HETCOR, NOESY, ROESY i inne.
- dostępne rozpuszczalniki deuterowane: chloroform, woda, sulfotlenek dimetylu, aceton, benzen, dimetyloformamid, etanol, metanol, kwas siarkowy, acetonitryl, toluen.



Laboratorium wyposażone jest w:

Spektrometr FT-NMR Bruker Avance II 500 MHz z magnesem nadprzewodzącym typu ULTRASHIELD 500 PLUS o natężeniu pola magnetycznego 11,7440 T.

Spektrometr NMR umożliwia badanie struktury związku poprzez jego wcześniejsze rozpuszczenie w odpowiednim rozpuszczalniku deuterowanym, następnie umieszczenie próbki w silnym polu magnetycznym generowanym przez magnes nadprzewodzący, dostarczeniu poprzez nadajnik w sondzie energii do jąder atomowych poprzez impuls elektromagnetyczny, szybkiej rejestracji detektorem zanikającej indukcji elektromagnetycznej. Tak uzyskany wynik przetwarzamy za pomocą transformacji Fouriera uzyskując klasyczne widmo 1D-NMR. Technika należy do metod nieniszczących próbkę, którą często można odzyskać po wykonaniu pomiaru. Wysoka wartość pola magnetycznego generowana przez magnes pozwala uzyskać satysfakcjonującą rozdzielczość spektralną widma.



SAXS

Laboratorium wyposażone jest w:

- Dyfraktometr niskokątowy Bruker Nanostar-U pracujący w geometrii transmisyjnej z lampą miedziową (promieniowanie o długości 1.54 Å).
- Optykę (skrzyżowane lustra Goebela) pozwalającą na otrzymanie wiązki równoległej o średnicy 500 mikronów.
- Detektor dwuwymiarowy pozwalający na szybką rejestrację sygnałów, oraz uchwycenie anizotropii w budowie ziaren, krystalitów, czy kierunku naprężeń wywołanych np. ciśnieniem.
- Przystawkę temperaturową pozwalającą na pracę w zakresie od temperatury pokojowej do 350 °C,
- Przystawkę tensometryczną pozwalającą na wykonywanie pomiarów w funkcji wydłużenia lub naprężenia (do 600 N),
- Przystawkę do wykonywania pomiarów (SAXS) metodą grazing incidence.
- Umożliwia wykonywanie pomiarów w osłonie gazów obojętnych.

Aparat typu SAXS umożliwia obserwację struktur o bardzo dużej periodyczności takich jak materiały polimerowe w szczególności nanonapełniacze i nanokompozyty polimerowe, jak również kryształy molekularne i materiały biologiczne. Analiza rozpraszania niskokątowego dostarcza również informacji o wymiarach i geometrii nanocząsteczkowych obiektów. Metodą tą bada się kształt niejednorodności, klastrów, białek, perkolacji, itp. W pewnych przypadkach (np. proszki) funkcja rozpraszania pozwala policzyć wymiarowość perkolacji (czy jest to łańcuch, czy ziarno). Metoda pomiarów SAXS dostarcza informacji takich jak wielkość cząstek, rozkład rozmiarów od 1 do 700 nm, orientacja w cieczach, proszkach i w próbkach o dużym rozmiarze.

Stosowane metody i techniki

- obserwacja 2D i badania morfologii układów dwufazowych o bardzo dużej periodyczności w materiałach polimerowych (w szczególności nanonapełniaczy i nanokompozytów polimerowych).
- obserwacja 2D i badania morfologii kryształów molekularnych i materiałów biologicznych.
- badania morfologii układów dwufazowych w zakresie temperatur od temperatury otoczenia do 300 °C.
- badania morfologii układów dwufazowych z zastosowaniem przystawki tensometrycznej.
- analiza rozpraszania niskokątowego i interpretacja wyników.

Dostępna aparatura

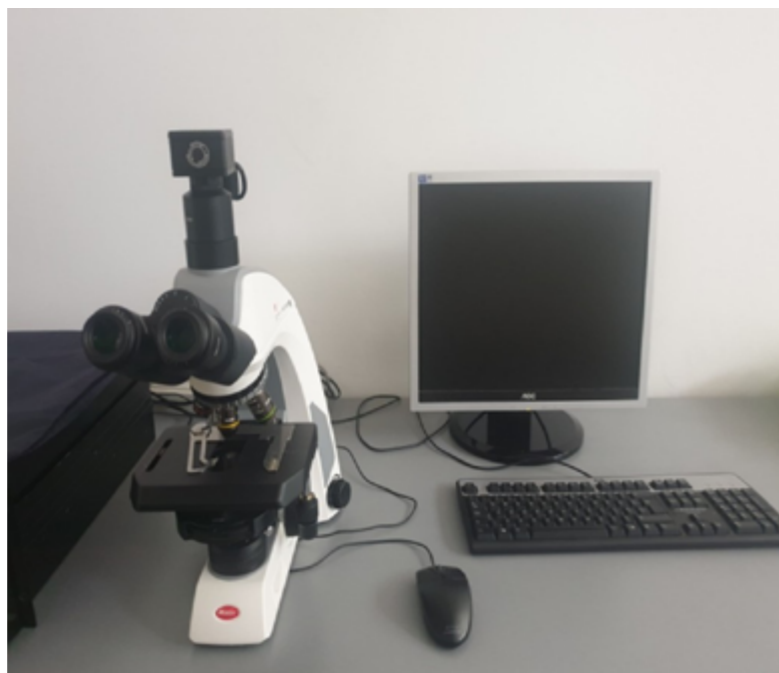
- dyfraktometr niskokątowy Bruker Nanostar-U

Stosowane metody i techniki

- stosowaną techniką obserwacji w mikroskopie jest metoda jasnego pola.
- powiększenie standardowe 40x, 100x, 400x i 1000x

Dostępna aparatura

- mikroskop biologiczny, serii Pantera firmy Motic



Mikroskop biologiczny

Obserwowanie próbek poliuretanowych (struktury, ilości i wielkości porów). Wykonywanie zdjęć próbek wraz z pomiarami.

Mikroskop zaprojektowany do prac badawczych laboratoriach. Wyposażony jest w okulary o szerokim polu widzenia 25 mm. Posiada mocne oświetlenie halogenowe (100W) do pracy w świetle przechodzącym w układzie Köhlera. Pokrętko ustawiania ostrości ma rozdzielczość 1 μm . Kodowana misa rewolwerowa „zapamiętuje” poziom jasności oświetlenia dla każdej pozycji obiektywu. Przyjazna dla środowiska funkcja ECO to automatyczny tryb oszczędzania energii, który chroni próbkę przed nadmiernym nagrzaniem. Dodatkowo został wyposażony w zintegrowany port USB do zasilania kamery oraz wskaźnik LED intensywności oświetlenia w rewolwerze obiektywowym.

Stosowane metody i techniki

- badanie palności tworzyw polimerowych
- określenie procentowej wartości indeksu tlenowego

Dostępna aparatura

- aparat do wyznaczania indeksu tlenowego (palność tworzyw sztucznych) LOI firmy Concept Equipment, Anglia

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 4589 Part:2-1996
- PN-EN 4589-2:2006/A1:2006 (U)
- ASTM D 2863-06a



Wyznaczanie indeksu tlenowego (LOI) tworzyw sztucznych

Indeks tlenowy (LOI) jest to podstawowy parametr określający względną palność materiałów polimerowych takich, jak tworzywa sztuczne, guma lub materiały włókiennicze. Podczas testu wykonuje się spalanie małej próbki materiału w kontrolowanej atmosferze tlenu oraz azotu. W wyniku badania określa się minimalne stężenie tlenu w mieszaninie z azotem, przy którym jeszcze podtrzymywane jest spalanie materiału.

Zakres pomiaru 0-100% O₂
Dokładność pomiaru koncentracji tlenu: 0,1%
Zasilanie w azot i tlen z butli

Stosowane metody i techniki

Analizator UNICUBE jest zoptymalizowany pod kątem analizy zawartości w badanym materiale poniższych pierwiastków, tryby pracy:

- CHNS
- CHN
- CNS
- CN
- Cl
- O

Dostępna aparatura

- analizator elementarny serii UNICUBE firmy Elementar, Niemcy analizuje zawartość procentową pierwiastków: C, H, N, S, Cl
- analizator elementarny serii RapidOXYcube firmy Elementar, Niemcy analizuje zawartość procentową pierwiastków: O

Badania na zgodność z numerami norm

- normy bezpieczeństwa wg dyrektywy EU 2006/42/EG
- aparat spełnia wymagania norm CE zgodnie z dyrektywami CE: EMC 89/336/EEC, LVD 73/23/EEC



Analiza elementarna: Określenie procentowej zawartości pierwiastków C, H, N, S, Cl, O w badanym materiale

Przeznaczony do analiz wszystkich próbek organicznych i większości nieorganicznych zarówno stałych jak ciekłych. Pozwala na oznaczanie zawartości procentowej pierwiastków: C, H, N, S, Cl, O w związkach organicznych, farmaceutykach, polimerach, katalizatorach, olejach, kosmetykach, gumach, barwnikach, nawozach, materiale roślinnym, glebach, żywności, kompoście, osadach ściekowych, odpadach, biomasie i w wielu innych.

Rozdział mierzonych składników odbywa się na kolumnie z oddzielnymi dla oznaczanych składników, selektywnymi złożami, absorbującymi z mieszaniny gazów reakcyjnych tylko określony pierwiastek w postaci tlenku powstałego w reakcji utleniania i redukcji do postaci wykrywalnej przez detektor. Złoże magazynuje w całości analit danego pierwiastka uzyskany po spaleniu danej próbki.

Analizator wyposażony jest w detektor przewodności cieplnej (TCD), detektor podczerwieni (IR) dla analizy siarki oraz detektor elektrochemiczny dla analizy chloru.

Zakresy pomiarowe:

- C: 0 – 14 mg wart. bezwgl. lub 0-100%
- H: 0 – 2 mg wart. bezwgl. lub 0-100%
- N: 0 – 10 mg wart. bezwgl. lub 0-100%
- S: 0 – 3 mg wart. bezwgl. lub 0-100%
- O: 0 – 6 mg wart. bezwgl. lub 0-100%
- Cl: 0 – 1,2 mg wart. bezwgl. lub 0-100%
- Odchylenie standardowe: <0,1%



Stosowane metody i techniki

- GCMS – metoda analityczna wykorzystująca spektrometrię mas w celu identyfikacji badanych substancji w próbce
- FID – detekcja płomieniowo-jonizacyjna. Detektor umożliwia wykrycie większości węglowodorów, wyjątkiem są formaldehyd i kwas mrówkowy

Dostępna aparatura

- chromatograf gazowy Agilent 7890A
- detektor FID
- detektor MS (z jonizacją EI i CI - chemiczną dodatnią i ujemną)

Badanie składu jakościowego oraz ilościowego złożonych mieszanin związków chemicznych za pomocą chromatografu gazowego GCMS

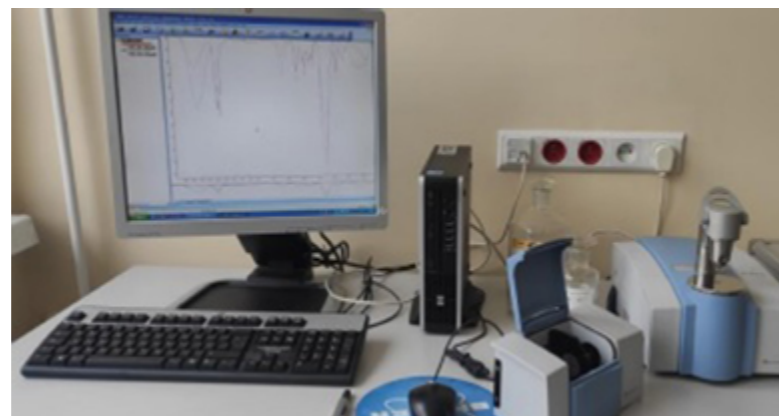
Chromatografia gazowa z detekcją FID i MS jest wyspecjalizowaną techniką analityczną pozwalającą na dokładne określenie masy cząsteczkowej badanego związku, jego struktury oraz ilości w badanym materiale. Procedura analityczna oparta o technikę MS obejmuje kilka etapów poczynszy od jonizacji próbki w źródle, przez rozdzielanie powstałych jonów w analizatorze w oparciu o stosunek ich masy do ładunku (m/z), następnie ich identyfikację w detektorze oraz interpretację widm masowych, stanowiących końcowy wynik przeprowadzonych analiz. W układzie sprzężonym GC/MS chromatograf gazowy pozwala na rozdział analizowanej mieszaniny na składniki w czasie. Natomiast spektrometr mas rejestruje ich widma masowe, na podstawie których każdy ze składników rozdzielonej mieszaniny może być zidentyfikowany w dostępnej bibliotece widm.

Stosowane metody i techniki

- ATR: głównie dla substancji ciekłych/żywicowatych
- transmisyjna w postaci pastylki KBr

Dostępna aparatura

- spektrometr ALPHA FT-IR firmy BRUKER, Niemcy z oprogramowaniem OPUS



Analiza różnorodnych materiałów za pomocą podczerwieni (IR)

Spektrofotometr ALPHA-FT-IT wyposażony jest w przystawkę ATR z kryształem diamentowym do badania ciał stałych i ciekłych oraz transmisyjną przystawkę do badania próbek ciał stałych w postaci sprasowanej pastylki KBr. Standardowe parametry pomiaru w zakresie: 450 cm^{-1} do 4000 cm^{-1} , rozdzielczość 4 cm^{-1} , uśrednienie 64 skanów.

Rodzaj wykonywanych badań:

- techniką ATR (daje możliwość badania ciał stałych oraz ciekłych w szerokim zakresie pH),
- techniką transmisyjną w pastylce KBr (pozwala na badanie ciał stałych, np. polimerów),
- analiza porównawcza.



Mieszalnik Stephan UMC 5

Mieszalnik Stephan UMC5 jest używany do szybkiego wykonania wielu operacji za pomocą jednej maszyny, tj. szlifowania, mieszania, cięcia, emulgowania, ogrzewania i niebezpośredniego chłodzenia za pomocą systemu próżniowego do 100 mbar ze stałą kontrolą temperatury. Misa mieści od 0,5 do 3 l wsadu, maksymalna temperatura pracy mieszalnika to 95 °C. Maszyna może pracować z prędkością od 300 do 3000 t/min.

Stosowane metody i techniki

- mieszanie
- cięcie
- emulgowanie
- ogrzewanie
- niebezpośrednie chłodzenie za pomocą systemu próżniowego

Dostępna aparatura

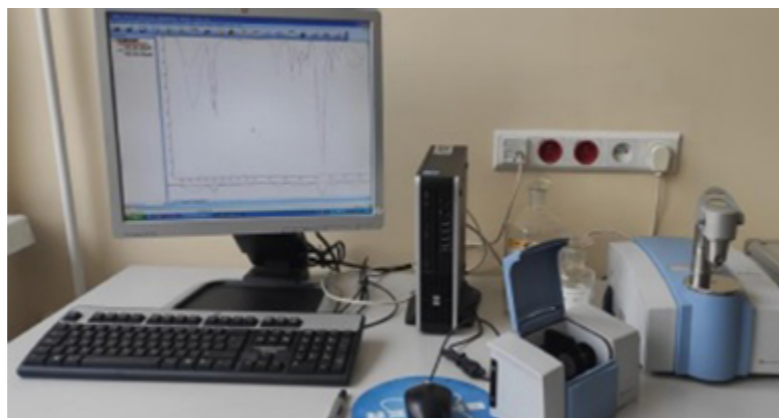
- mieszalnik Stephan UMC 5

Stosowane metody i techniki

- techniki obserwacji: BF, DF, PHC, POL, MMC, Epifluorescencja
- powiększenie standardowe 40x, 100x, 400x i 1000x
- typ obserwacji: światło przechodzące

Dostępna aparatura

- mikroskop polaryzacyjny, serii Pantera firmy Motic
- oprogramowanie Motic Images Plus 3.0 ML
- Motic Images Multi-Focus Pro 1.0



Mikroskop polaryzacyjny

Obserwacja próbek tworzyw sztucznych, głównie poliuretanowych (struktura, ilość i wielkość porów). Wykonywanie zdjęć próbek wraz z pomiarami.

Mikroskop zaprojektowany jest do prac badawczych w laboratoriach. Wyposażony jest w okulary o szerokim polu widzenia 25 mm. Posiada mocne oświetlenie halogenowe (100W) do pracy w świetle przechodzącym w układzie Köhlera. Pokrętko ustawiania ostrości ma rozdzielczość 1 μm . Kodowana misa rewolwerowa „zapamiętuje” poziom jasności oświetlenia dla każdej pozycji obiektywu. Przyjazna dla środowiska funkcja ECO to automatyczny tryb oszczędzania energii, który chroni próbkę przed nadmiernym nagrzaniem. Dodatkowo został wyposażony w zintegrowany port USB do zasilania kamery oraz wskaźnik LED intensywności oświetlenia w rewolwerze obiektywowym.



Ultramikrotom PTXL: PowerTome RMC Boeckeler

Ultramikrotom PTXL: PowerTome pozwala na perfekcyjne przygotowanie cienkich i ultra cienkich próbek materiałów badanych za pomocą techniki STEM i TEM. Do sekcjonowania preparatu wykorzystywany jest nóż diamentowy. Aparat umożliwia sterowanie szybkością cięcia oraz regulacją kroku posuwu. Otrzymywane próbki mieszczą się w zakresie grubości od 5 nm do 10 μm .

Stosowane metody i techniki

- skrawanie próbek w zakresie grubości od 5 nm do 10 μm

Dostępna aparatura

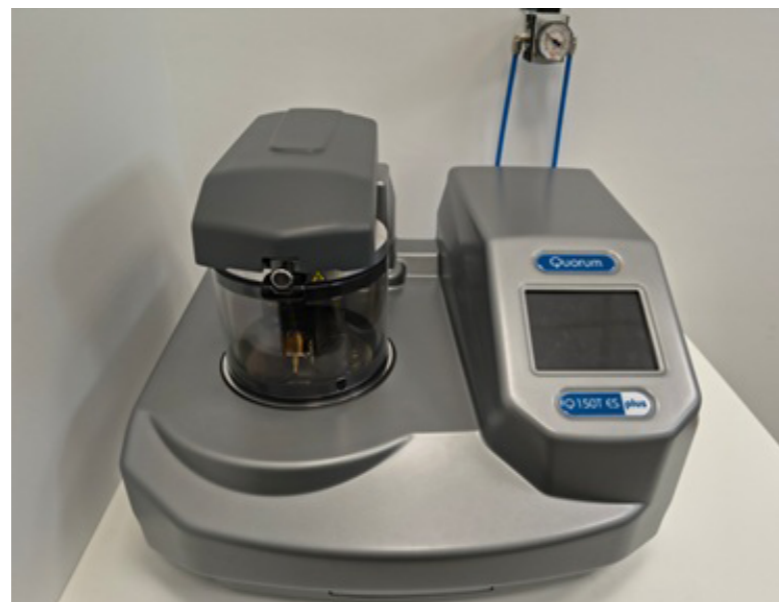
- ultramikrotom PTXL: PowerTome RMC Boeckeler

Stosowane metody i techniki

- nanoszenie warstwy węgla (C), złota (Au), platyn (Pt), srebra (Ag), miedzi (Cu), niklu (Ni), mieszaniny złoto/pallad (Au/Pd) na powierzchnię próbek nieprzewodzących

Dostępna aparatura

- napyłarka wysokopróżniowa Q150T E plus



Napyłarka wysokopróżniowa Q150T E plus Quorum Technologies

Napyłarka wysokopróżniowa umożliwia nanoszenie cienkich, amorficznych warstw węgla (C), złota (Au), platyn (Pt), srebra (Ag), miedzi (Cu), niklu (Ni) czy mieszaniny złoto/pallad (Au/Pd) o wysokiej czystości i dużej gęstości na powierzchnię próbek nieprzewodzących, w celu poprawy przewodności elektrycznej próbek analizowanych przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) oraz przygotowanie próbek do badań w trybie skaningowo-transmisyjnym (STEM).



Piec mikrofalowy Multiwave 3000

Technika prowadzenia reakcji chemicznych w zamkniętych zbiornikach pomaga skrócić czas reakcji poprzez umożliwienie zastosowania wyższych temperatur jednocześnie zapobiegając utracie lotnych analitów. Wynikające z tego niskie zużycie odczynników oszczędza czas zmniejsza koszty, a także pomaga zminimalizować narażenie na korozyjne gazy i niebezpieczne opary rozpuszczalników. Multiwave 3000 jest urządzeniem do przeprowadzania ekstrakcji mikrofalami (MAE), która znacznie skraca czas reakcji w porównaniu z konwencjonalnymi metodami, takimi jak Soxhlet. Multiwave 3000 odparowuje kwasy i wstępnie zagęszcza roztwory wodne bezpośrednio z naczyń reakcyjnych w całkowicie kontrolowanych warunkach pomieszczenia czystego. Ponadto piec mikrofalowy Multiwave 3000 wykonuje delikatne suszenie bez karbonizacji lub zanieczyszczenia próbek, w czasie krótszym w porównaniu do czasu wymaganego przez konwencjonalne techniki.

Stosowane metody i techniki

- trawienie – roztworzenie próbek kwasami wykorzystywane w analizach środowiskowych i testach materiałowych
- ługowanie – badanie reakcji materiałów na działanie fugu (metodami US-EPA i ASTM)
- ekstrakcja mikrofalami (MAE)
- odparowanie
- suszenie

Dostępna aparatura

- piec mikrofalowy Multiwave 3000 Anton Paar

Stosowane metody i techniki

- Pomiar kąta skręcania
- International Sugar Scale bez kompensacji temperatury
- International Sugar Scale z kompensacją temperatury właściwego kąta skręcania

Dostępna aparatura

- polarymetr AP-300 ATAGO



Pomiar kąta skręcalności optycznej

Pomiar kąta skręcalności optycznej za pomocą polarymetru AP300 ATAGO stosowany jest do analizy związków chemicznych, szczególnie związków organicznych, np. cukrów, aminokwasów czy niektórych leków. Urządzenie znajduje zastosowanie w chemii, farmacji, biologii oraz przemyśle spożywczym (np. do określania zawartości cukru w roztworach).

Polarymetr AP-300 ATAGO pozwala na pomiar kąta skręcania, właściwego kąta skręcania, stężenia i czystości badanego roztworu. Zakres kąta skręcania od -89.99 do 89.99° ; International Sugar Scale od -130.00 do $+130.00^\circ Z$. Dokładność pomiarowa $\pm 0.01^\circ$. Wykorzystywana długość fali światła 589 nm (D).



ZEISS GeminiSEM 360 Mikroskop elektronowy skanujący emisją polową

Skaningowy mikroskop elektronowy umożliwia obrazowanie próbek przewodzących, nieprzewodzących, dia-, para- i ferromagnetycznych z powiększeniem $200000\times$. Pozwala na analizę stanu powierzchni i ocenę morfologii próbki. Mikroskop pracuje w trybie wysokiej próżni (HV) oraz zmiennej próżni (VP). Wyposażony jest w detektory:

- detektor elektronów wtórnych (SE) wykorzystywany do obrazowania topografii próbek,
- detektor elektronów wtórnych do pracy w trybie zmiennej próżni (VPSE), umożliwiający analizę i obrazowanie nieprzewodzących, silnie gazujących i wilgotnych próbek,
- detektor elektronów wtórnych InLens SE, pozwalający na uzyskanie głównych informacji o topografii powierzchni próbki,
- diodowy, pięciopółowy detektor elektronów wstecznie rozproszonych (BSD) montowany,
- detektor elektronów przechodzących aSTEM, umożliwiający pracę w trybach: DF, BF, ODF, HAADF, stosowany do obrazowania składu i topografii ultracienkich próbek.

Mikroskop wyposażony jest w przystawkę EDS umożliwiającą detekcję pierwiastków od Be do U. Pozwala na uzyskiwanie map i rozkładu pierwiastków oraz podawanie wyniku w % wagowych i atomowych.

Mikroskop zintegrowany jest ze stolikiem chłodzącym DEBEN działającym w zakresie -25°C ÷ 160°C .

Stosowane metody i techniki

Mikroskop wyposażony jest w detektory:

- InLens SE
- SE
- VPSE
- BSD
- aSTEM

Dostępna aparatura

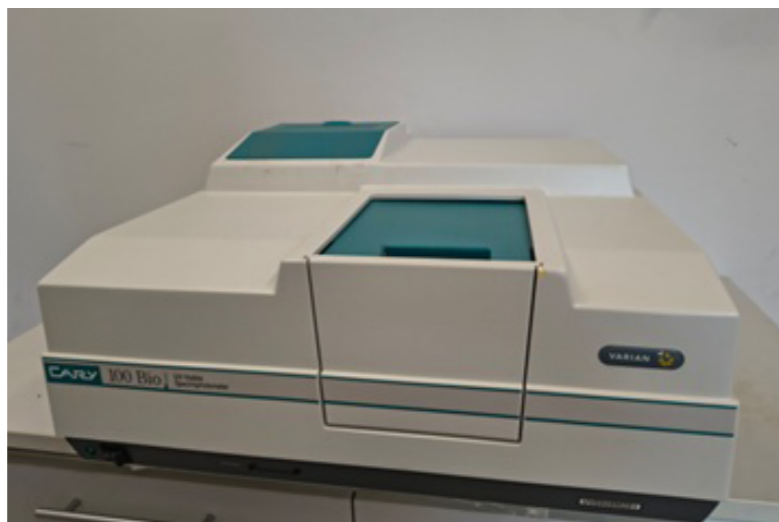
- skaningowy mikroskop elektronowy GeminiSEM 360 ZEISS
- przystawka EDS Ulti Max 65 Oxford Instruments
- DEBEN CoolStage

Stosowane metody i techniki

- rejestracja widm UV-Vis w zakresie 190-900 nm
- wyznaczanie wartości absorpcji przy zadanej długości fali
- analiza widm UV-Vis

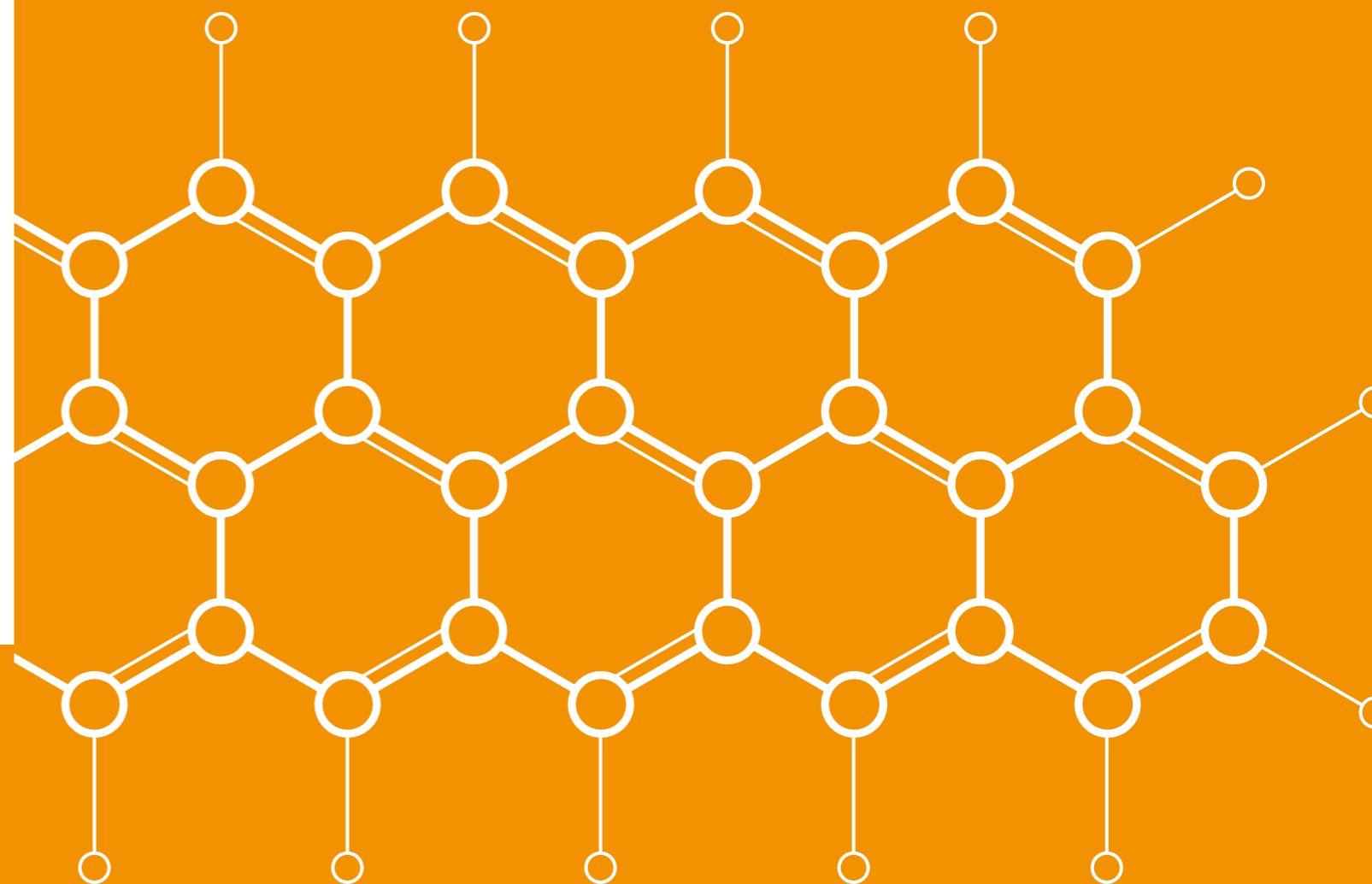
Dostępna aparatura

- spektrofotometr UV-Vis CARY 100 Bio



Analiza budowy związków absorbujących promieniowanie UV i Vis

Spektrofotometr UV-Vis CARY 100 bio wykorzystywany jest do pomiaru właściwości absorpcji i przepuszczalności światła przez próbkę, pozwala na uzyskanie danych na temat składu i właściwości chemicznych badanego materiału. Pomiar odbywa się w zakresie długości fali od 190 do 900 nm z dokładnością ± 2 nm. Źródło światła stanowi halogen wolframowy i lampa deuterowa. Aparat wyposażony jest w funkcję regulacji temperatury, uchwyty na próbki ciekłe i stałe.



ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów
e-mail: dwe@prz.edu.pl
weii.prz.edu.pl



**WYDZIAŁ
ELEKTROTECHNIKI
I INFORMATYKI**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ



Stosowane metody i techniki

- badania z użyciem standaryzowanych udarów probierczych odzwierciedlających bezpośredni i pośredni wpływ wyładowań atmosferycznych,
- bezpośrednie narażanie badanego urządzenia lub sprzężanie wymuszenia w przewodach do niego dochodzących,
- pomiar odpowiedzi czasowych z wykorzystaniem sond prądowych i napięciowych oraz oscyloskopu cyfrowego lub przy pomocy pomiarowego systemu światłowodowego i komputera PC

Dostępna aparatura

- stanowisko probiercze napięcia udarowego TGUN – 300
- generator udarów piorunowych długotrwałych GUP – 10/1000
- układ do badania charakterystyk ograniczników przepięć GUP 100 – 8/20
- generator udarów prądowych GUP – 80/10
- generator pojedynczych udarów MIG0618SS
- generator serii udarów MIG0600MS
- generator serii udarów MIG-OS-MB
- zestaw sześciu światłowodowych łączy pomiarowych

Badania na zgodność z numerami norm

- RTCA/DO-160

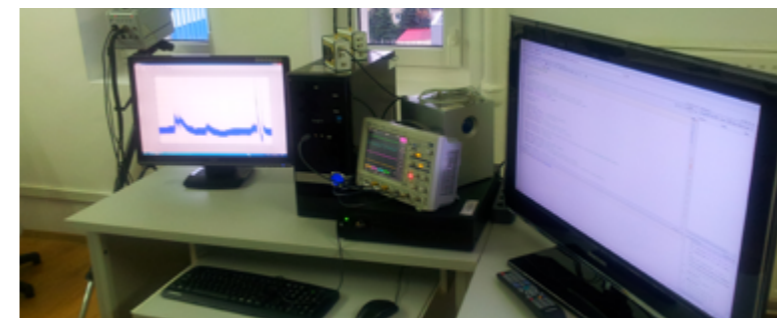


Badanie oddziaływań wyładowań atmosferycznych

Stanowisko badawcze wyposażone w unikalny system generatorów udarów napięciowych i prądowych pozwala na badanie odporności pojedynczych urządzeń oraz całych systemów pokładowych statków powietrznych na pośrednie efekty wyładowań atmosferycznych. Posiadane generatory MIG0618SS, MIG0600MS oraz MIG-OS-MB firmy EMC Partner AG (Szwajcaria) wchodzące w skład stanowiska umożliwiają wytworzenie i sprzężanie galwaniczne, pojemnościowe bądź indukcyjne udarów probierczych pojedynczych, serii udarów oraz serii impulsów typu burst do łączy urządzeń lub wiązek przewodów instalacji pokładowych. Symulowane zaburzenia spełniają z nadmiarem wymagania normy RTCA/DO-160 w zakresie poziomów wartości szczytowych i kształtów dedykowanych wymuszeń. Parametry generowanych udarów przez posiadane generatory:

- udar WF1 6,4/69 μ s (prąd maks. 4 kA),
- udar WF2 0,1/6,4 μ s (napięcie maks. 1,6 kV),
- udar WF3 1 lub 10 MHz (napięcie maks. 3,2 kV),
- udar WF4 6,4/69 μ s (napięcie maks. 3,2 kV),
- udar WF5A 40/120 μ s (napięcie maks. 3,2 kV lub prąd maks. 5 kA),
- udar WF6 0,224/4 μ s (prąd maks. 160 A).

Zestaw mobilnych generatorów udarów napięciowych i prądowych daje możliwość prowadzenia poligonowych oraz laboratoryjnych badań efektywności systemów ochrony odgromowej i przepięciowej obiektów naziemnych oraz badań oddziaływania impulsów prądowych o charakterze piorunowym na przewodzące materiały kompozytowe. Pierwszy zakres możliwości to badania odporności obiektów na udar napięciowy 1,2/50 μ s o amplitudzie do 300kV. Drugi obszar to badania piorunowym udarem prądowym długotrwałym o czasie trwania od 10 do 100 ms i o amplitudzie prądu do 100 A. Możliwe jest również badanie z wykorzystaniem udarów prądowych: typ 1 – przebieg oscylacyjny o amplitudzie prądu do 100 kA, typ 2 – przebieg aperiodyczny 8/20 μ s o wartości szczytowej prądu do 60 kA, typ 3 – przebieg aperiodyczny 10/350 μ s o wartości szczytowej prądu do 3 kA.



Rejestracja pola elektromagnetycznego oraz szybka wideorejestracja wyładowań atmosferycznych

Stanowisko badawcze wyposażone w zestaw anten piorunowego pola elektromagnetycznego oraz szybką kamerę video pozwala na badanie zjawisk towarzyszących rozwojowi wyładowań atmosferycznych o charakterze naturalnym oraz sztucznie wyzwalanych. Kompletny układ pomiarowy składa się z dwóch bloków funkcjonalnych: bloku rejestracji pola elektromagnetycznego oraz bloku rejestracji optycznej. System rejestracji wyładowań atmosferycznych posiada opcję równoległej pracy tych dwóch bloków operacyjnych. Ponadto istnieje możliwość synchronizacji procesu rejestracji z czasem UTC z dokładnością na poziomie 1 μ s.

Rejestracja piorunowego pola elektrycznego może odbywać się w zakresie od 0 Hz do 10 Hz z wykorzystaniem anten wolnozmiennego pola elektrycznego tzw. młynków, jak również w paśmie częstotliwości od 0.5 Hz do 3 MHz przy wykorzystaniu anten szybkozmiennego pola elektrycznego. Anteny szybkozmiennego pola piorunowego posiadają dwa zakresy pomiarowe o 40 dB różnicy wzmocnień. Maksymalnym zakresem pracy anten jest obszar o promieniu do 50 km od punktu pomiarowego, przy czym optymalna odległość od wyładowania to zakres od 5 km do 15 km. Anteny posiadają również funkcję pomiaru z oraz bez dopasowania falowego 50 Ω stosowaną w przypadku znacznego oddalenia od rejestratora sygnału. Możliwe jest również wygenerowanie podczas wyładowania atmosferycznego impulsów w standardzie TTL służących do wyzwalania innej aparatury rejestrującej.

Zestaw dwóch szybkich kamer video: Photron SA5 oraz Chronos 1.4 daje możliwość rejestrowania procesu rozwoju kanału piorunowego. Szybka wideorejestracja może być realizowana z wykorzystaniem kamery Photron SA5 z prędkością do 7 tys. klatek/s w rozdzielczości 1024 x 1024 pix oraz do 1 mln klatek/s w zmniejszonej rozdzielczości. Kamera Chronos umożliwia akwizycję obrazu w rozdzielczości 1280 x 1024 z prędkością 1 tys. klatek/s. Rejestracja obrazu w przypadku obu kamer odbywa się w standardzie RGB.

Stosowane metody i techniki

- pomiar pola elektromagnetycznego generowanego od naturalnych wyładowań atmosferycznych z wykorzystaniem anten pola wolno- oraz szybkozmiennego, zestawu kart pomiarowych oraz komputera PC
- wideorejestracja procesu rozwoju naturalnych wyładowań atmosferycznych z wykorzystaniem szybkich kamer video oraz dedykowanego układu optycznego

Dostępna aparatura

- system rejestracji wyładowań piorunowych
- anteny do pomiaru pola elektrycznego wolnozmiennego
- anteny do pomiaru pola elektrycznego szybkozmiennego
- kamera Chronos 1.4
- dookólny system optyczny

Stosowane metody i techniki

- pomiar charakterystyk częstotliwościowych urządzeń elektrycznych z wykorzystaniem metody SFRA (Sweep Frequency Response Analysis) - analiza odpowiedzi częstotliwościowej z „przemiataniem” częstotliwości w szerokim zakresie

Dostępna aparatura

- system pomiarowy 4-kanalowy



Różnicowy pomiar wysokonapięciowych sygnałów elektrycznych

Zestaw pomiarowy PicoScope 4444 1000 V CAT III - napięcie sieciowe i prąd zawiera oscyloskop różnicowy wysokiej rozdzielczości z czterema pasywnymi sondami różnicowymi PicoConnect 442 25: 1 i czterema sondami prądowymi Rogowskiego TA368 2000 A AC, oba rodzaje sond są przystosowane do pomiaru sygnałów elektrycznych do napięcia 1000 V w kategorii CAT III. Zawiera także jeden adapter D27-BNC z pojedynczym zakończeniem TA271. Oscyloskop PicoScope 4444 wykorzystuje specjalnie zaprojektowane pasywne sondy napięciowe, które mają mniejsze i lżejsze obudowy i które pozwalają wykonywać mu wiele pomiarów różnicowych w tym samym czasie, jednocześnie pobierając energię z inteligentnego interfejsu sond nazwany Pico D9. Interfejs Pico D9 automatycznie konfiguruje wyświetlacz w oprogramowaniu PicoScope 6 do prawidłowego zakresu pracy sondy.

12-bitowa rozdzielczość PicoScope 4444 zapewnia większą szczegółowość pomiaru w pionie, a głęboka pamięć przechwytywania 256 MS zapewnia większą rozdzielczość poziomą. Zestaw wykorzystywany przy pomiarach nie odnoszących się do potencjału ziemi, bezpiecznego pomiaru napięć i prądów jednofazowych i 3-fazowych, pomiaru mocy pobieranej przez urządzenia mobilne i IoT, pojazdów hybrydowych i elektrycznych, napędów silnikowych i falowników. Adapter TA271 D9-BNC umożliwia stosowanie tradycyjnych napięciowych sond różnicowych i sond prądowych oraz wykonywanie pomiarów po podniesieniu do potencjału masy.

Dedykowane oprogramowanie PC typu PicoScope, oraz PicoLog umożliwiają rejestrację, w trybie nadzorowanym przez użytkownika, jak również w trybie automatycznym. Istnieje również możliwość zaawansowanej konfiguracji stanowiska pomiarowego z wykorzystaniem zestawu bibliotek dedykowanych do Matlaba.

Stosowane metody i techniki

- pomiar charakterystyk częstotliwościowych urządzeń elektrycznych z wykorzystaniem metody SFRA (Sweep Frequency Response Analysis) - analiza odpowiedzi częstotliwościowej z „przemiataniem” częstotliwości w szerokim zakresie

Dostępna aparatura

- stanowisko do automatycznej rejestracji



Pomiar charakterystyk częstotliwościowych impedancji

Stanowisko badawcze składające się z analizatora Megger FRAX 101 oraz dedykowanej jednostki sterującej wraz z zestawem niezbędnych sond pomiarowych pozwala na badanie charakterystyk częstotliwościowych urządzeń elektrycznych. Urządzenie jest dedykowane w szczególności do badań transformatorów. Pozwala m.in. na wykrycie przemieszczeń i uszkodzeń uzwojeń a także defekty rdzenia transformatora. Pomiar wykonywany jest automatycznie na podstawie wcześniej zadanego zakresu metodą SFRA (Sweep Frequency Response Analysis) - analiza odpowiedzi częstotliwościowej z „przemiataniem” częstotliwości w szerokim zakresie. Do zakresu najważniejszych cech oraz możliwości analizatora można zaliczyć jego wielofunkcyjność w kontekście badań diagnostycznych transformatorów i aparatury stacyjnej, dużą dokładność pomiarów, kompaktową i lekką konstrukcję. Istotną cechą funkcjonalną jest również pełna separacja galwaniczna pomiędzy przyrządem pomiarowym a laptopem wykorzystująca komunikację bluetooth, jak również galwanicznie odseparowany port USB istotny dla bezpieczeństwa użytkownika sprzętu.

Do najważniejszych parametrów sprzętu można zaliczyć:

- pomiar częstotliwości w zakresie 0.1 Hz do 25 MHz, wybierany przez użytkownika
- rozdzielczość częstotliwości: 0.01%
- błąd pomiaru: 0.01%
- liczba punktów pomiarowych do 32000, wybierana przez użytkownika
- rozmieszczenie punktów pomiarowych: logarytmiczne, liniowe lub mieszane
- 1 kanał wyjścia analogowego o napięciu do 25 Vpp
- 2 kanały wejściowe analogowe 50 Ω o częstotliwości próbkowania 100 MS/s
- zabezpieczenie przed zwarcie
- możliwość tworzenia własnych szablonów pomiarowych

Stosowane metody i techniki

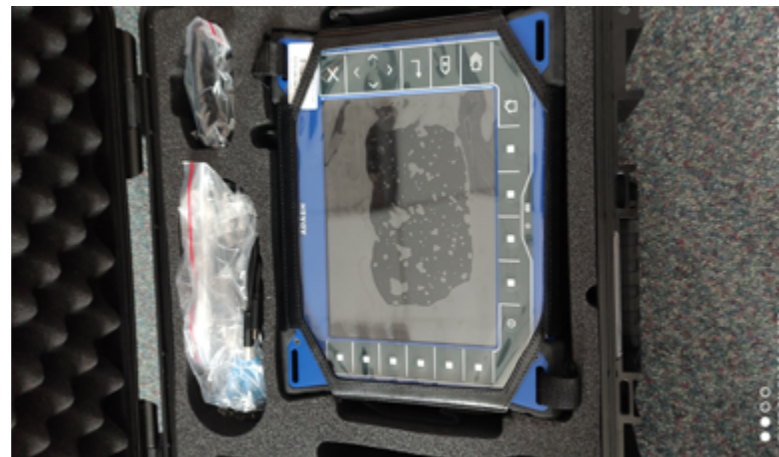
- pomiary drgań maszyn CNC i silników elektrycznych oraz generatorów.
- zestawianie i parametryzacja torów pomiarowych
- tworzenie i parametryzacja ścieżek pomiarowych,
- realizacja funkcji cyfrowego rejestratora sygnałów surowych przeznaczonych do dalszej analizy,
- analiza stanu degradacji łożysk w oparciu o ich częstotliwości charakterystyczne,
- detekcja częstotliwości naturalnych badanych struktur i układów mechanicznych,
- generowanie raportów diagnostycznych.

Dostępna aparatura

- system do pomiaru drgań (Adash)

Badania na zgodność z numerami norm

- Np. PN-EN ISO 9612:2011
- ISO 10816/20816



Pomiar drgań maszyn

System pomiaru drgań (Adash) składa się z polskojęzycznego modułowego oprogramowania diagnostycznego oraz systemu budowania i obsługi baz danych do gromadzenia i archiwizacji pomiarów i wyników prowadzonych analiz (nielimitowana ilość baz danych).



Pomiar parametrów instalacji elektrycznych

Wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznych Sonel MPI-540-PV- to zaawansowane narzędzie stworzone do mierzenia parametrów instalacji fotowoltaicznych. Z pomocą jednego urządzenia możliwe jest wykonanie całego szeregu badań po stronie DC i AC zgodnie z wytycznymi normy PN-EN 62446. Ponadto Sonel MPI-540-PV służy również do przeprowadzania wszystkich pomiarów służących do określenia stanu bezpieczeństwa domowych, jak i przemysłowych instalacji elektrycznych.

Stosowane metody i techniki

- pomiar parametrów instalacji fotowoltaicznych,
- automatyczny pomiar elementów zabezpieczających instalacje fotowoltaiczne,
- automatyczny pomiar rezystancji izolacji przewodów 3-, 4-, oraz 5-żyłowych.

Dostępna aparatura

- wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznych Sonel MPI-540-PV

Badania na zgodność z numerami norm

- Np. PN-EN ISO 9612:2011
- AutoISO-1000C

Stosowane metody i techniki

- przepływ fali akustycznej przez próbkę

Dostępna aparatura

- dezintegrator ultradźwiękowy



Dezintegrator ultradźwiękowy w technice

Dezintegrator ultradźwiękowy (sonikator) o mocy maksymalnej 750 watów. Wyposażony w automatyczny pulser i timer. Jest to model sonikatora dużej mocy. Zestaw składający się z dezintegratora z końcówką typu „solid” jest polecany do zastosowań nanotechnologicznych i podobnych aplikacji związanych z mieszaniami (dyspersją) próbek. Zastosowania: Rozbijanie komórek bakterii, zarodników i tkanek; przyspieszenie reakcji katalitycznych; ekstrakcje surowic, toksyn, enzymów i wirusów ze źródeł organicznych; solubilizacja trudnych związków; emulgowanie do 0,01 mm; cieczy homogenizujące; przygotowanie próbki z mikroskopu i analiza wielkości cząstek.

Stosowane metody i techniki

- bezpośrednia metoda pomiaru hałasu
- pośrednia metoda pomiaru hałasu

Dostępna aparatura

- aparatura do ciągłego monitorowania hałasu
Bruel&Kjaer

Badania na zgodność z numerami norm

- Np. PN-EN ISO 9612:2011
- PN-B-02151/02:1987/
Ap1:2015-05



Pomiar hałasu

Aparatura pozwala na wykonanie pomiarów hałasu komunikacyjnego, na stanowisku pracy, w miejscu zamieszkania. Można przy jej pomocy tworzyć mapy hałasu. Urządzenie pozwala mierzyć hałas generowany przez elementy wyposażenia technicznego, np.: agregaty, pompy, windy, instalacje wodociągowe lub kanalizacyjne. Pomiary mogą zostać wykonane przy użyciu częstotliwościowych krzywych korekcyjnych odpowiednich dla danego badania. Możliwe jest badanie i rejestracja dźwięków przy użyciu różnych stałych czasowych. Posiadana aparatura umożliwia również analizę częstotliwościową (w pasmach oktaowych lub tercjo-nych) oraz rejestrację dźwięku, a następnie wyznaczenie szeregu szczegółowych parametrów: Leq, Lmin, Lmax, Lpeak, itd. Urządzenie posiada wymienną kartę SD.

Katedra Elektrotechniki i Podstaw Informatyki

Laboratorium Akustyki

Stosowane metody i techniki

- aktywna redukcja drgań
- pomiar bezwymiarowego współczynnika tłumienia
- pomiar drgań struktur jedno- i dwuwymiarowych
- badanie efektywności aktuatorów

Dostępna aparatura

- aparatura do badania aktywnej redukcji drgań



Aktywna redukcja drgań

Stanowisko do aktywnej redukcji drgań umożliwia badanie efektywności redukcji drgań ustrojów mechanicznych jedno- i dwuwymiarowych. Aparatura daje także możliwość pomiaru drgań struktury (bez regulatora) oraz zbadanie parametrów związanych z samą strukturą (np. wyznaczenie bezwymiarowego współczynnika tłumienia). Mocowanie struktury osadzone jest na kołnierzu, który daje możliwość badania układów o wymiarach nieprzekraczających 0.85 m. Jako wzbudnik drgań zastosowany jest głośnik o mocy 900 W, natomiast elementami wykonawczymi (aktuatorami) mogą być np. elementy piezoelektryczne, MFC, magnetostrykcyjne itp. Sygnał drgań mierzony jest czujnikiem laserowym optoN-CDT (o zakresie 2mm lub 10 mm) o częstotliwości próbkowania do 20 kS/s. Stanowisko jest także wyposażone w kartę pomiarową NI USB-6212 z końcówkami BNC oraz generator funkcji GWInstek AFG-2225. Aparatura zawiera również kompaktowy czujnik laserowy Polytec CLV-2534. Sygnał przesyłany na elementy wykonawcze może być wzmacniany poprzez 3 dostępne wzmacniacze Piezo Systems Piezo Linear Amplifier EPA-104. W skład aparatury wchodzi także akulatory piezoelektryczne o różnych kształtach (prostokątne, kołiste, asymetryczne).

Katedra Elektrotechniki i Podstaw Informatyki

Laboratorium Akustyki



Pomiar właściwości akustycznych próbek materiałów

Aparatura pozwala na wykonanie pomiarów właściwości akustycznych dostarczonych materiałów metodą funkcji przejścia. Możliwy jest między innymi pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku, współczynnika TL, impedancji akustycznej. Zakres częstotliwości opisywanych badań zawiera się w przedziale od 50 do 6400 Hz (muszą zostać zbadane dwie próbki). Badania te mogą być wykonane zarówno dla pojedynczych materiałów jak i dla ustrojów. Przeprowadzone badania pozwalają ocenić użyteczność danego materiału do adaptacji akustycznej pomieszczeń. Pomiar przeprowadzone są przy użyciu oprogramowania PULSE. Możliwe jest wyeksportowanie otrzymanych danych do MS Excel a następnie ich obróbka wedle żądań użytkownika.

Stosowane metody i techniki

- pomiary parametrów akustycznych próbek materiałów przy użyciu zestawu rur impedancyjnych;
- Dwumikrofonowa metoda funkcji przejścia;
- Czteromikrofonowa metoda funkcji przejścia.

Dostępna aparatura

- aparatura do pomiaru właściwości akustycznych próbek materiałów Bruel&Kjaer

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 10534-2
- PN-EN ISO 10534-2:2003

Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki

Laboratorium Techniki Światlnej

Stosowane metody i techniki

- pomiary strumienia świetlnego i skuteczności świetlnej źródeł światła z wykorzystaniem kuli całkującej
- pomiary rozsyłu światłości opraw oświetleniowych za pomocą goniometru ramiennego
- pomiary rozkładu luminancji z wykorzystaniem miernika punktowego lub matrycowego
- pomiary rozkładu natężenia oświetlenia z wykorzystaniem miernika jedno i wielogłowicowego
- pomiary rozkładów widmowych źródeł światła
- wyznaczanie parametrów barwy światła w oparciu o pomiar rozkładu widmowego

Dostępna aparatura

- goniometr fotometryczny typu C- γ
- kula Ulbrichta o średnicy 2 m
- matrycowy miernik luminancji LMK 5
- wielogłowicowy miernik natężenia oświetlenia Konica Minolta CL-200
- spektrometr Konica Minolta CS-2000



Badania rozsyłu światłości opraw oświetleniowych

Stanowisko do badań rozsyłu światłości z goniometrem fotometrycznym typu C- γ z możliwością pomiaru w układzie α - β . Możliwość wyznaczania brył fotometrycznych opraw oświetleniowych o maksymalnym wymiarze elementu świecącego do 2 m.

Badania strumienia świetlnego

Stanowisko do pomiaru strumienia świetlnego z kulą Ulbrichta. Kula o średnicy 2 m do wyznaczania strumienia świetlnego źródeł światła i opraw oświetleniowych oraz sprawności opraw. Możliwość wyznaczania skuteczności świetlnej.

Badania rozkładu luminancji

Stanowisko do badań rozkładu luminancji z wykorzystaniem matrycowego miernika luminancji umożliwiające wyznaczanie rozkładów luminancji w iluminacji obiektów architektonicznych, oświetleniu drogowym, itp.

Badania rozkładu natężenia oświetlenia

Stanowisko do badań rozkładu natężenia oświetlenia z wykorzystaniem wielogłowicowego miernika natężenia oświetlenia Konica Minolta CL-200 z adapterami do miernika i głowic oraz zestawem 9 głowic pomiarowych z korekcją widmową. Możliwość analizy równomierności oświetlenia płaszczyzny pracy wzrokowej. Wykorzystanie stanowiska do badań oświetlenia wewnątrz i terenów zewnętrznych.

Badania kolorymetryczne i radiometryczne

Stanowisko do badań źródeł światła z wykorzystaniem spektrometrów Konica Minolta CS-200 i CS-2000. Wykorzystanie stanowiska do badań rozkładów widmowych promieniowania, barwy, itp.

Katedra Informatyki i Automatyki

Pracownia Wizji Komputerowej, Laboratorium Inteligentnych Systemów Interaktywnych



Wizja komputerowa, Interakcja człowiek - komputer

W laboratorium wykonywane są prace badawcze dotyczące rozpoznawania języków migowych, interakcji człowiek – komputer, konstruowania systemów informatycznych wspomagających osoby z niepełnosprawnościami, sterowania urządzeniami z wykorzystaniem sprzężenia wizyjnego, przetwarzania i rozpoznawania obrazów oraz oceny jakości obrazów.

Wybrane zagadnienia realizowane w laboratorium:

- system informatyczny wspierający komunikację w Polskim Języku Migowym (PJM) w instytucjach użyteczności publicznej, inteligentne komunikatory wspomagające osoby głuche, multimedialna gra dla dzieci do nauki i doskonalenia Polskiego Alfabetu Palcowego (PAP),
- rozpoznawanie liter Polskiego Alfabetu Palcowego,
- rozpoznawanie wyrazów i zdań wypowiedzianych w Polskim Języku Migowym,
- dwukierunkowa translacja Polskiego Języka Migowego na język polski, sterowanie komputerem za pomocą gestów dłoni,
- interakcja z obiektami wirtualnymi za pomocą gestów dłoni,
- gromadzenie i anotacja obszernych baz nagrań wypowiedzi migowych oraz bazy tekstów w języku polskim i odpowiadających im tłumaczeń w formie głosów PJM na potrzeby uczenia systemów sztucznej inteligencji,
- synteza wypowiedzi PJM poprzez łączenie fragmentów nagrań z interpolacją eliminującą skokowe przejścia między sklejanymi klatkami,
- wizyjna metoda określania stanu statku powietrznego podczas wyprowadzania z korkociągu oraz detekcji linii horyzontu,
- ocena jakości obrazów cyfrowych.

Stosowane metody i techniki

- wykorzystywane modalności: RGB, obrazy głębi, dane szkieletowe, chmury punktów
- klasyfikatory oparte o metody i narzędzia sztucznej inteligencji
- głębokie sieci neuronowe

Dostępna aparatura

- zestaw sensorów RGB-D Kinect
- 2 sensory RGB-D Xtion 2
- kamera głębi Swiss Ranger 4000
- 2 kontrolery Leap Motion
- kamera stereowizyjna STH-MDCS-C
- 2 kamery stereowizyjne Bumblebee2
- 3 kamery Flea2
- Zestaw kamer sieciowych AXIS
- kamera FDR-AX100EB
- kamera GoPro Hero5
- 2 tablety Wacom Intuos 4
- zestaw multimedialny (rzutnik szerokokątny + stelaż + ekran do projekcji tylnej)
- rozwijane ekrany do zapewnienia odpowiedniego tła przy rejestracji obrazów

Katedra Informatyki i Automatyki

Laboratorium Automatyki, Robotyki i Sterowania

Stosowane metody i techniki

- pomiary wibrodiagnostyczne
- pomiary chropowatości i twardości
- metody sztucznej inteligencji

Dostępna aparatura

- robot kolaboracyjny ABB YuMi z systemem wizyjnym
- PLC Siemens S7-1500 (1513-1) modułami IO oraz panelami MTP700-PAC Beckhoff C6920 z modułami EL3632/ELM3602 (Condition Monitoring)
- akcelerometry Dytran, Hansford Sensors (100 mV/g)
- PLC Beckhoff CX9020 z modułami IO
- PLC Mitsubishi Electric iQ-F z modułami IO, panelami GOT2000, falownikami D700, serwowzmacniacze MR-JE-10C
- PLC Allen Bradley Compact GuardLogix5380 z falownikiem PowerFlex 527
- Mastery IO-Link Balluff dla Profinet, EtherCAT, CC-Link, EtherNet/IP
- panele HMI Weintek cMT3071
- system RFID Balluff w standardzie HF 13.56 MHz
- stanowisko intralogistyczne dla europalet (obrotnica + przenośnik 3 mb)
- profilometr Mitutoyo SURFTEST SJ-210, twardościomierz NOVOTEST-UCI-LAB czujnik konfokalny Micro-Epsilon IFC2421 + IFS2407-0,1
- oprogramowanie: SEE Electrical V8R2, Emulate 3D, FactoryIO



Badania z zakresu automatyki, wibrodiagnostyki i inteligentnych systemów diagnostowania

Laboratorium oferuje nowoczesne wyposażenie do automatyki przemysłowej i badań materiałowych. Na wyposażeniu znajdują się sterowniki PLC takich producentów jak Siemens, Beckhoff, Mitsubishi Electric i Allen Bradley, a także bogaty wybór czujników indukcyjnych, pojemnościowych, kontrastu, ultradźwiękowych, fotoelektrycznych oraz masterów IO-Link. Sprzęt ten umożliwia programowanie sterowników, komunikację z panelami HMI, falownikami, serwonapędami i tworzenie zaawansowanych systemów automatyki. Do dyspozycji są również urządzenia do pomiarów wibrodiagnostycznych: rejestratory danych bazujące na PAC Beckhoff C6920, akcelerometry Dytran i Hansford Sensors, kondycjoner sygnałów IEPE MMF M72A1 oraz moduły pomiarowe E3632/EM3602. Ponadto, laboratorium dysponuje profilometrem, twardościomierzem i czujnikiem konfokalnym Micro-Epsilon do kompleksowych badań powierzchni. W laboratorium znajduje się dwuramienny robot kolaboracyjny ABB YuMi ze zintegrowanym systemem wizyjnym.

Zespół specjalizuje się w projektowaniu i wdrażaniu systemów monitorowania i diagnostowania maszyn produkcyjnych. Posiada doświadczenie w zastosowaniu sztucznej inteligencji w procesach produkcyjnych, takich jak frezowanie, toczenie, szlifowanie i kucie na zimno. Zespół posiada również dostęp do frezarki CNC Haas VF-1 z systemem czujników oraz platformę sprzętowo-programową do rejestracji i przetwarzania sygnałów pomiarowych w czasie rzeczywistym.

Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych

Laboratorium Badań i Kalibracji LABBiKAL



Wzorcowanie przyrządów pomiarowych

Laboratorium Badań i Kalibracji LABBiKAL jest stacjonarnym laboratorium wzorcującym świadczącym usługi wzorcowania przyrządów pomiarowych służących do pomiarów wielkości elektrycznych. Posiada akredytację PCA nr AP 226 w odniesieniu do wymagań normy PN-EN ISO/IEC 17025 w zakresie wzorcowania przyrządów do pomiaru napięć i prądów stałych i przemiennych oraz rezystancji stałoprądowej.

Akredytowane obszary wzorcowań:

- 7.01 napięcie DC w zakresie do 1000 V
- 7.02 prąd DC w zakresie do 20 A
- 7.03 napięcie AC w zakresie do 1000 V
- 7.04 prąd AC w zakresie do 20 A
- 7.05 rezystancja DC w zakresie do 100 MΩ

Obiekty wzorcowane w zakresie akredytacji:

- multimetry cyfrowe
- mierniki cyfrowe
- zasilacze
- kalibratory
- karty pomiarowe (PCI, PXI, SCXI, cDAQ, USB)

Stosowane metody i techniki

- wzorcowania realizowane metodą bezpośrednią, wykorzystujące procedury własne oparte na wytycznych zawartych w dokumencie Euramet cg-15 v. 3.0

Dostępna aparatura

- multimetry referencyjne Fluke 8588A, Fluke 8508A, Keysight 3458A
- kalibratory wielofunkcyjne Fluke 5522A oraz Fluke 6100B
- rubidowy atomowy wzorzec częstotliwości GPS-89

Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych

Laboratorium Metrologii LABMETRON

Stosowane metody i techniki

- pomiary i badania wielkości elektrycznych, nieelektrycznych, cieplnych oraz mechanicznych
- pomiary i badania napięć i prądów stałych i przemiennych, rezystancji, pojemności, indukcyjności, częstotliwości, mocy czynnej, biernej i pozornej oraz temperatury i ciśnienia

Dostępna aparatura

- system akwizycji danych pomiarowych Keysight DAQ970A
- źródła mierzące Keysight B2901B oraz Keithley 2450
- elektrometr Keithley 6517B
- kalibrator temperatury Fluke 9102S
- zadajnik temperatury Hart Scientific 9150
- mostki termometryczne ASL F650 oraz ASL F700
- oscyloskop Keysight DSOX4024A
- częstotłomierz-czasomierz cyfrowy Agilent 53132A
- multimetr wzorcowy Keithley 7510
- kalibrator drgań i wibracji Bruel&Kjaer 4294
- system do wzorcowania przełączników i przetworników ciśnienia ScanSense AAH-004



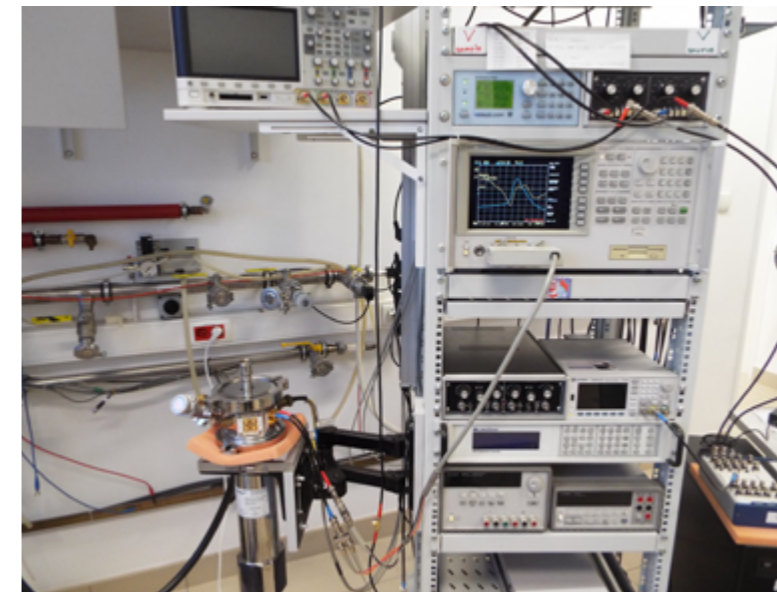
Badania, szkolenia i ekspertyzy metrologiczne

Laboratorium Metrologii LABMETRON jest stacjonarnym laboratorium badawczym i pomiarowym świadczącym usługi badań i pomiarów oraz szkoleń i ekspertyz metrologicznych.

Badania i pomiary realizowane w laboratorium:

- wielokanałowa rejestracja wolno i szybkozmiennych sygnałów napięciowych, prądowych i rezystancyjnych z układów, czujników i przetworników pomiarowych
 - ekspertyzy metrologiczne w zakresie zgodności ze specyfikacją ze specyfikacją produkcyjną lub specyfikacją metrologiczną
 - wyznaczanie charakterystyk napięciowych i prądowych elementów i układów elektronicznych w zależności od temperatury
 - pomiary rezystywności powierzchniowej i objętościowej materiałów półprzewodnikowych oraz dielektryków
 - symulacja sygnałów napięciowych oraz rezystancyjnych z czujników i przetworników napięcia, prądu, rezystancji, temperatury i ciśnienia
 - pomiary chropowatości oraz barwy powierzchni materiałów
 - pomiary i rejestracja mocy czynnej biernej i pozornej odbiorników jednofazowych
 - analiza czasowa i częstotliwościowa sygnałów napięciowych
- Szkolenia realizowane w laboratorium:
- obsługa aparatury pomiarowej (oscyloskop cyfrowy, multimetr, generator funkcyjny, zasilacz, miernik cęgowy, częstotłomierz, analizator widma)
 - wzorcowanie aparatury pomiarowej
 - szacowanie niepewności wyników pomiarów
 - programowanie przyrządów pomiarowych

Katedra Podstaw Elektroniki



Wyznaczanie parametrów impedancyjnych

Stanowisko umożliwia wyznaczenie (zmierzenie) modułu impedancji i fazy oraz wyznaczenie parametrów zastępczych wybranego modelu badanego obiektu w funkcji różnych parametrów np. częstotliwości (w zakresie 20 Hz do 110 MHz), napięcia stałego, parametrów pobudzenia. Możliwa jest charakterystyka impedancyjna urządzeń, materiałów i przyrządów, w tym elementów elektronicznych w temperaturze z zakresu od 0,3 K do 325 K.

Stosowane metody i techniki

- pomiar bezpośredni parametrów
- charakterystyka C-V

Dostępna aparatura

- analizatory impedancji
- mostek RLC
- kriostaty helowe i azotowe
- dedykowane oprogramowanie

Stosowane metody i techniki

- metoda stałoprądowa
- metoda przemiennoprądowa
- pomiar bezpośredni fluktuacji rezystancji
- metody kroskorelacyjne
- widma wyższych rzędów
- niskoczęstotliwościowa spektroskopia szumowa

Dostępna aparatura

- analizatory widma
- przedwzmacniacze i wzmacniacze niskoszumowe
- wzmacniacze fazoczułe
- filtry antyaliasingowe
- zmiennoprądowe mostki rezystancji
- karty akwizycji danych
- kriostaty helowe i azotowe
- dedykowane oprogramowanie



Pomiary szumów elementów elektronicznych

Na stanowisku pomiarowym wykonywane są pomiary szumów napięcia lub prądu metodą stałoprądową (DC) lub przemiennoprądową (AC) w zakresie w zakresie 1 mHz do 1 MHz. Stanowisko umożliwia pracę w zakresie temperatur od 0,3 K do 800 K. Badanym obiektem mogą być w szczególności elementy elektroniczne np. detektory i sensory, przyrządy mocy, ogniwa fotowoltaiczne itp.

Stosowane metody i techniki

- metoda stałoprądowa
- metoda przemiennoprądowa
- pomiar bezpośredni rezystancji
- charakteryzacja I-V C

Dostępna aparatura

- źródła prądowo-napięciowe SMU
- multimetry cyfrowe
- wzmacniacze transimpedancyjne
- wzmacniacze fazoczułe
- zmiennoprądowe mostki rezystancji
- kriostaty helowe i azotowe
- dedykowane oprogramowanie



Pomiary transportu elektrycznego

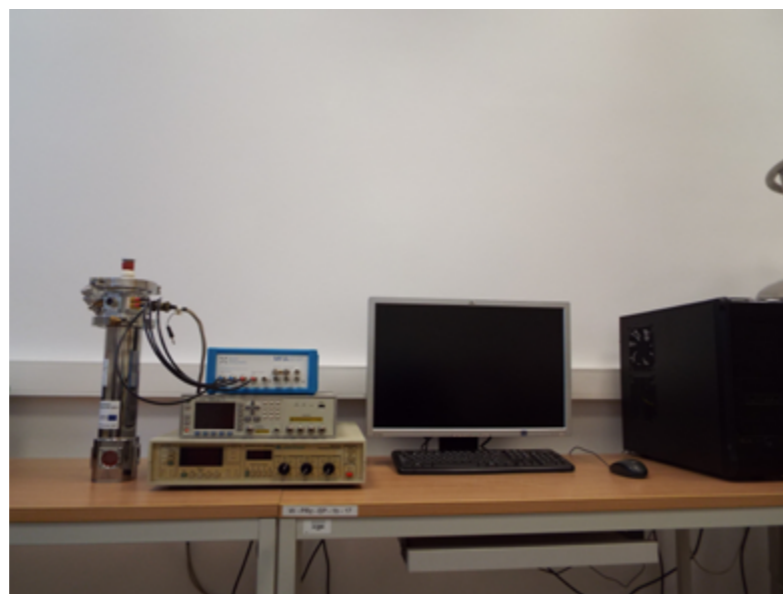
Na stanowisku pomiarowym wykonywane są pomiary prądów i napięć w zakresie natężeń prądów 1 pA - 10 A. Możliwa jest charakteryzacja przewodnictwa materiałów i przyrządów, w tym elementów elektronicznych w temperaturze z zakresu od 0,3 K do 325 K w obecności o pól magnetycznych do ± 12 T.

Stosowane metody i techniki

- bezpośredni pomiar zmian pojemności

Dostępna aparatura

- analizatory impedancji
- mostek RLC
- kriostaty helowe i azotowe
- dedykowane oprogramowanie



Wyznaczanie parametrów defektów w materiałach półprzewodnikowych

Na stanowisku pomiarowym wykonywane są pomiary umożliwiające określenie koncentracji defektów oraz ich parametrów (przekrój czynny na wychwyty oraz energia aktywacji) w przyrządach półprzewodnikowych za pomocą metody DLTS tj. pomiaru zmiany pojemności w warunkach niestacjonarnych.



Badania obciążeniowe maszyn i napędów elektrycznych w stanach statycznych i dynamicznych

Zestaw hamownic firmy Magtrol wraz ze sterownikiem pozwala na obciążanie silników o prędkości obrotowej do 50000 obr/min. Sterownik hamownicy umożliwia precyzyjne zadawanie momentu obciążenia np. w funkcji czasu i może być sterowany oprogramowaniem zewnętrznym (np. LabView). Analizatory mocy WT1600 i WT1800 firmy Yokogawa są urządzeniami pomiarowymi 6 kanałowymi umożliwiającymi precyzyjne pomiary prądów, napięć, mocy (DC, czynnej, biernej, pozornej), wsp. mocy, sprawności (napędu, przemienników częstotliwości) w obwodach prądu stałego i przemiennego zasilanych z układów przekształtnikowych. Ponadto analizatory te wyposażone są w moduły silnikowe umożliwiające jednoczesny pomiar prędkości, momentu oraz mocy mechanicznej silnika.

Zintegrowane stanowisko badawcze z maszyną prądu stałego umożliwia sprzężenie badanej maszyny i badanie jej w stanach statycznych i dynamicznych z możliwością pracy regeneracyjnej. Stanowisko wyposażone jest w system sterowania napędami.

Do rejestracji w czasie rzeczywistym przebiegów prądów, napięć, prędkości, momentu, temperatury, częstotliwości służy rejestrator oscyloskopowy DL850 firmy Yokogawa umożliwiający jednoczesną rejestrację 16 parametrów. Ponadto rejestrator umożliwia analizę FFT rejestrowanych przebiegów, jak również posiada moduł realizacji 30 funkcji matematycznych w czasie rzeczywistym.

Stosowane metody i techniki

- Badania parametrów maszyn elektrycznych klasycznych i specjalnych (pomiar mocy mechanicznej, mocy elektrycznej, momentu obrotowego i prędkości, rezystancji izolacji, temperatury pracy, wyznaczanie charakterystyk mechanicznych).
- Badania napędów elektrycznych w zakresie pracy silnikowej i prądnicowej w stanach ustalonych (przy stałej prędkości) i dynamicznych (zmienna prędkość obrotowa, zmienny moment obciążenia).
- Możliwość badań drgań i hałasu.

Dostępna aparatura

- Hamownice firmy Magtrol: 2PB43 oraz 2WB43
- Analizatory mocy WT1600 i WT1800 firmy Yokogawa;
- Rejestrator oscyloskopowy Yokogawa DL850 (do 16 izolowanych kanałów umożliwiających synchroniczny pomiar między innymi: napięcia, prądu, temperatury, częstotliwości).

Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych

Stosowane metody i techniki

- pomiar przemieszczeń, prędkości i przyspieszenia drgań (RMS, O-P, P-P), kavitacji - analiza harmonicznym przemieszczenia, prędkości, przyspieszenia,
- detekcja uszkodzeń łożyska „Shock Pulse Method”,
- pomiar temperatury, prędkości obrotowej, sygnałów DC i AC, wyważania jednopłaszczyznowego.
- wielokanałowy pomiar drgań z rejestracją przebiegu wymuszenia,
- czterokanałowy jednoczesny pomiar drgań i dźwięku, z możliwością analizy częstotliwościowej mierzonego przebiegu w pasmach oktaowych, tercjowych lub za pomocą FFT.

Dostępna aparatura

- przenośny analizator drgań Vib-scanner firmy Pruftechnik,
- zestaw firmy PCB Piezotronics do jednoczesnego pomiarów drgań w czterech kanałach wyposażony dodatkowo w młotek modalny (piąty kanał pomiarowy rejestrujący sygnał wymuszenia),
- przenośny czterokanałowy analizator drgań i dźwięku klasy 1 SVAN 958 firmy SVANTEK



Pomiary drgań i hałasu

Poziom drgań i hałasu pracujących urządzeń powinien być utrzymywany poniżej wartości dopuszczalnych dla danych warunków pracy. Przekroczenie dopuszczalnych drgań skutkuje bardzo szybką awarią układu napędowego.

Pomiary drgań powinny być wykonywane regularnie. W przypadku maszyn w których występują łożyska toczne należy zwrócić również uwagę ich diagnostykę. Wykrycie początkowej fazy rozwijającego się uszkodzenia łożyska tocznego wymaga uzupełnienia podstawowych testów drganiowych o inne techniki pomiarowe np. metodę Shock Pulse, detekcji obwiedni, współczynnika szczytu, odsłuchiwanie pracy łożyska poprzez wykorzystywanie dedykowanych słuchawek współpracujących z analizatorem drgań czy też analizę harmoniczną sygnału drganiowego oraz dźwięku.

W przypadku układów napędowych o regulowanej prędkości obrotowej istotne jest określenie częstotliwości drgań własnych. Ich znajomość pozwala wykluczyć je z zakresu roboczego co wpływa istotnie na ograniczenie niepożądanych drgań układu napędowego.

Posiadane przenośne analizatory umożliwiają pomiary drgań i hałasu np. układów elektromaszynowych. Możliwe jest wyznaczenie częstotliwości drgań własnych z jednoczesną rejestracją sygnału wymuszającego.

Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych



Badania stałoprądowych źródeł zasilania

Posiadana aparatura umożliwia badania stałoprądowych źródeł zasilania takich jak: akumulatory, UPS-y, zasilacze prądu stałego, ładowarki akumulatorów, alternatory, prądnice prądu stałego, ogniwa paliwowe (tylko jeśli będą wyposażone w aparaturę niezbędną do ich działania, tj. sterownik, instalacja, wodór). Zastosowana aparatura umożliwia określenie: pojemności, rezystancji wewnętrznej, oceny parametrów aktualnych w odniesieniu do parametrów znamionowych akumulatora przy różnych prądach, rezystancjach czy mocach obciążenia. Przy pomiarach możliwy jest synchroniczny pomiar temperatury wraz z innymi rejestrowanymi parametrami.

Możliwe jest również badanie źródeł zasilania we współpracy z innymi urządzeniami, np. tymi zasilanymi z badanego źródła zasilania lub współpracującymi razem z innymi źródłami zasilania (zasilanie hybrydowe). Obciążenie badanych źródeł zasilania może być zadawane ze składową zmienną o różnym kształcie i częstotliwości przebiegu. Podczas badań możliwa jest jednoczesna rejestracja wielu wielkości w różnych przedziałach czasowych (nawet do 30 dni). W ramach realizacji pomiarów możliwe jest również określenie sprawności badanych źródeł zasilania w określonych wcześniej warunkach pracy.

Przedstawiona aparatura umożliwia również wykonywanie niestandardowych badań urządzeń pracujących w obwodach prądu stałego.

Stosowane metody i techniki

- Badania stałoprądowych źródeł energii (zasilania) w warunkach: obciążenia stałym prądem, obciążenia przy stałym napięciu, obciążenia przy stałej mocy, obciążenia przy stałej rezystancji,
- wyznaczanie rezystancji wewnętrznej akumulatora (Pb – WET, VRLA, AGM, NiCd, NiMH, Lion, LiPol, LiFePO4, Naion).
- wyznaczanie impedancji wewnętrznej akumulatorów dla składowych zmiennych prądu obciążenia,
- pomiar temperatury badanego akumulatora, podczas procesów ładowania/rozładowania.

Dostępna aparatura

- Elektroniczne obciążenie prądu stałego Chroma 63203 (jednokierunkowe);
- Elektroniczne obciążenie prądu stałego ITECH IT-6012B (dwukierunkowe);
- Rejestrator oscyloskopowy Yokogawa DL850 (do 16 izolowanych kanałów umożliwiających synchroniczny pomiar między innymi: napięcia, prądu, temperatury, częstotliwości).

Zakład Systemów Elektronicznych i Telekomunikacyjnych Laboratorium RFID

Główna aparatura

(<https://eit.prz.edu.pl/rfid>)

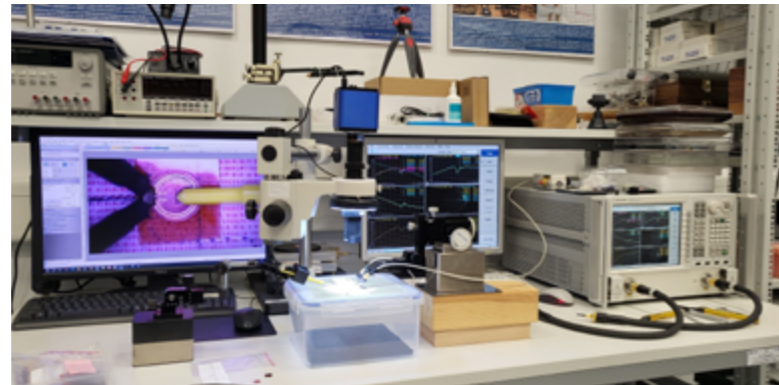
- Voyantic Tagformance Pro (RAIN RFID, HF RFID, NFC)
- Rainford Anechoic Chamber (80 dB, 100 kHz - 40 GHz)
- MVG SG32L Multi-Probe System (400 MHz - 18 GHz)
- TDK Anechoic Chamber (do 18 GHz) z wyposażeniem
- Rainford EQ7922-01 Anechoic Chamber z wyposażeniem
- CT Epsilon (3 MHz - 6 GHz), QWED SPDR (1,1 GHz i 2,45 GHz)
- R&S TS-EMF Portable Measurement System i inna aparatura przenośna
- VNA Keysight, R&S, MegiQ, LA Techniques, Copper Mountain i in.
- Aparatura telekomunikacyjna Tektronix, R&S, Keysight, Aaronia i in.
- Pozycjonery, przenośniki, obrót-nice
- Anteny Satimo, RFspin, A.H. Systems, R&S i in.

Wybrane oprogramowanie

- EMCos Studio, Antenna VLab
- Siemens HyperLynx 3D EM
- MVG Wave Studio
- Mathcad, Matlab, Scilab, LabView i in.

Badania m. in. w zakresie

- ISO/IEC 18000, 14443, 15693
- ETSI EN, FCC
- EPCglobal, RAIN RFID, NFC
- Bluetooth, WiFi, ZigBee
- IoT, LoTT, loE



Technika radiowej identyfikacji obiektów Technika antenowa Systemy elektroniczne i telekomunikacyjne

W laboratorium techniki radiowej identyfikacji obiektów RFID prowadzone są prace B+R+W o charakterze teoretycznym i doświadczalnym, wpisujące się w ogólnoswiatowe tendencje, które zmierzają do pokonywania barier wdrożeniowych, bezpośrednio wynikających z praktycznych problemów aplikacyjnych. Kompleksowe badania w zakresie techniki RFID:

- wyznaczanie parametrów urządzeń RFID pasma LF, HF i UHF;
- badania pojedynczych i wielokrotnych, pasywnych, półpasywnych i aktywnych systemów RFID w stanach statycznych i dynamicznych;
- projektowanie, prototypowanie i testowanie urządzeń systemowych;
- planowanie procesów automatycznej identyfikacji obiektów;
- szkolenia spersonalizowane do potrzeb odbiorców;
- prace eksperckie w zakresie analizy rynku oraz opracowywania i wdrażania systemów RFID we wszystkich obszarach zastosowania.

Kompleksowe badania w zakresie techniki antenowej:

- projektowanie i prototypowanie anten;
- terenowe i laboratoryjne pomiary systemów radiokomunikacyjnych;
- szybkie sferyczne pomiary parametrów urządzeń radiowych.

Wsparcie dla systemów elektronicznych i telekomunikacyjnych:

- wyznaczanie zespolonej przenikalności elektrycznej dielektryków;
- badania procesów komunikacji radiowej;
- badania torów radiowych w układach elektronicznych;
- ocena przedsięwzięć w zakresie stacji bazowych telefonii komórkowej;
- pomoc merytoryczna przy rozwiązywaniu problemów inwestycyjnych dotyczących instalacji stacji bazowych telefonii komórkowej;
- terenowe pomiary parametrów pola elektromagnetycznego systemów radiokomunikacyjnych różnego przeznaczenia.

Zakład Systemów Elektronicznych i Telekomunikacyjnych Laboratorium HYBRID



Technologie mikro- i nanoelektroniczne

Strategia rozwoju profesjonalnego laboratorium zintegrowanych mikro- i nanotechnologii elektronicznych HYBRID zakłada możliwość zrealizowania projektowanej struktury elektronicznej w jednym procesie produkcyjnym łączącym różnorodne metody wytwarzania. Bogate wyposażenie laboratorium HYBRID pozwala na stosowanie różnych technologii elektronicznych:

- grubowarstwowej (w tym głównie LTCC i HTCC, z wykorzystaniem materiałów fotoczułych) i cienkowarstwowej (PVD);
- druku strumieniowego elementów metalowych i aktywnych (ink-jet);
- wielowarstwowej PCB, również na podłożach elastycznych;
- montażu układów SMD, BGA i nieobudowanych półprzewodnikowych struktur scalonych;
- wytwarzania urządzeń tekstronicznych.

Dostępność szerokiego spektrum aparatury kontrolno-pomiarowej umożliwia prowadzenie syntezy układów z uwzględnieniem:

- analizy pól temperatury w stanach statycznych i dynamicznych;
- zagadnień niezawodności i odporności na warunki środowiskowe;
- kompatybilności elektromagnetycznej EMC;
- kontroli parametrów urządzeń optoelektronicznych i światłowodów;
- analizy strukturalnej komponentów mikro- i nanoelektronicznych;
- identyfikacji uwarunkowań radiokomunikacyjnych.

Aktywność badawczo-naukowa zespołu technologicznego w głównej mierze dotyczy rozwiązań stosowanych w technice RFID i EMC i jest ściśle powiązana z działalnością pozostałych laboratoriów KSEiT: laboratorium RFID oraz laboratorium EMC. Wspólnie realizowane są zadania w zakresie projektowania i wytwarzania struktur elektronicznych, które są dedykowane do nietypowych zastosowań aplikacyjnych, w tym identyfikatorów oraz elementów czujników/programatorów, anten i zespołów antenowych, układów zasilających i dopasowujących, cyfrowych systemów sterujących, czujników różnych wielkości fizycznych, MEMS i innych.

Stosowane metody i techniki

- wielowarstwowe struktury hybrydowe na ceramice, LTCC
- wielowarstwowe płyty PCB, w tym dla obwodów RF i mikrofalowych
- druk strumieniowy na podłożach sztywnych i elastycznych
- montaż elementów elektronicznych SMD, BGA, mBGA, CSP, bare die
- wytwarzanie i obrazowanie powierzchni nanoelementów
- diagnostyka układów elektronicznych

Dostępna aparatura

(<https://eit.prz.edu.pl/hybrid>)

- kompletna linia układów LTCC KEKO/Hibridas
- drukarka strumieniowa PixDro LP50
- system laserowy Trotec Finemarker Hybrid Strong
- ploter do obwodów drukowanych PCB plotter LPKF ProtoMat S100
- półautomatyczna stacja robocza VJ ELECTRONIX SUMMIT 400R
- piec przepływowy do lutowania rozplwowego SEF GmbH 548.04
- system mikroskopii sił atomowych SPM NT-MDT NTEGRA Prima
- napylarka próżniowa PVD PREVAC
- kamera termowizyjna FLIR SC7600MB
- analizator widma optycznego Yokogawa AQ6370B
- komora klimatyczna Feutron KPK 400V

Zakład Systemów Elektronicznych i Telekomunikacyjnych Laboratorium EMC

Stosowane metody i techniki

- pomiar emisji zaburzeń według wybranych norm cywilnych, lotniczych, wojskowych (100 Hz - 18 GHz)
- pomiar napięcia zaburzeń na zaciskach zasilania (obciążalność do 63 A/fazę; 9 kHz - 200 MHz)
- pomiar napięcia zaburzeń na portach telekomunikacyjnych (9 kHz - 30 MHz)
- pomiar emisji harmonicznych prądów zasilających oraz wahań i migotania światła dla odbiorników jedno i trójfazowych (do 60 kVA)
- pomiar podatności urządzeń na jednorodne, promieniowane pole elektromagnetyczne (do 10 V/m z modulacją; odległość system – antena: 1 m – 3 m; 80 MHz – 6 GHz)
- pomiar odporności urządzeń jedno i trójfazowych na udary, zapady, zaniki, zmiany napięcia, i inne znormalizowane rodzaje zaburzeń elektromagnetycznych
- pomiar odporności urządzeń na wyładowania elektrostatyczne

Dostępna aparatura

(<https://eit.prz.edu.pl/emc>)

- TDK anechoic chamber (30 MHz – 18 GHz z wyposażeniem)

Badania na zgodność z numerami norm

- EN 61000-3-2, -3, -11, -12,
- EN 61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9, -10, -11, -12, -16, -27, -28, -29
- DO 160, MIL STD 461 D/E/F
- EN 55011, 55015, 55014, 61547, 55032, 55035



Kompatybilność elektromagnetyczna

W laboratorium kompatybilności elektromagnetycznej EMC przygotowano warunki do realizacji kompleksowych prac teoretycznych i eksperymentalnych w zakresie identyfikacji procesów propagacji zaburzeń w systemach elektronicznych oraz odporności wybranych urządzeń elektrycznych i elektronicznych na znormalizowane rodzaje zaburzeń elektromagnetycznych. Część badań akredytowanych przez Polskie Centrum Akredytacji jest objętych systemem zarządzania zgodnym z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02. Tematyka podejmowanych badań urządzeń i systemów elektrycznych oraz elektronicznych obejmuje:

- ekspertyzy i pomoc w dostosowaniu do wymagań dyrektyw i norm;
- identyfikację potencjalnych źródeł zaburzeń elektromagnetycznych;
- testowanie zgodnie z ogólnymi i przedmiotowymi normami EMC.

Prowadzone prace nawiązują do bieżących badań realizowanych zarówno w ośrodkach krajowych, jak i zagranicznych, obejmujących:

- identyfikację uwarunkowań odporności i emisji zaburzeń elektromagnetycznych w strukturach elektronicznych;
- analizę uwarunkowań propagacji zaburzeń elektromagnetycznych w rozproszonych systemach magistral komunikacyjnych;
- eliminację harmonicznych prądu sieciowego wprowadzanych przez systemy zasilania urządzeń elektronicznych i elektrycznych;
- analizę uwarunkowań odkształcenia napięcia i prądu w sieci elektroenergetycznej przez odbiorniki energii elektrycznej.

W laboratorium EMC wykorzystywana jest aparatura kontrolno-pomiarowa czołowych światowych producentów (Rohde & Schwarz, EMTest, COMTest, ETS-LINTGREN, BONN, Schwarzbeck i in.), co pozwala na prowadzenie badań zgodnie z wymaganiami krajowych i międzynarodowych standardów EMC. Bazą do badań stanowi komora semi-bezechowa firmy TDK, która umożliwia pomiar emisji zaburzeń przewodzonych i promieniowanych, wyznaczenie odporności urządzeń na pola elektromagnetyczne oraz testowanie odporności urządzeń na znormalizowane rodzaje zaburzeń przewodzonych.

Zakład Systemów Złożonych Laboratorium bezpieczeństwa systemów teleinformatycznych



Badania z zakresu bezpieczeństwa systemów teleinformatycznych, uwarunkowania czasowo-przestrzenne przetwarzania w systemach złożonych

Laboratorium badawcze bezpieczeństwa systemów teleinformatycznych w swoim zakresie oferuje badania związane z umacnianiem ochrony systemów operacyjnych: Windows, Solaris, OpenSuse, projektowanie i analizę bezpieczeństwa systemów teleinformatycznych, projektowanie i testowanie systemów wykrywania włamań w systemie teleinformatycznym, modelowanie i analizę statystyczną systemów i sieci komputerowych, badania wpływu zależności dalekosiężnych (czasowych i przestrzennych) na wydajność i bezpieczeństwo systemów komputerowych, badania zjawisk o charakterze nieekstensywnym – badania nad zastosowaniami elementów termodynamiki nieekstensywnych w systemach komputerowych, badania złożonych sieci grafów: struktur typu mały świat i sieci scale-free, badania zjawisk samopodobieństwa i ich wpływu na przepustowość systemów komputerowych. W laboratorium dostępne jest także specjalistyczne oprogramowanie w postaci narzędzi do analiz statystycznych Selfis, analizy zjawisk fraktalnych i samopodobnych Benoit, pakiet MultiSIM, oprogramowanie Origin oraz oprogramowanie do analiz sieci złożonych Network Workbench.

Stosowane metody i techniki

- badania podatnościowe systemów teleinformatycznych
- analizy bezpieczeństwa systemów teleinformatycznych
- projektowanie i testowanie systemów wykrywania włamań w systemie teleinformatycznym
- badania zjawisk o charakterze nieekstensywnym – badania nad zastosowaniami elementów termodynamiki nieekstensywnych w systemach komputerowych

Dostępna aparatura

- 15 stanowisk komputerowych z procesorami i5-7500, pamięcią RAM: 32GB oraz dyskami 1TB z zainstalowanym systemem Windows 10/11
- serwer Dell PowerEdge R430
- macierz Dell PowerVault NX400
- switch Tp-Link T1600G-52TS
- routery Wi-Fi (FortiWiFi-30D)

Zakład Systemów Złożonych

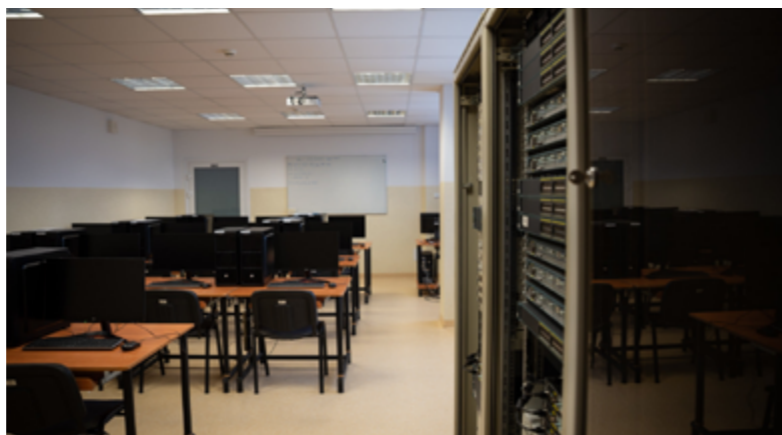
Laboratorium eksploatacji systemów informatycznych

Stosowane metody i techniki

- modelowanie i analiza statystyczna systemów i sieci komputerowych
- badania wpływu zależności dalekosiężnych (czasowych i przestrzennych) na wydajność systemów komputerowych
- opracowywanie ekspertyz i realizacja testów PoC
- programowanie usług sieciowych w środowisku rozproszonych systemów komunikacyjnych

Dostępna aparatura

- 15 stanowisk komputerowych z procesorami AMD Ryzen 5 3600, pamięcią RAM: 16GB oraz dyskami 1TB z zainstalowanym systemem Windows 10
- przełączniki sieciowe OmniAccess 740, Cisco Catalyst 2960, OmniSwitch 6XXX
- routery i firewalle Cisco 2800, OmniSwitch 9700 I 7700, WiFi FortiWiFi-30D
- serwery Dell PowerEdge R430
- Szeroka infrastruktura sieciowa



Badania z zakresu wydajności systemów klasy enterprise w środowisku rzeczywistym i symulacyjnym

Laboratorium naukowo-badawcze i dydaktyczne, w którym prowadzone są prace odnoszące się do zagadnień dotyczących analizy zjawisk zachodzących w systemach i sieciach komputerowych w szczególności w kontekście systemów złożonych. Celem tych prac jest poznanie i zrozumienie mechanizmów wpływających na funkcjonowanie systemów i sieci informatycznych w odniesieniu do ich efektywności oraz niezawodności. Szczegółowym badaniom poddawane są m.in. fizyczne oraz logiczne struktury sieciowe w zakresie analizy wydajności, funkcjonalności oraz bezpieczeństwa. Ponadto, w laboratorium możliwe jest prowadzenie badań wysokowydajnej infrastruktury przesyłowej i technik wirtualizacji. Wyposażone w serwery obliczeniowe dużej mocy oraz niezbędną infrastrukturę sieciową, stanowi wysokiej klasy środowisko testowe w pracach nad sterowaniem i analizą ruchu, wirtualizacją, wydajnością środowisk bazodanowych oraz bezpieczeństwem i nowymi usługami w sieci. Laboratorium wyposażone jest w niezbędną infrastrukturę komunikacyjną, a także systemy komputerowe oraz urządzenia sieciowe. Szeroki zakres dostępnego wyposażenia pozwala na realizację prac badawczych, zajęć dydaktycznych, a także prac realizowanych przy współpracy z przemysłem. Realizowane są następujące zagadnienia: projektowanie, konfiguracja oraz utrzymanie testowych środowisk komunikacji głosowej dla MŚP, projektowanie i konfiguracja systemów przetwarzania danych, konfiguracja macierzy dyskowych, konfiguracja i monitorowanie elementów sieci SAN, implementacja cloud computing.

Kierownik:
dr hab. inż. Dominik Strzałka, prof. uczelni
tel.: 17 865 12 86
e-mail: strzalka@prz.edu.pl

ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów
tel.: 17 865 11 06
e-mail: marekb@prz.edu.pl; andrzejp@prz.edu.pl
zsz.prz.edu.pl

Zakład Systemów Złożonych

Laboratorium sieci komputerowych



Badania z zakresu właściwości struktur sieciowych w środowisku rzeczywistym i symulacyjnym oraz Internetu Wszelchrzeczy (IoE)

Laboratorium naukowo-badawcze i dydaktyczne. Badania prowadzone w laboratorium dotyczą szerokiego spektrum zagadnień z zakresu projektowania i eksploatacji złożonych systemów komunikacyjnych w tym efektywnej i bezawaryjnej transmisji danych w środowisku sieci teleinformatycznych. W laboratorium realizowane są badania z obszaru: analizy ruchu sieciowego, jego właściwości i wpływu na infrastrukturę sieciową; analizy procesów o charakterze długoterminowym występujących w sieciach komputerowych; badania mechanizmów wyrównywania obciążeń i utrzymania niezawodności infrastruktury sieciowej, a także zapewnienia odporności na uszkodzenia struktur sieciowych realizujących transmisje danych w infrastrukturach krytycznych; automatyzacji procesu zarządzania systemami rozproszonymi, optymalizacji wykorzystania elementów systemu transmisyjnego (np. tolerowanie uszkodzeń, równoważenie obciążenia). W laboratorium realizowane są również zadania w zakresie projektowania i konfiguracji infrastruktury sieciowej opartej zarówno o homogeniczne, jak i heterogeniczne środowisko sieci komputerowych. W ramach prac testowane są zróżnicowane scenariusze konfiguracyjne oparte o powszechnie przyjęte standardy i protokoły sieciowe, a także własnościowe i nowotworzone mechanizmy i rozwiązania sieciowe. Zakres prowadzonych prac odnosi się zarówno do zagadnień związanych z sieciami klasy Enterprise, sieciami operatorskimi, jak również przemysłowymi stosowanymi m.in. w Przemśle 4.0 i energetyce. Wyposażenie laboratorium pozwala również na testy gotowych rozwiązań przed wdrożeniem ich do produkcji lub eksploatacji w scenariuszu proof of concept.

ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów
tel.: 17 865 12 99
e-mail: pawel.dymora@prz.edu.pl
zsz.prz.edu.pl

Stosowane metody i techniki

- badania z zakresu projektowania, budowy oraz eksploatacji nowoczesnych rozproszonych systemów teleinformatycznych, a w szczególności sieci komputerowych
- opracowanie i testowanie nowych mechanizmów transmisji danych
- synteza i analiza topologii sieciowych dla systemów połączeniowych dużej skali
- opracowywanie mechanizmów kontroli i sterowania przepływami w środowisku sieci konwergentnych

Dostępna aparatura

- 15 stanowisk komputerowych z procesorami AMD Ryzen 5 3400G, pamięcią RAM: 32GB oraz dyskami 1TB z zainstalowanym systemem Windows 10
- stanowisko Internetu Wszelchrzeczy (IoE)
- routery i firewalle Cisco 2800, 2901, ASA 5505, OmniSwitch 9600 i 9700E,
- Access pointy Extreme networks WS-AP3825i, Linksys E1200, EA2700 IXIA Novus One Plus, Network Emulator II, PerfectStorm One
- przełączniki OmniSwitch OS6350 oraz serie 6XXX, Cisco Catalyst 2960, 3560, 3650, Extreme networks Summit X460-G2 24t oraz 48p GE4 oraz SSA-T8028-0652

Kierownik:
dr hab. inż. Dominik Strzałka, prof. uczelni
tel.: 17 865 12 86
e-mail: strzalka@prz.edu.pl

Zakład Systemów Złożonych

Laboratorium Wirtualnej Rzeczywistości

Stosowane metody i techniki

- modelowanie obiektów z wykorzystaniem programów 3D,
- projektowanie aplikacji/gier z wykorzystaniem techniki wirtualnej rzeczywistości,
- projektowanie aplikacji z wykorzystaniem rozszerzonej rzeczywistości,
- projektowanie gier/aplikacji z wykorzystaniem mieszanej rzeczywistości
- prowadzenie badań z zakresu interakcji w VR/AR/MR

Dostępna aparatura

- 7 stanowisk komputerowych o dużej mocy obliczeniowej zgodnymi z VR
- gogle HTC VIVE Pro/Pro2/Pro Eye
- gogle HTC VIVE XR
- gogle HTC Focus 3
- gogle Oculus/Meta Quest 2
- gogle Meta Quest Pro
- gogle Valve Index
- gogle PiMax 5k
- system Steam Tracking 1.0/2.0
- okulary MS Hololens 2



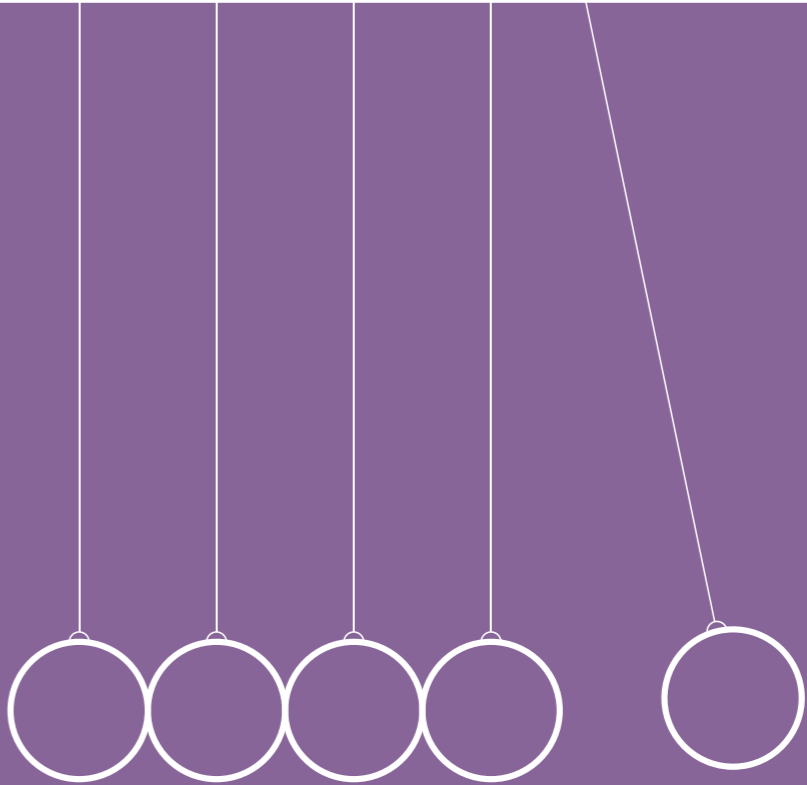
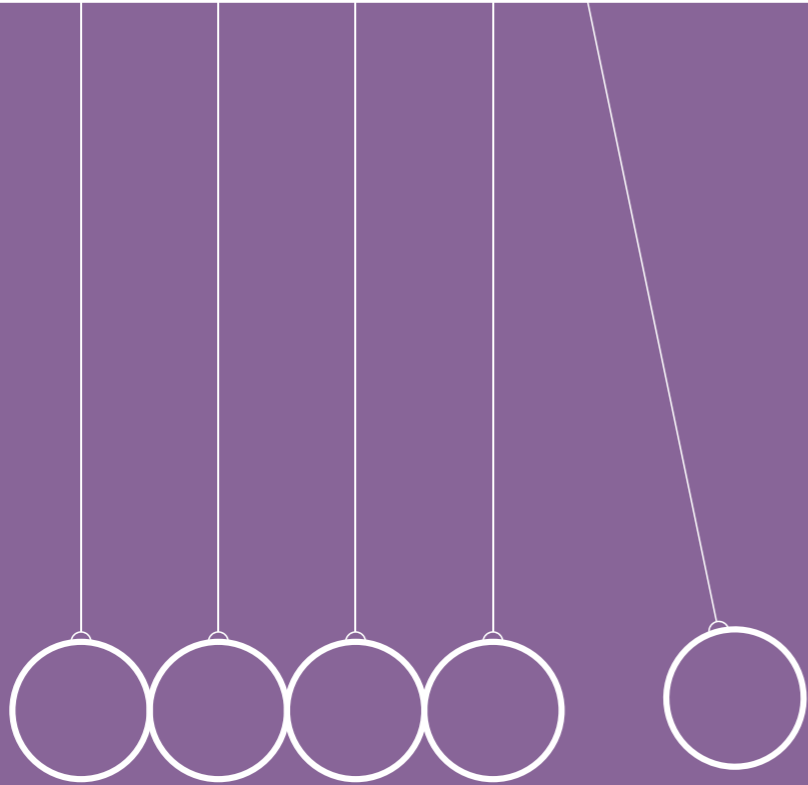
Badania z zakresu VR/AR/MR, badania interakcji użytkowników w VR/AR/MR, badania aplikacji/gier pod względem zgodności z VR/AR/MR, prowadzenie badań wymagających symulacji w VR/AR/MR

Laboratorium wirtualnej rzeczywistości oferuje szeroką i nowoczesną infrastrukturę do realizacji projektów badawczych z zakresu wirtualnej, rozszerzonej oraz mieszanej rzeczywistości wykorzystując najnowocześniejszy sprzęt dostępny na rynku. Do dyspozycji są wysokowydajne stanowiska komputerowe wyposażone w procesory najnowszej generacji wraz z kartami graficznymi z serii RTX od 20xx do 40xx. Stanowiska posiadają dedykowane gogle VR/AR/MR gotowe do użytku. Każde stanowisko może być rekonfigurowane na potrzeby realizacji badań. Wykorzystywany jest system SteamVR Tracking zarówno w wersji 1.0 jak i 2.0 w zależności od potrzeb użytkownika. Na stanowiskach zainstalowane są silniki gier komputerowych w najnowszych dostępnych wersjach (Unity oraz Unreal Engine), a także programy niezbędne do wykonywania modeli 3D. Dostępne są również programy CAD, 3D (seria Autodesk) możliwe do instalacji i użytkowania. Prowadzone badania z zakresu interakcji w VR/AR/MR mogą opierać się o dostępne na wyposażeniu elementy dodatkowe w postaci Vive Tracker, Face Tracker, czy Wrist Band Tracker umożliwiające znacznie rozszerzyć możliwości interakcji zarówno z wirtualnymi jak i fizycznymi obiektami.

al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów
e-mail: dwmifs@prz.edu.pl
wmifs.prz.edu.pl



**WYDZIAŁ
MATEMATYKI
I FIZYKI STOSOWANEJ**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ



Stosowane metody i techniki

- obserwacja mikroskopowa w powiększeniach od 20x do 5000x w rozdzielczości 4K
- obserwacja w trybach: jasne pole, ciemne pole, oświetlenie pierścieniowe, koaksjalne i mieszane
- analiza topografii powierzchni
- składanie obrazów i tworzenie modeli 3D powierzchni
- pomiary chropowatości, wielkości ziarna i analiza zanieczyszczeń
- analiza pierwiastkowa techniką LIBS (Laser Induced Breakdown Spectrometry)

Dostępna aparatura

Mikroskop cyfrowy 4K Keyence VHX-X1 z dwiema niezależnymi podstawami:

- Podstawa 1: zmotoryzowana głowica rewolwerowa z czterema obiektywami (20x-100x, 100x-500x, 500x-2500x, 2500x-5000x)
- Podstawa 2: zintegrowana głowica do laserowej analizy elementarnej (LIBS) EA-300 z kamerą i obiektywem 20x-200x.

Wybrane oprogramowanie

- oprogramowanie systemowe Keyence do akwizycji i analizy obrazu z modułami do m.in. pomiarów 3D, analizy powierzchni oraz analizy składu pierwiastkowego



Obrazowanie mikroskopowe 2D/3D powierzchni oraz analiza składu pierwiastkowego techniką LIBS

Zaawansowany mikroskop cyfrowy **Keyence VHX-X1** pozwala na obserwację obiektów w powiększeniu od 20x do 5000x oraz rozdzielczości 4K. Łączy wysoką jakość optyczną z intuicyjnym interfejsem użytkownika i zaawansowaną analizą obrazu. Posiada dwie niezależne podstawy: jedna ze zmotoryzowaną głowicą rewolwerową z obiektywami 20x–5000x, a druga z **głowicą do analizy pierwiastkowej EA-300**. Możliwe jest płynne przełączanie się między głowicami z poziomu interfejsu.

Mikroskop oferuje różnorodne tryby obserwacyjne, w tym jasne i ciemne pole, a także pracę przy oświetleniu pierścieniowym, koaksjalnym i mieszanym. Dzięki funkcjom kompozycji głębi ostrości oraz składania obrazów, możliwe jest uzyskanie wyraźnych zdjęć próbek oraz trójwymiarowa rekonstrukcja powierzchni. Umożliwia to wykonywanie pomiarów obiektów np. wysokości oraz inne analizy, takie jak pomiar chropowatości, ocena wielkości ziarna i analiza zanieczyszczeń.

Zintegrowany moduł EA-300, wykorzystujący technologię LIBS (Laser Induced Breakdown Spectrometry), pozwala na szybką identyfikację pierwiastków oraz określanie ich stężeń w szerokim zakresie. System znajduje szerokie zastosowanie w badaniach materiałów biologicznych i technicznych oraz w analizie powierzchni.



Wysokowydajne obliczenia i symulacje procesów fizycznych

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej oferuje wysokowydajne obliczenia związane z modelowaniem procesów fizycznych głównie w skali atomowej. W jej dyspozycji jest wysokowydajny klaster obliczeniowy to jednostka składająca się z pięciu nodów wyposażonych w dziewięć procesorów AMD EPYC 7763 64-Core oraz dwóch kart NVIDIA A100 Tensor Cores. Dodatkowo każdy node zawiera bank pamięci o pojemności 2TB RAM. Urządzenie może być wykorzystane do ciągłej pracy obliczeniowej współpracując z macierzą pamięci o pojemności 50TB. Oprogramowanie do modelowania w skali atomowej QuantumATK umożliwia wielkoskalowe, a tym samym bardziej realistyczne symulacje materiałów, integrując najnowocześniejsze metody w łatwą w użyciu platformę. QuantumATK przyspiesza prace badawczo-rozwojowe w zakresie półprzewodników i szeroko pojętego ciała stałego.

QuantumATK for Academic Research



Accelerate your research with QuantumATK atomic simulation software by performing efficient material and electronic device simulations using uniquely combined state-of-the-art methods. Benefit from an advanced GUI and Python scripting.

Get Trial

Contact Us

Stosowane metody i techniki

- modelowania w skali atomowej materiałów i procesów fizycznych
- złożona analiza danych doświadczalnych w tym sygnałów biomedycznych

Dostępna aparatura

- wysokowydajny klaster obliczeniowy składający się z pięciu nodów wyposażonych w dziewięć procesorów AMD EPYC 7763 64-Core oraz dwóch kart NVIDIA A100 Tensor Cores

Stosowane metody i techniki

- fotogrametria wielostanowiskowa, w której zdjęcia są wykonywane jednocześnie z wielu aparatów ustawionych pod różnymi kątami
- tworzenie chmury punktów stanowiącej trójwymiarową reprezentację obiektu
- nakładanie tekstur
- post-processing obejmujący wygładzanie powierzchni oraz redukcję szumów

Dostępna aparatura

- system skanowania Big Alice oparty na fotogrametrii
- stanowisko komputerowe z procesorem AMD Ryzen 9 5950X, pamięcią RAM 128 GB oraz kartą graficzną RTX 3090 Ti 24 GB

Wybrane oprogramowanie

- RealityCapture
- Blender
- Autodesk Inventor



Digitalizacja ludzi i dużych obiektów w oparciu o fotogrametrię

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej dysponuje unikatowym systemem skanowania fotogrametrycznego ludzi oraz dużych obiektów, w tym organicznych, co otwiera nowe możliwości w dziedzinie badań naukowych z zakresu inżynierii i medycyny. W systemach fotogrametrycznych wykorzystywana jest seria zdjęć obiektu, wykonanych pod różnymi kątami, które następnie są przetwarzane cyfrowo w celu stworzenia modelu 3D. Program analizuje wzajemne relacje pomiędzy zdjęciami, co umożliwia precyzyjne odtworzenie kształtu i wymiarów obiektu.

System Big Alice to największy system skanowania fotogrametrycznego z rodziny produktów 3Dcopsystems. Wyposażony jest w 64 lustrzanki cyfrowe o wysokiej rozdzielczości. Aparaty te z regulowanymi ogniskowymi, umożliwiają jednoczesne uchwycenie obiektu pod 64 różnymi kątami przy oświetleniu 2400 W. Dzięki wymiarom 5x4x2,5 m możliwa jest rejestracja nawet sześciu osób jednocześnie lub skanowanie większych obiektów.

W wyniku skanowania otrzymywane są zdjęcia, które przetwarzane są w oprogramowaniu RealityCapture do postaci modelu 3D. Oprócz wynikowego modelu 3D, system skanowania Big Alice pozwala na otrzymanie mapy tekstur. Uzyskane modele mogą być wykorzystywane do pomiarów ciała, analizy postawy, a także do cyfrowej edycji projektów. Ponadto mogą znaleźć zastosowanie inżynierii medycznej np. w projektowaniu personalizowanych wyrobów medycznych, takich jak ortozy, jak również w animacji komputerowej, czy też wirtualnej rzeczywistości.



Modelowanie i analiza biomechaniczna narządu ruchu

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej dysponuje sprzętem oraz oprogramowaniem znajdującym zastosowanie w ocenie biomechanicznej ruchu człowieka. **Inercyjny system Motion Capture XSENS Awinda** umożliwia rejestrację i analizę trajektorii ruchu ciała w trzech wymiarach. Składa się z 17 bezprzewodowych czujników inercyjnych o częstotliwości próbkowania 60 Hz, które pozwalają na pomiary kątów, prędkości oraz przyspieszeń segmentów ciała w czasie rzeczywistym. System ten jest lekki i przenośny, co umożliwia prowadzenie badań zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i w środowisku naturalnym. Do analizy dynamiki ruchu wykorzystywane są **mata tensometryczna FreeMED** oraz **dynamometr ręczny K-Force Grip**, który pozwala na precyzyjny pomiar siły chwytu z dokładnością do 0,1 kg. Mata FreeMED jest stosowana zarówno do oceny stabilności, jak i rozkładu sił nacisku stóp, co uzupełniają dwie przenośne, bezprzewodowe platformy stabilometryczne K-Force Plates, szczególnie przydatne do analiz stabilograficznych oraz oceny równowagi ciała. Dzięki **Anybody Modeling System** – pakietowi modelowania mięśniowo-szkieletowego – możliwe jest przeprowadzanie analiz biomechanicznych, takich jak obliczanie sił mięśniowych, obciążeń stawowych oraz sił reakcji podłoża. Z kolei ANSYS, narzędzie do zaawansowanych symulacji numerycznych, pozwala na analizę strukturalną tkanek i zachowanie struktur anatomicznych pod wpływem różnych obciążeń, co jest niezwykle przydatne w analizach medycznych i ortopedycznych. Dostępność tej aparatury oraz oprogramowania umożliwia nam prowadzenie wszechstronnych badań, które mają szerokie zastosowanie w diagnostyce, rehabilitacji, ortopedii, a także w analizie ergonomii.

Stosowane metody i techniki

- analiza kinematyczna narządu ruchu
- analiza dynamiki ruchu
- modelowanie biomechaniczne i symulacja ruchu
- analiza stabilograficzna i ocena równowagi ciała

Dostępna aparatura

- inercyjny system Motion Capture XSENS Awinda
- mata tensometryczna FreeMED
- K-Force Grip – dynamometr ręczny
- K-Force Plates v3 – dwie przenośne bezprzewodowe platformy stabilometryczne

Wybrane oprogramowanie

- Anybody Modeling System
- ANSYS



Stosowane metody i techniki

- segmentacja obrazów medycznych
- rekonstrukcja 3D
- przygotowanie do druku 3D
- wydruk i post-processing

Dostępna aparatura

- stanowisko komputerowe z procesorem AMD Ryzen 9 5950X, pamięcią RAM 128 GB oraz kartą graficzną RTX 3090 Ti 24 GB
- drukarki 3D pracujące w technologii MEM, FFF, FDM i SLA wraz z urządzeniami i sprzętem do post-processingu, w tym m.in. Creality K1 Max

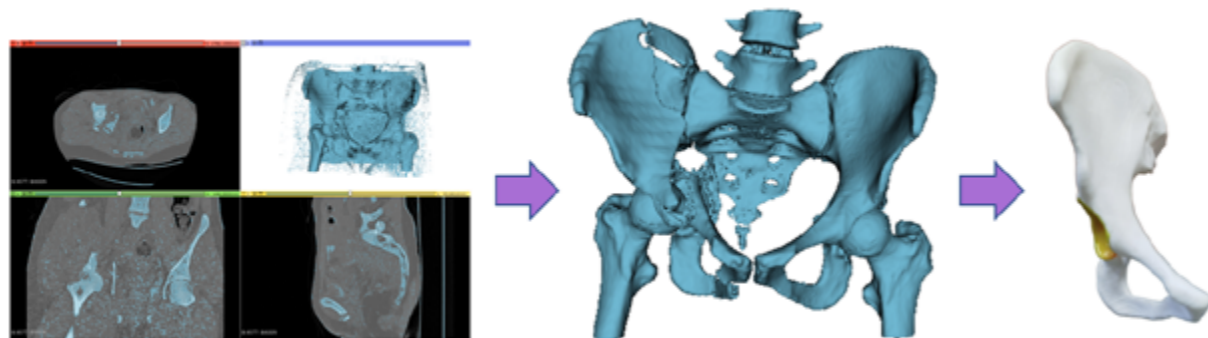
Wybrane oprogramowanie

- 3D Slicer
- Meshmixer
- Blender
- PrusaSlicer



Generowanie cyfrowych i fizycznych modeli 3D struktur anatomicznych na podstawie danych obrazowych z TK lub MRI

Stanowisko komputerowe, będące na wyposażeniu Katedry Fizyki i Inżynierii Medycznej umożliwia przygotowanie spersonalizowanych modeli anatomicznych na podstawie danych diagnostycznych z tomografii komputerowej (TK) i rezonansu magnetycznego (MRI). Dzięki oprogramowaniu takiemu jak 3D Slicer możliwa jest cyfrowa rekonstrukcja wybranych organów i struktur anatomicznych z obrazów medycznych, zapewniając odwzorowanie szczegółów geometrii pacjenta. Do tworzenia fizycznych modeli 3D Katedra dysponuje drukarkami pracującymi głównie w technologii FFF/FDM, które pozwalają na jednostkową produkcję szczegółowych modeli anatomicznych. Te modele mają szerokie zastosowanie – są przydatne w planowaniu zabiegów medycznych, edukacji oraz badaniach nad anatomią i biomechaniką.



Pomiary właściwości elektrycznych

Stanowisko pozwala na przeprowadzenie pomiarów właściwości elektrycznych (m. in. rezystancji, przewodnictwa, impedancji, przenikalności elektrycznej) materiałów stałych w szerokim zakresie temperatur (-120 – 150 K) i częstotliwości (20 Hz – 40 MHz). W ograniczonym zakresie temperatury istnieje również możliwość badań materiałów ciekłych.

Stosowane metody i techniki

- bezpośredni pomiar rezystancji
- metoda stałoprądowa
- metoda zmiennoprądowa

Dostępna aparatura

- analizator impedancji
- mostek RLC
- źródło prądowo napięciowe
- regulator temperatury
- kriostat azotowy

Stosowane metody i techniki

- mikroskopia optyczna i polaryzacyjna z możliwością chłodzenia i grzania

Dostępna aparatura

- mikroskop petrograficzny Nikon Eclipse LV100 POL
- stolik grzewczy i chłodzący Linkam THMS 600



Obserwacje mikroskopowe w świetle widzialnym

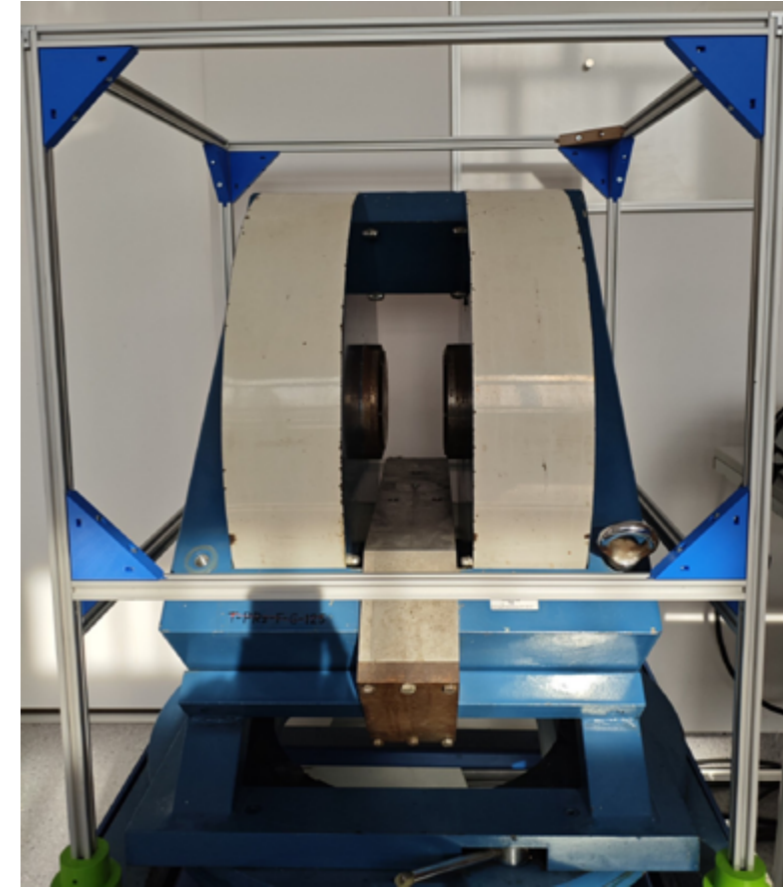
Stanowisko pozwala na prowadzenie obserwacji optycznych próbek w świetle widzialnym oraz spolaryzowanym. Dzięki możliwości współpracy z stolikiem grzewczo-chłodzącym możliwe jest prowadzenie obserwacji w szerokim zakresie temperatury (120 K – 473 K). Mikroskop współpracuje z dedykowanym oprogramowaniem, które pozwala między innymi na automatyzację obserwacji oraz szczegółową analizę uzyskanych obrazów.

Stosowane metody i techniki

- stałe pole magnetyczne

Dostępna aparatura

- elektromagnes Radiopan ER 1610 M
- zasilacz TDK Lambda GEN 60-55



Źródło pola magnetycznego

Stanowisko pozwala na generowanie jednorodnego pola magnetycznego w zakresie 0,7 T.

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej

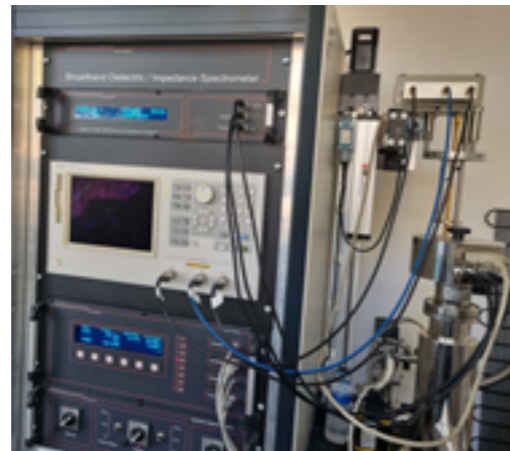
Pracownia spektroskopii dielektrycznej

Stosowane metody i techniki

- badania w zakresie pomiaru zespolonej przenikalności dielektrycznej.

Dostępna aparatura

- spektrometr dielektryczny - Novocontrol concept 80 system.
- analizator Impedancji Agilent 4294A Precision Impedance Analyzer
- Kriostat azotowy zalewowy z płaszczem próżniowym, turbomolekularna pompa próżniowa firmy Leybold Vacuum model PT 151 KIT ON 100CF, ITR 90 DN 22K
- regulator temperatury firmy LakeShore Model 331 S
- oscyloskop cyfrowy MSO6034A firmy Agilent Technologies
- 7265 DSP Lock-in Amplifier firmy Signal Recovery
- generator impulsu sinusoidalnego, wraz z układem analitycznym sprzężonym z komputerem,
- kriostat azotowy z regulatorem temperatury



Pomiary dielektryczne w szerokim zakresie częstotliwości

W pracowni możliwe jest prowadzenie badań materiałów w fazie stałej i ciekłej w szerokim zakresie temperatur (-150 do 300C) i częstotliwości (0.01 do 3GHz). Tego typu badania pozwalają na charakteryzację i określenie dynamiki molekuł badanych materiałów co jest podstawą metod związanych z syntezą materiałów dielektrycznych wykorzystywanych w inżynierii materiałowej.

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej

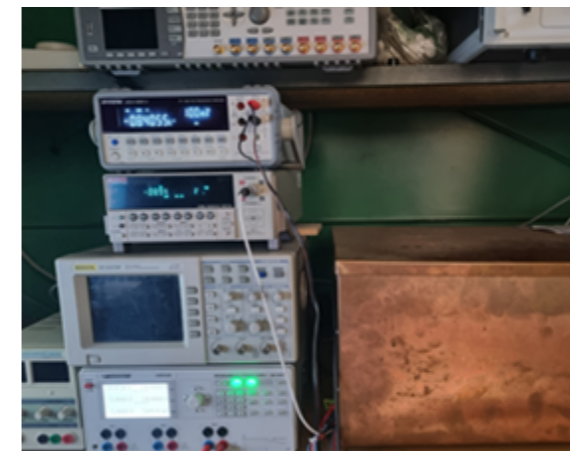
Pracownia dielektryków nieliniowych

Stosowane metody i techniki

- badania mechanizmu i dynamiki przejścia fazowego monokryształów TGS.
- badania zjawiska termoelektrycznego układów w fazie stałej.
- pomiary własności elektrycznych materiałów dielektrycznych

Dostępna aparatura

- komputerowe stanowisko pomiarowe do badań temperaturowych charakterystyk współczynnika piroelektrycznego metodą pomiaru prądu,
- komputerowe stanowisko do cyfrowego pomiaru polaryzacji spontanicznej i współczynnika piroelektrycznego metodą różnicowo - ładunkową,
- stanowisko do pomiaru temperaturowych charakterystyk przenikalności dielektrycznej zespolonej,
- stanowisko do badania odpowiedzi próbek piroelektrycznych na wymuszenia dynamiczne o zadanych parametrach,
- stanowisko do hodowli monokryształów ferroelektrycznych z roztworów wodnych,
- stanowisko do obróbki mechanicznej próbek monokrystalicznych,



Pomiary elektryczne i termoelektryczne z wykorzystaniem metody różnicowo-ładunkowej

W pracowni badany jest mechanizm przejścia fazowego monokryształów TGS. Laboratorium obejmuje stanowisko hodowli kryształów oraz komputerowe stanowiska pomiarowe służące do charakteryzacji próbek. Obok tego prowadzone są badania zjawisk termoelektrycznych układów w fazie stałej z użyciem komputerowych stanowisk do badania odpowiedzi próbek na wymuszenia o kontrolowanych gradientach temperaturowych oraz układ do długotrwałego – zdalnego nadzoru eksperymentu pomiarowego.

Stosowane metody i techniki

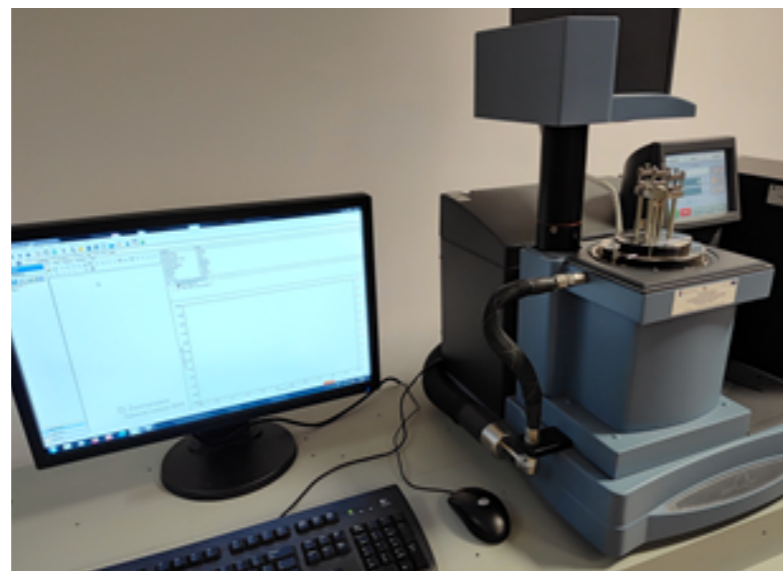
- dynamiczna analiza mechaniczna DMA
- pomiary dyfrakcyjne

Dostępna aparatura

- dynamiczny analizator mechaniczny (DMA) Q800 firmy TA Instruments
- zestaw do pomiarów dyfrakcyjnych

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 11111
- PN-EN: 000 0000
- DIN 000000

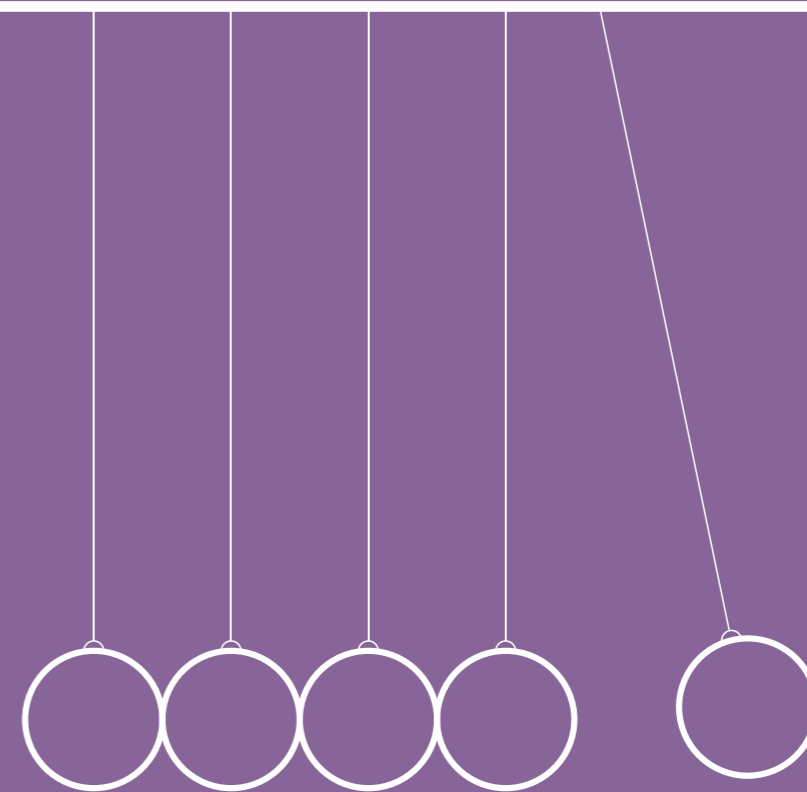


Dynamiczna analiza mechaniczna DMA

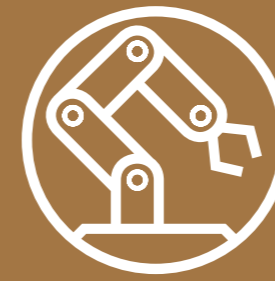
Dynamiczny analizator mechaniczny (DMA - Dynamical Mechanical Analyzer) jest analizatorem termicznym (-150 do 600 °C) przeznaczonym do badania lepkosprężystych właściwości mechanicznych szerokiej gamy materiałów zarówno miękkich jak i bardzo sztywnych. Badane próbki umieszczone są w jednym z kilku dostępnych uchwytów pomiarowych (np: Single/Dual Cantilever, 3-Point Bending, Film/Fiber Tension Clamp) i poddawane są okresowej deformacji (0,01 do 200 Hz) celem określenia ich właściwości mechanicznych (np. moduł zachowawczy, moduł strat) i termicznych (np. temperatury zeszklenia, szacowania stopnia usieciowania).

Pomiary dyfrakcyjne

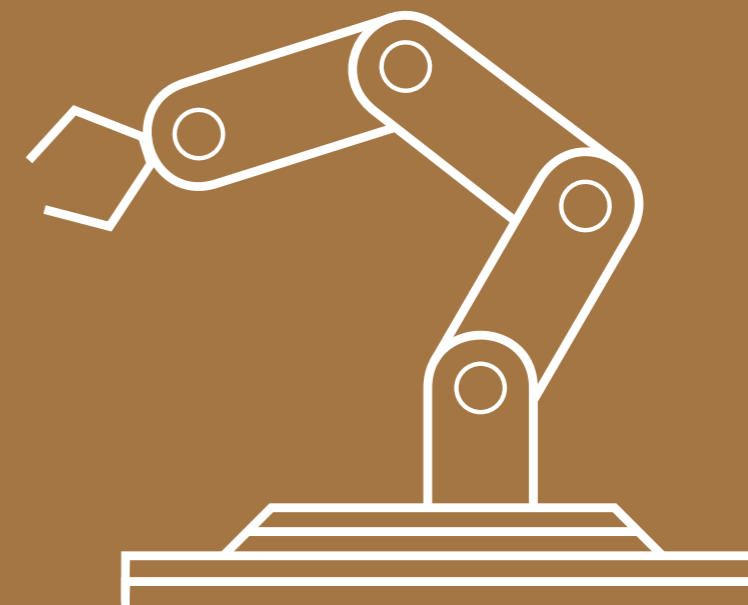
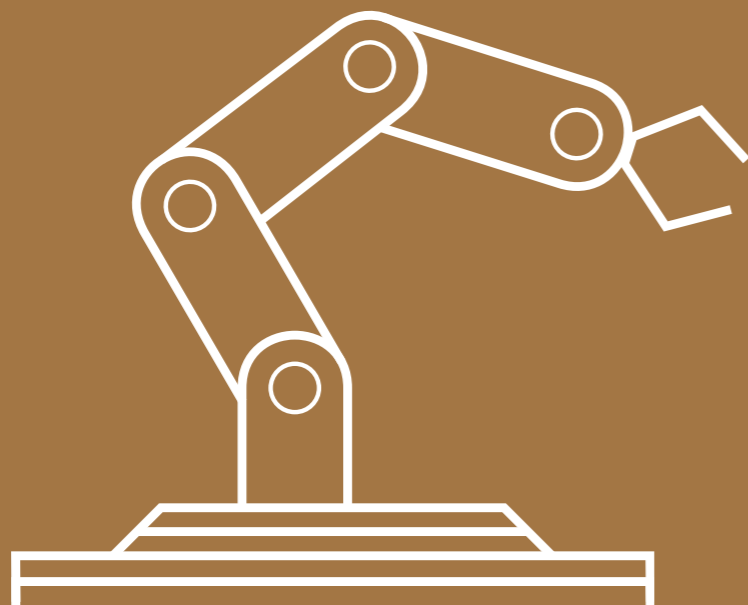
W laboratorium wykonywane są pomiary z zastosowaniem dyfrakcji światła laserowego np. średnicy włókien, a także parametrów mechanicznych materiałów (np. modułu Younga) z wykorzystaniem metody zginania trójpunktowego. Pomiary takie cechują się bezkontaktowością oraz bardzo dużą dokładnością.



ul. Kwiatkowskiego 4, 37-450 Stalowa Wola
e-mail: rk@prz.edu.pl
wmt.prz.edu.pl



**WYDZIAŁ
MECHANICZNO-
-TECHNOLOGICZNY**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ



Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium

Stosowane metody i techniki

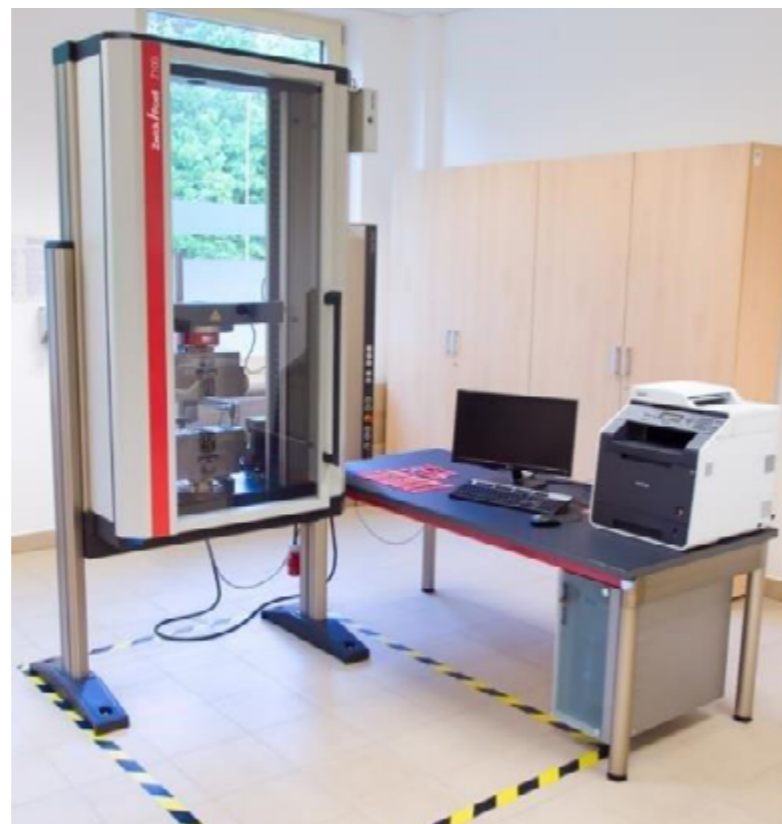
- statyczna próba rozciągania w temperaturze pokojowej,
- statyczna próba ściskania,
- wyznaczanie modułu Younga E,
- statyczna próba ścinania,
- statyczna próba zginania trójpunktowego.

Dostępna aparatura

- Maszyna wytrzymałościowa Zwick/Roell Z100

Badania na zgodność z numerami norm

- PN-EN ISO 6892-1 metoda B
- PN-EN ISO 4136
- PN-EN 876
- PN-EN ISO 9018
- PN-EN ISO 9018
- PN-EN 876
- PN-EN ISO 4136
- PN-EN ISO 7438



Badanie wytrzymałości materiałów

Statyczna maszyna wytrzymałościowa firmy Zwick, przeznaczona jest do badań zrywania, ściskania jak również do testów ścinania w temperaturze pokojowej. Wykonywanie badań statycznej próby rozciągania i ściskania dla wszystkich materiałów stosowanych w przemyśle.

Badanie własności mechanicznych:

- umowna granica plastyczności R_p ,
- górna granica plastyczności ReH ,
- wytrzymałość R_m ,
- wydłużenie $A\%$,
- przewężenie Z .

Badania niszczące spoin w metalach.

- Badanie na rozciąganie złączy krzyżowych i zakładkowych.
- Próba rozciągania próbek wzdłużnych ze spoin złączy spawanych.
- Próba rozciągania próbek poprzecznych.

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Badanie powierzchni spoin i elementów przygotowanych do spawania

Przeznaczony do badań z zakresu:

- laserowa kontrola geometrii spawanych elementów,
- laserowa kontrola połączeń spawanych,
- ocena jakości spoin,
- cyfrowa analiza niezgodności.



Stosowane metody i techniki

- Laserowy pomiar wielkości geometrycznych

Dostępna aparatura

- Zastaw składa się ze skanera laserowego, zasilacza, nośnika pamięci, wzorca kalibracyjnego, oprogramowania do analizy wyników.

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

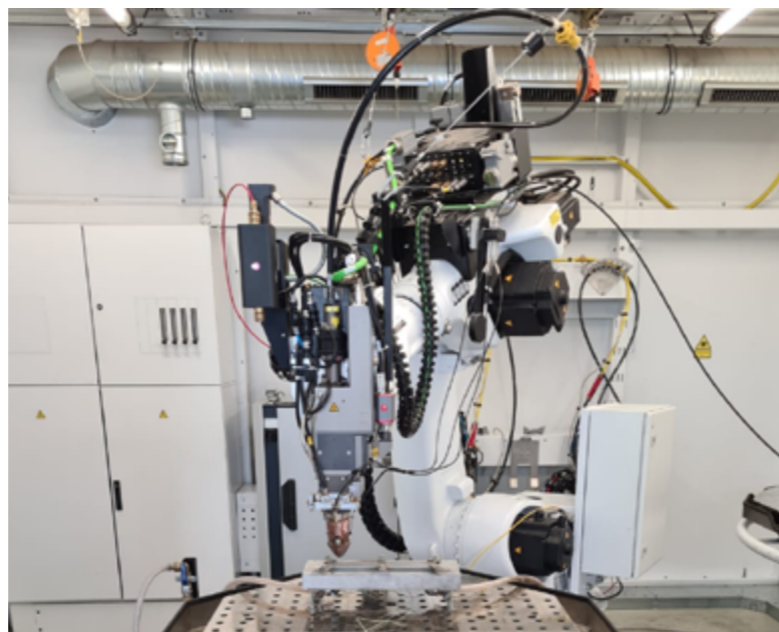
Laboratorium

Stosowane metody i techniki

- Laserowe spawanie.
- Laserowe napawanie.
- Laserowe cięcie.
- Laserowa obróbka cieplna powierzchniowa.
- Laserowa modyfikacja warstwy wierzchniej.

Dostępna aparatura

- głowice: do spawania, cięcia i napawania



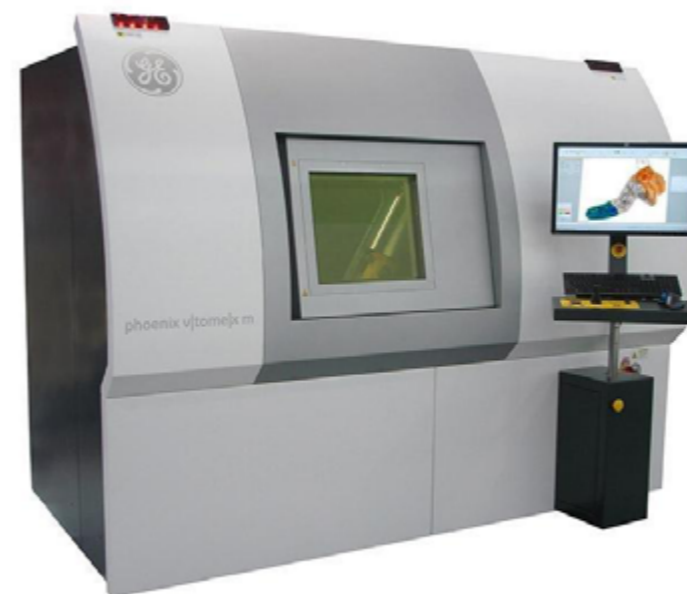
Opracowanie parametrów technologicznych spawania, cięcia, napawania i obróbki cieplnej z wykorzystaniem wiązki lasera

Stanowisko jest wyposażone w trzy niezależne rodzaje głowic: do spawania, cięcia i napawania. Posiada również oprogramowanie do projektowania procesów spawalniczych, określenia rzeczywistego położenia spawanych krawędzi i korekty toru ruchu robota.



Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Badanie rentgenowskie - tomografia komputerowa (CT)

Mikrotomograf rentgenowski v|tome|x m to wysokiej rozdzielczości system tomografii komputerowej CT. Produkt ma zastosowanie zarówno w nauce jak i przemyśle np. geologii, biologii, materiałoznawstwie, chemii, instytutach biomedycznych. System oferuje unikalną rozdzielczość przestrzenną na szerokiej gamie skanowanych materiałów – od małych próbek biologicznych poprzez duże elementy wykonane z metali. Specjalnie dobrane komponenty bazowe zaprojektowano w celu osiągnięcia wysokiej rozdzielczości i stabilności pracy. Za pomocą aparatu możliwy jest pomiar współrzędnościowy, import danych nominalnych z CAD w formacie STP oraz IGES i porównanie danych. Ponadto możliwa jest analiza grubości ścianek oraz analiza porowatości zgodnie z normą VW P201.

- Powiększenie geometryczne (3D): od 1,3x do 100x (lampa microfocus) do 200x (lampa nanofocus).
- Wykrywalność szczegółów: < 1 μm (lampa microfocus) < 0,2 μm (lampa nanofocus).
- Minimalna wielkość woksela: < 2 μm (lampa microfocus) < 1 μm (lampa nanofocus).
- Odległość detektor - lampa: 800 mm.
- Maksymalny zakres skanu CT (śred. x wys.): 420x400 mm.
- Maksymalna masa przedmiotu: 50 kg.

Stosowane metody i techniki

- Tomografia komputerowa CT

Dostępna aparatura

- Typ lampy: lampa microfocus typu otwartego,
- Maksymalne napięcie / Moc: 240 kV/320 W; 300 kV/500 W,
- lampa nanofocus typu otwartego 180 kV/20 W,
- Maniupulator oparty na bazie granitowej 4-osiowy,
- Typ detektora: dynamic41|200,
- Stabilizacja temperaturowa lampy, detektora,
- Oprogramowanie: phoenix datos|x.

Badania na zgodność z numerami norm

- VW P201

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

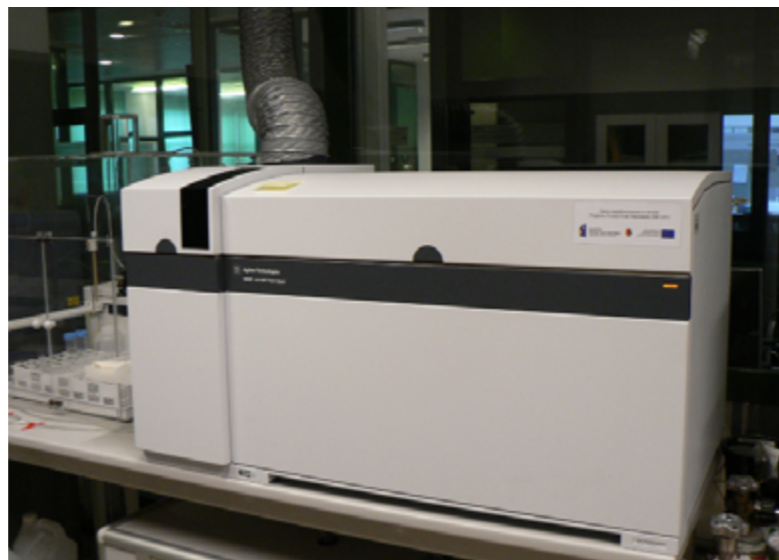
Laboratorium

Stosowane metody i techniki

- spektrometria mas z jonizacją w plazmie indukcyjnej sprzężonej (ICP-MS) z przystawką do ablacji laserowej,
- chromatografia cieczowa (HPLC).

Dostępna aparatura

- Spektrometr mas z jonizacją w plazmie indukcyjnej sprzężonej (ICP-MS) z przystawką do ablacji laserowej oraz chromatografem cieczowym.



Badanie pierwiastków na poziomie stężeń od [ppt] do [ppm]

Zestaw ten tworzą spektrometr mas z jonizacją w plazmie indukcyjnej sprzężonej (ICP-MS) z przystawką do ablacji laserowej oraz chromatografem cieczowym. Ten unikalny układ potrójnego kwadrupola umożliwia uzyskanie najlepszych granic wykrywalności i oznaczalności w analizie próbek o różnym składzie: od materiałów półprzewodnikowych i odczynników, po materiał biologiczny i kliniczny, próbki środowiskowe oraz skomplikowane matryce. Oznaczenie zawartości metali ciężkich w próbkach gleby, w pożywieniu itd., ustalenie pochodzenia lakieru pozostawionego w trakcie stłuczki, wykrywanie obecności arsenu we włosach (zastosowanie w kryminalistyce), ustalenie zawartości pierwiastków w związkach chemicznych (np. zawartość metali w kompleksach). Metoda ta jest stosowana głównie do analizy ciał stałych, pozwala zarówno badać zmiany rozmieszczenia pierwiastków na powierzchni próbki, jak i gradientu stężeń w głąb badanego materiału.

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Badanie twardości w miejscach trudnodostępnych

Handy Esatest X - przenośne urządzenie określające twardość opatentowaną metodą Esatest, do rejestracji krzywej twardości względem głębokości penetracji. Z uwagi na niewielką głowicę pomiarową, szczególnie ceniony w miejscach trudno dostępnych, takich jak rowki wpustowe lub wręby koła zębatego.

Dynatest SCX -Przenośny twardościomierz z unikatową głowicą do dynamicznej aplikacji dużego nacisku w dowolnym miejscu, np. na powierzchni czołowej, na bocznej ścianie lub od spodu. Bezpośredni pomiar głębokości penetracji i wymiana węgelnika z diamentowego na kulkowy umożliwiają m.in. pomiar na zgrubnie przygotowanej powierzchni odkuwek stalowych i na odlewach żeliwnych.



Stosowane metody i techniki

- skala pomiarowa HV, HRA, HRB, HRC, HB5, HB10, HB30, HRF.

Dostępna aparatura

- Handy Esatest X obciążenie: 1-10 kG (10-100 N),
- Dynatest SCX obciążenie: 100 kG (1000 N),

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium

Stosowane metody i techniki

- metoda transmisyjna,
- pomiary z przystawką ATR.

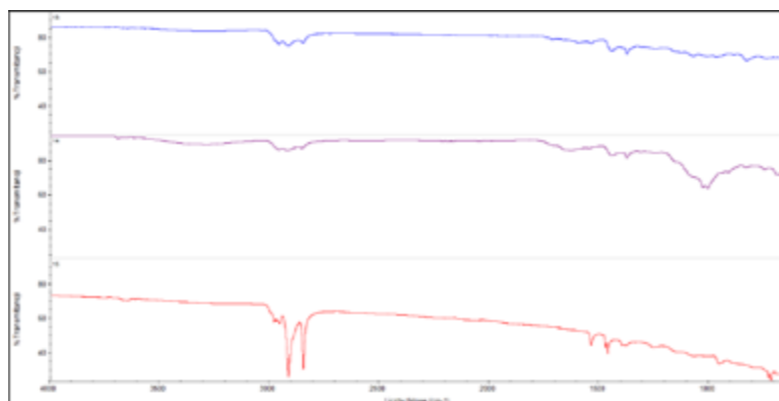
Dostępna aparatura

- dwa źródła promieniowania: lampa wolframowa na zakres 27 000-2 000 cm^{-1} , źródło ceramiczne zakres 9 600-20 cm^{-1} ,
- źródło ceramiczne o maksymalnej temp. pracy 1577 K, niewymagające chłodzenia wodą,
- zdolność rozdzielcza lepsza niż 0,09 cm^{-1} ,
- szybkość skanowania regulowana w zakresie 0,16÷6,2 cm/s .



Badanie spektroskopowe z transformacją Fouriera

Uniwersalny zestaw przeznaczony do pomiarów spektroskopowych z transformacją Fouriera próbek stałych i ciekłych w zakresie podczerwieni (12 000 – 350 cm^{-1}). Aparat wyposażony jest w laser ciągły Nd+3:YAG ze wzbudzeniem przy 1064 nm i detektor germanowy chłodzony ciekłym azotem. Dodatkowe wyposażenie, jakim jest mikroskop podczerwieni, umożliwia szybkie tworzenie map związków na powierzchni. Ponadto, możliwe jest również otrzymywanie charakterystycznych dla różnych substancji i materiałów widm FTIR, umożliwiających ich identyfikację oraz analiza porównawcza badanych materiałów z widmami wzorcowymi (np. kontrola jakości) i wstępna analiza materiałów wieloskładnikowych, np. tworzyw polimerowych w kierunku identyfikacji rodzaju polimeru oraz stosowanych dodatków. Urządzenie umożliwia również wykonanie widm FTIR-ATR.



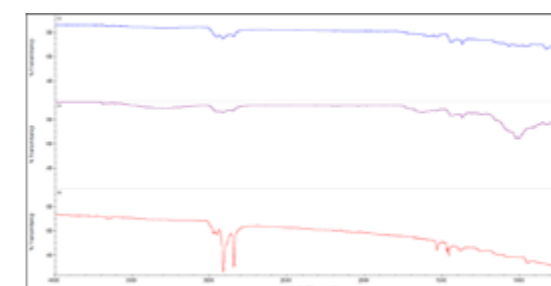
Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Badanie z wykorzystaniem spektrometru fotoelektronów XPS K-Alpha

- możliwość analizy próbek typu: stopy metali, półprzewodniki, szkła, polimery, substancje organiczne, ceramika, oleje,
- pomiar składu chemicznego (brak możliwości wykrycia wodoru i helu),
- identyfikacja stanów chemicznych pierwiastków, rodzaju wiązań chemicznych,
- oznaczenie zanieczyszczeń znajdujących się na powierzchni próbki,
- istnieje możliwość wykorzystania trawienia jonowego i pomiaru kątownego zwiększającego możliwości pomiarowe.



Stosowane metody i techniki

- Rentgenowska spektroskopia fotoelektronów: analizy jakościowe i ilościowe wykonywane są w zakresie pierwiastków od boru do uranu podstawie rozmieszczenia różnych składników w próbce.

Dostępna aparatura

Spektrometr fotoelektronów XPS K-Alpha firmy Thermo Fisher Scientific:

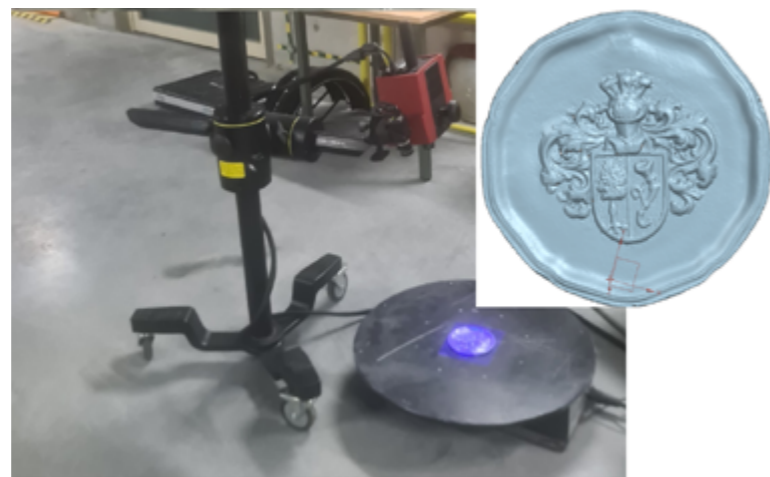
- analizator półkulisty z podwójnym ogniskowaniem 180° z detektorem 128-kanalowym,
- źródło promieniowania rentgenowskiego — mikro-skupiony monochromator Al K α ze zmienną wielkością plamki,
- pistolet jonowy (200-4000 eV),
- kompensacja ładunku — podwójne źródło wiązki,
- 4-osiowy stół, obszar próbki 60x60 mm, maksymalna grubość próbki 20 mm,
- opcje — moduł przenoszenia próżni, moduł przechyłu dla ARXPS, moduł odchylenia próbki.

Stosowane metody i techniki

- Światło niebieskie

Dostępna aparatura

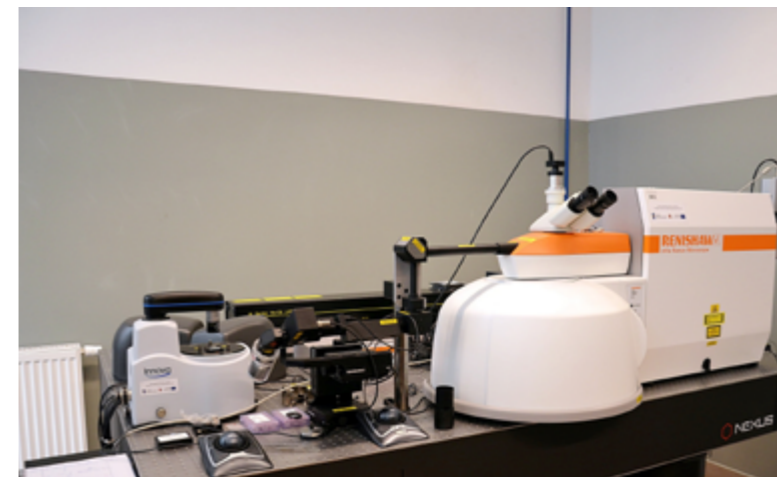
- Stół obrotowy, statyw



Badanie topografii powierzchni przy pomocy skanera 3D

Urządzenia ATOS Compact Scan można stosować we wszystkich zadaniach pomiarowych i do przedmiotów o różnej wielkości. Niezależnie od tego, czy chodzi o wysoką rozdzielczość detali, najwyższą dokładność, czy szybkie skanowanie dużych obszarów pomiarowych. Skalowany obszar pomiarowy skanera 3D umożliwia idealne dopasowanie do każdego zadania pomiarowego. Przy pomocy skanera możliwe jest również tworzenie modeli 3D.

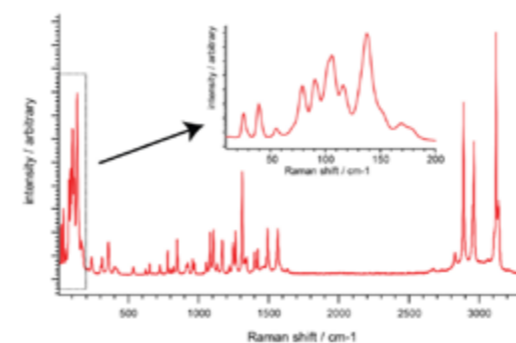
- minimalny obszar pomiaru: 40x40 mm,
- maksymalny obszar pomiaru: 1200x1200 mm,
- rozdzielczość pomiaru: 0.017-0.481 mm,
- wymiary: 340x130x230 mm,
- mocowanie skanera na statywie.



Badanie spektroskopowe Ramana

Konstrukcja układu optycznego o wysokiej sprawności pozwala na uzyskanie danych Ramana wysokiej jakości zarówno z dużych próbek, jak i tych o śladowych ilościach materiałów:

- ogniskowanie na powierzchni badanej próbki w trakcie jej badania w trybie sterowania ręcznego,
- tworzenie map ramanowskich chropowatych, nierównych i zakrzywionych powierzchni,
- brak wymogów co do przygotowania próbki do analizy,
- wyświetlane chemiczne obrazy ramanowskie w trójwymiarze i nakładanie ich na widoki topografii,
- brak czasochłonnego wstępnego skanowania powierzchni,
- utrzymywanie zogniskowania w trakcie pomiarów w trakcie bardzo długich pomiarów.



Stosowane metody i techniki

- tworzenie map ramanowskich chropowatych, nierównych powierzchni, analiza i identyfikacja ciał stałych, proszków, cieczy, próbek związków organicznych i nieorganicznych,
- możliwość monitorowania zanieczyszczeń, określenia stopnia jednorodności próbki i analizy składu chemicznego,
- profilowanie warstwowe – badanie możliwe dla próbek przezroczystych i nieprzezroczystych.

Dostępna aparatura

- jednowiązkowy spektrometr Ramana, ramanowski mikroskop konfokalny inVia,
- wiązka wzbudzająca: 532 nm, 785 nm,
- rozdzielczość spektralna: 0.3 cm⁻¹ (FWHM),
- zakres długości fali: 200 nm do 2200 nm,

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

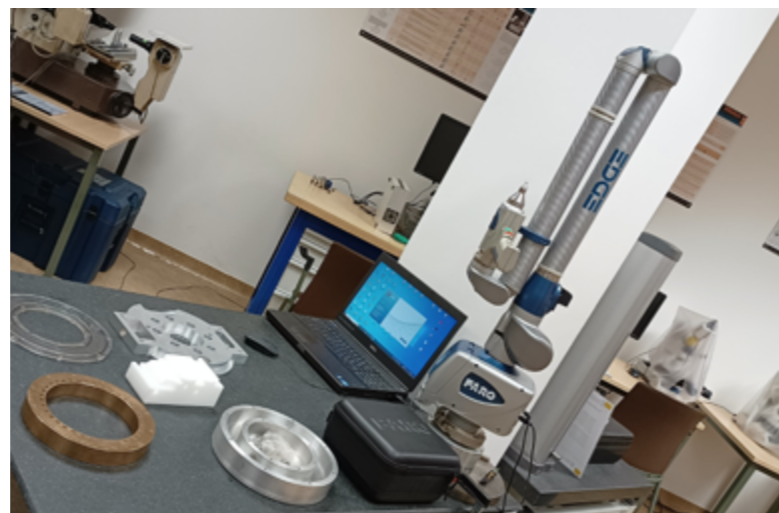
Laboratorium

Stosowane metody i techniki

- zakres pomiarowy 2,7 m,
- Powtarzalność 0,029 mm,
- Dokładność 0,041 mm,

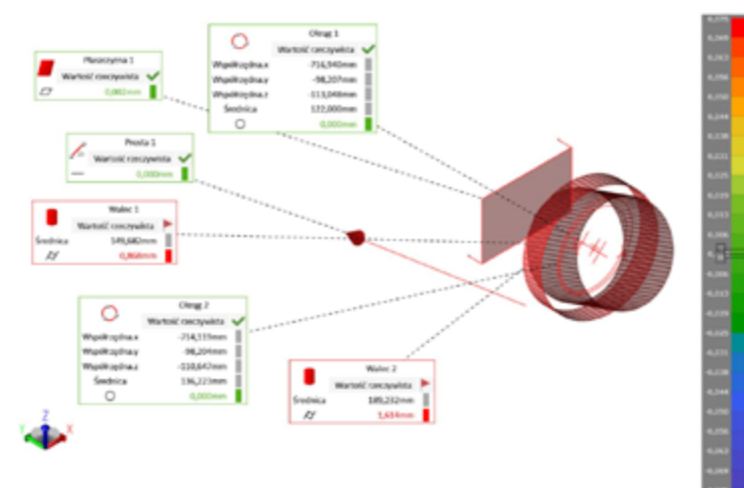
Dostępna aparatura

- technologia inteligentnych czujników: ostrzeganie przed czynnikami mogącymi obniżyć wydajność
- intuicyjny wbudowany system pomiarowy: wbudowany komputer z ekranem dotykowym, narzędzia QuickTools, podstawowe pomiary bez użycia laptopa,
- wewnętrzny mechanizm przeciwwagi: wygodna, nie powodująca zmęczenia obsługa,
- czujniki temperatury: umożliwiają reakcję ramienia na zmiany temperatury.



Pomiar wielkości geometrycznych

Ramię pomiarowe stosowane do inspekcji i kontroli jakości. Oferuje takie możliwości jak pomiary stykowe elementów w zakresie długości ramienia, oraz porównywanie chmury punktów z danymi CAD, szybkie tworzenie prototypów, inżynieria odwrotna oraz trójwymiarowe modelowanie powierzchni o dowolnym kształcie. Głowica skanująca wykorzystuje zaawansowaną technologię optyczną Lasera czerwonego. Oprogramowanie FARO CAM.



Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Badanie chropowatości powierzchni

Urządzenie stacjonarne pozwala na wykonywanie pomiarów parametrów chropowatości (R), falistości (W) i profilu pierwotnego (P), zgodnie z normami ISO, DIN, JIS. Możliwe jest również wykonywanie kompleksowych pomiarów parametrów chropowatości warstwy wierzchniej w układzie 3D (struktura geometryczna powierzchni SGP). Dla pomiaru chropowatości

- odcinki pomiarowe lm: 0.40/ 1.25 /4.0/ 12.5 /40 mm lub wybierane dowolnie,
- długość przesuwu it: 0.48 / 1.5 /4.8/ 15/48 mm lub dowolnie od 0,1 do 200 mm,
- długość przesuwu: min. 120 mm,
- prędkość przesuwu vt: 0.05 /0.15/ 0.5 mm/s (przypisane da It) lub wybierane dowolnie od 0.01 do 2.0 (w krokach co 0,01)

Przełomny profilometr jest przeznaczony do szybkiego i dokładnego sprawdzenia parametrów chropowatości. Kompaktowy i ergonomiczny kształt sprawia, że urządzenie łatwo i precyzyjnie można ustawić na badanym detalu zarówno w pozycji poziomej, pionowej oraz odwróconej. Za pomocą zintegrowanej drukarki można przedstawić wyniki pomiarów jako świadectwo jakości.

- zakres pomiarowy: +/- 80 μm ; +/- 320 μm
- rozdzielczość pomiarowa: 0,01 μm , 0,04 μm ,
- odcinek elementarny: 0.08/ 0.25/ 0.8/ 2.5/8 mm,
- całkowity odcinek pomiarowy: 0.48/1.5/4.8/15 mm,

Stosowane metody i techniki

- Pomiar chropowatości (R), falistości (W) i profilu pierwotnego (P),
- Mierzone parametry chropowatości: Ra, Rz(Rz4, Rz3, Rz2, Rz1), Rmax, Rt, Rq, RPC, RSm, Rmrc, Rp, Rpm, R3z, Rz-ISO
- Parametry z krzywej nośności: Rk, Rpk, Rvk, Mr1, Mr2

Dostępna aparatura

- Profilometr stacjonarny Hommel-ETamic T8000RC
- Profilometr przenośny Hommel-TTESTER T1000

Badania na zgodność z numerami norm

- DIN EN ISO 4287, 13565

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium

Stosowane metody i techniki

- Pomiar zarówno izotermy adsorpcji, jak i desorpcji, pola powierzchni właściwej metodą BET, STSA, Langmuir, określenie rozmiaru i rozmieszczenia porów, całkowitej objętości i średni promień porów

Dostępna aparatura

- NOVA 1200e firmy Quantachrome



Analizator powierzchni i wielkości porów

- możliwość stosowania z większością niekorozyjnych gazów adsorpcyjnych, takich jak argon, CO₂ i lekkie węglowodory w szerokim zakresie temperatur,
- w pełni automatyczna wielopunktowa analiza B.E.T. w zaledwie kilka minut,
- analiza do 200 punktów danych (100 punktów adsorpcji i 100 punktów desorpcji),
- stacje analityczne:1,
- zakres powierzchni: 0,01 m² / g (brak znanej górnej granicy),
- zakres wielkości porów: 0,35 do >400 nm (3,5 do > 4000 Å),
- minimalna objętość porów: (ciecz) 2,2 x 10⁻⁶ ml/g,
- minimalna objętość porów: (STP) 0,0001 cm³/g,
- metody: próżnia i przepływ.

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Badanie rzeczywistej objętości i gęstości proszków, pianek i materiałów sypkich

Urządzenie do pomiaru rzeczywistej objętości i gęstości proszków, pianek i materiałów sypkich. Dodatkowo w piknometrze dostępna jest opcja kontroli temperatury oraz pomiarów w niebezpiecznym środowisku, takim jak ogniwo jądrowe. ULTRAPYC 1200e ma możliwość oczyszczania próbki przez podciśnienie. Innych metod (np. mikroskopii optycznej) posiada szereg zalet związanych z tym, że obrazowanie charakteryzuje się dużą głębią ostrości i wysoką rozdzielczością.

Stosowane metody i techniki

- max. objętość próbki - 135 cm³.

Dostępna aparatura

- ULTRAPYC 1200e firmy Quantachrome

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium

Stosowane metody i techniki

- Dokładność: E0, MPE od: $(1,7+0,3L/100) \mu\text{m}$, E0,MPE: With SP25M: $(1,7+4L/1000) \mu\text{m}$; With TP200: $(1,9+4L/1000) \mu\text{m}$; With TP20: $(2,2+4L/1000) \mu\text{m}$; L = zmierzona długość [mm] $\varnothing 6,0 \text{ mm}$, długość 47,0 mm

Dostępna aparatura

- Maszyna współrzędnościowa CRISTA-Apex V544 CNC CMM,
- Waga przedmiotu: 180 kg,
- Zakres: 501 x 700 x 400 mm,
- Wysokość przedmiotu: 545 mm,
- Rozdzielczość: 0.1 μm .



Pomiar wielkości geometrycznych - maszyna współrzędnościowa

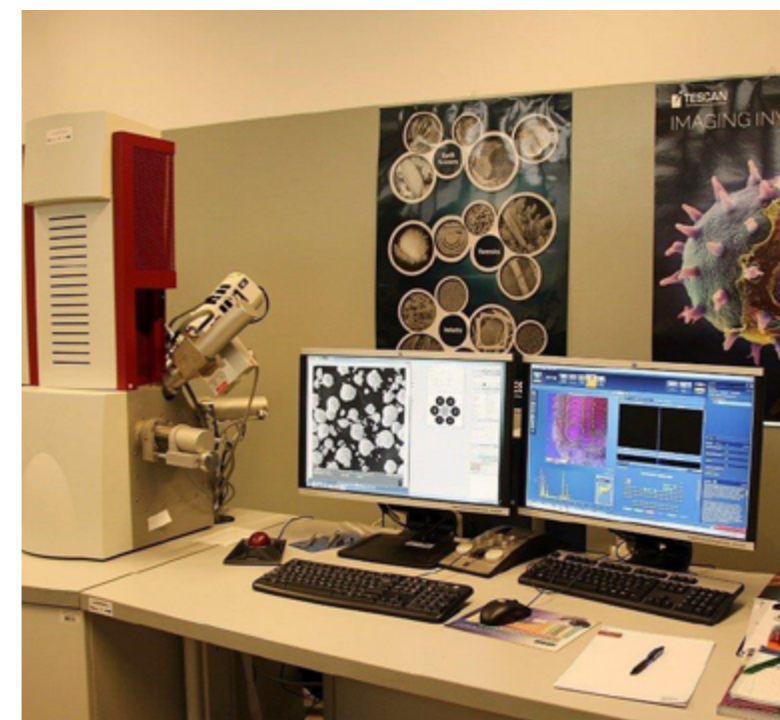
Portalowa maszyna współrzędnościowa do wykonywania bardzo dokładnych pomiarów wielkości geometrycznych w układzie 3D z dużą prędkością.

- Głowica manualna z sondą TP 20 i zestawem końcówek
- Wysoka dokładność.
- Wysoka prędkość przejazdu i przyspieszenie
- Funkcja kompensacji temperatury 16° do 26°C, łącznie z mierzonym przedmiotem (2 czujniki stykowe)
- Zastosowanie liniałów ABS (brak konieczności zerowania i duża odporność na warunki środowiskowe)
- Prędkość przejazdu: 519 mm/s (3 osie)
- Przyspieszenie 3D: 2 309 mm/s² $\varnothing 6,0 \text{ mm}$, długość 47,0 mm
- Pakiet oprogramowania MCOSMOS do obsługi maszyny.



Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Badanie powierzchni przy pomocy mikroskopu skaningowego

Doskonałe narzędzie w analizie własności różnorodnych materiałów. Ta metoda obrazowania umożliwia uzyskiwanie wysokorozdzielczych obrazów obiektów o rozmiarach w zakresie mikrometrów i nanometrów. Mikroskopia elektronowa w stosunku do innych metod (np. mikroskopii optycznej) posiada szereg zalet związanych z tym, że obrazowanie charakteryzuje się dużą głębią ostrości i wysoką rozdzielczością.

- Analiza składu chemicznego – rozróżnianie pierwiastków i faz, z których składa się badany materiał (przystawka do spektroskopii rentgenowskiej EDS),
- maksymalne powiększenie do 1000000x,
- precyzyjna obserwacja topografii powierzchni przy powiększeniach od kilku do nawet kilku milionów razy z możliwością rozróżniania obiektów o średnicach poniżej 1 nm,
- duża głębia ostrości, dzięki której możliwa jest ocena chropowatości,
- analiza morfologiczna – ocena kształtu, wielkości i dystrybucji elementów tworzących materiał: ziarna, wtrącenia, fazy (obszary o podobnym składzie chemicznym).

Stosowane metody i techniki

- analiza składu chemicznego – rozróżnianie pierwiastków i faz, z których składa się badany materiał (przystawka EDS),
- analiza morfologiczna – ocena kształtu, wielkości i dystrybucji elementów tworzących materiał: ziarna, wtrącenia, fazy,

Dostępna aparatura

- Skaningowy mikroskop elektronowy (Mira3-FEG-SEM, Tescan) z emisją polową (emitter Schottky'ego), wyposażony w detektory SE, BSE, LVSTD i spektrometr dyspersji energii promieni X EDX (X-Act Oxford Instruments) oraz stół chłodzący (ogniwo Peltiera) pracujący w zakresie temperatur już od -30°C. Mikroskop umożliwia pracę w trybie wysokiej, niskiej i zmiennej próżni.

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium

Stosowane metody i techniki

- zakresy pomiarowe od 0.1-80% Fe lub 0.1 do 110 FN.

Dostępna aparatura

- FERITSCOPE® FMP30 firmy Fischer

Badania na zgodność z numerami norm

- ISO 17655



Badanie zawartości ferrytu

Przenośne urządzenie do badania zawartości ferrytu, wyposażone w zestaw sond pomiarowych. Przyrząd ten może być stosowany do pomiarów zawartości ferrytu w stalach typu Duplex, w spoinach ze stali austenitycznych (rury, blachy, zbiorniki), stalach zwykłych obłożonych stopem chromowej stali austenitycznej (podgrzewacze, zbiorniki).

- dokładność pomiaru dla zakresu 0.1-5.0% - 0,1 wskazania,
- dokładność pomiaru dla zakresu >5.0%-2% wskazania,
- pomiary zawartości ferrytu zgodnie z normą ISO 17655 lub „Basler Standard”,
- jednostki pomiarowe: procent „% Fe” oraz liczba ferrytowa „FN”,

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Badanie mas formierskich i materiałów sypkich

Zestaw urządzeń i stanowisk do kompleksowych badań mas formierskich i materiałów sypkich stosowanych w odlewnictwie umożliwia min. określenie skłonności masy do wykuszania się z powierzchni formy lub rdzenia czy określenie gazotwórczości, skłonności piasków otaczających żywicami do zbrylania, skluszczenia i odpadania od nagrzanej płyty modelowej podczas wykonywania form skorupowych.

Stosowane metody i techniki

- metoda grawimetryczna, metodą absorpcji barwnika (roztworu błękitu metylenowego),
- określenie wilgotności,
- oznaczanie zawartości lepiszcza (ziaren < 0,02 mm)
- analiza sitowa (frakcja główna, średnia wielkość ziarna, stopień jednorodności),
- określenie powierzchni właściwej rzeczywistej oraz teoretycznej i wskaźnika kształtu ziarn

Dostępna aparatura

- Mieszarka krążnikowa,
- ubijak laboratoryjny do przygotowania
- stanowisko do pomiaru przepuszczalności wraz z oprzyrządowaniem,
- twardościomierz do określenia stopnia zagęszczalności masy formierskiej,
- zestaw do badań wytrzymałościowych mas formierskich z oprzyrządowaniem do badań wytrzymałości na ściskanie, ścinanie, rozciąganie i zginanie,
- urządzenie do badań osypliwości mas formierskich
- stanowisko do pomiaru ilości wydzielających się gazów z mas formierskich

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium

Stosowane metody i techniki

- jakościowa i ilościowa identyfikacja faz,
- określenie krystaliczności (stopień uporządkowania strukturalnego ciała stałego),
- identyfikacja struktury krystalograficznej,
- określenie średniej wielkości i rozkładu wielkości kryształitów,
- monitorowanie (in situ) zmian zachodzących w próbce materiału pod inną niż temperatura otoczenia, ciśnienie i / lub skład fazy gazowej
- analiza epitaksji, pomiar grubości cienkich warstw i wielowarstwowych

Dostępna aparatura

- dwa rodzaje lamp rentgenowskich: Co, Cu,,
- Lampa rtg ceramiczna z ogniskiem LFF (0.4x12 mm) i filtrami promieniowania K β .podczerwieni (12 000 – 350 cm⁻¹)



Analiza proszków, materiałów polikrystalicznych, jak również słabo krystalicznych lub amorficznych, nanomateriałów i cienkich warstw

Dyfraktometr rentgenowski Empyrean przeznaczony jest do szerokiej gamy zastosowań z dziedziny analitycznej dyfrakcji rentgenowskiej, takich jak: jakościowa rentgenowska analiza fazowa, ilościowa rentgenowska analiza fazowa, pomiar tekstury, analiza naprężeń, analiza Rietvelda, pomiary temperaturowe.

- moc lampy min. 1.5 kW,
- promień goniometru 240 mm, zakres kątowy 2Theta co najmniej od -110° do 168°.

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Stosowane metody i techniki

- Spawanie/napawanie

Dostępna aparatura

- Laser o parametrach
- długość wiązki laserowej: 1064 nm,
 - klasa źródła laserowego: IV,
 - moc znamionowa wiązki laserowej: 300 W,
 - maksymalna moc pulsu: 12 kW,
 - maksymalna energia pulsu: 100 J,
 - czas impulsu: 0.2-20 ms,
 - średnica plamki lasera: 0.6-2 mm.

Badanie technologii spawania/napawania

Stanowisko to wyposażone jest w zestaw urządzeń i narzędzi przeznaczonych do precyzyjnego napawania form wtryskowych, tłoczników, wykrojników, modeli, płyt modelowych, form metalowych z wykorzystaniem światła laserowego. Możliwa jest regeneracja urządzeń wykonanych również ze stali wysokostopowych, stopów aluminium, brązu i tytanu.

Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium

Stosowane metody i techniki

Metody pomiarowe:

- Vickers,
- Knoop,
- Brinell

Opcja metod pomiarowych:

- Grubość warstwy,
- Granica ziaren.

Dostępna aparatura

- Qness 60M głowica; 8 pozycyjna głowica obrotowa max. 3 wgłębniaki, max. 6 obiektywów (50x, 200x HV0.001-HV50, HK0.001-HK2, HBW1/1- HBW5/62.5
- Klasyczny twardościomierz, obciążenie: 10-187.5 kG (100-1875 N),

Badania na zgodność z numerami norm

- DIN EN ISO 6507, ASTM E-92, ASTM E-384, DIN EN ISO 4545, DIN EN ISO 6506, ASTM E-10

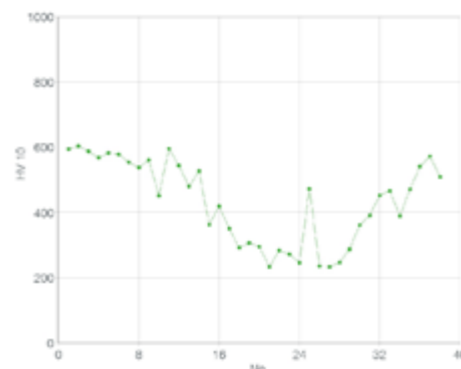


Badanie mikro i makrotwardości i obserwacja mikroskopowa

Mikrotwardościomierz

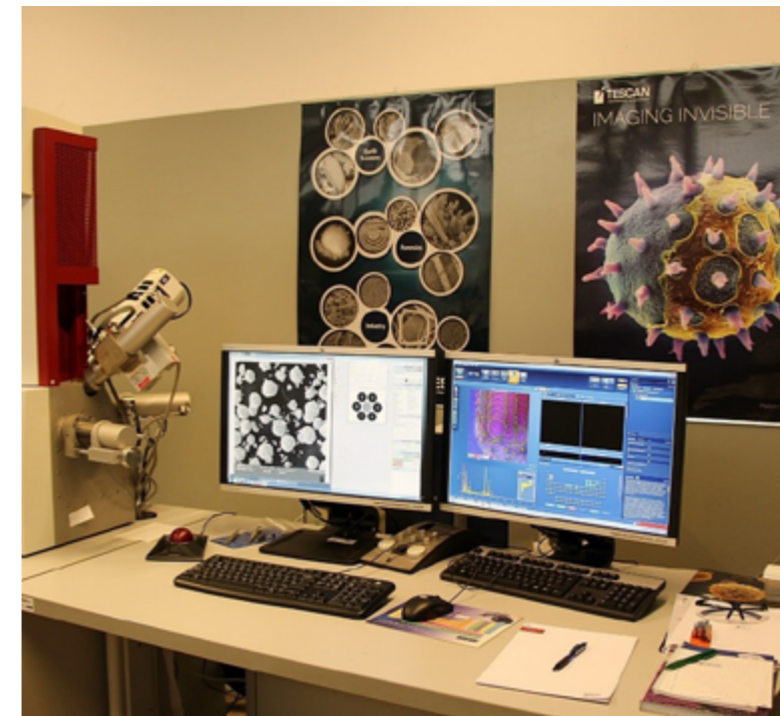
Zakres obciążenia; 0.25 g – 62.5 kg (0.00245- 613.1 N)
Głowica: 8 pozycyjna głowica obrotowa max. 3 wgłębniaki, max. 6 obiektywów, Pojedyncze odciski,
Przeźrzalność robocza / Głębokość robocza: 145 / 170 mm
Ruch stolika: Ręcznie przesuwany
Wymiary stolika \varnothing 100 mm / 135 x 135 mm
Zakresy posuwów: X 25 mm / Y 25 mm / Z 145 mm
Max. Waga próbki: 50 kg
Oprogramowanie QPIX CONTROL

Klasyczny twardościomierz do dokładnych pomiarów na małych częściach. Odsonięta konstrukcja wgłębniaka ułatwia precyzyjne ustalenie punktu pomiaru.



Wydział Mechaniczno-Technologiczny

Laboratorium



Badanie materiałów przy pomocy elektronowego mikroskopu skaningowego

Doskonałe narzędzie w analizie własności różnorodnych materiałów. Ta metoda obrazowania umożliwia uzyskiwanie wysokorozdzielczych obrazów obiektów o rozmiarach w zakresie mikrometrów i nanometrów. Mikroskopia elektronowa w stosunku do innych metod (np. mikroskopii optycznej) posiada szereg zalet związanych z tym, że obrazowanie charakteryzuje się dużą głębią ostrości i wysoką rozdzielczością.

- badania materiałów przewodzących (metale i ich stopy) oraz nieprzewodzących (materiały ceramiczne, kompozytowe i organiczne),
- jakościowy i ilościowy pomiar pierwiastków w badanych próbkach, tworzenie map rozkładu i analizę warstw (detektor EDS – spektroskopia rentgenowska),
- identyfikacja krystalograficzna ziaren, składu fazowego oraz określenie stopnia anizotropii materiałów (detektor EBSD).

Stosowane metody i techniki

- obrazowanie materiałów przewodzących i nieprzewodzących w warunkach wysokiej i zmiennej próżni,
- badania morfologii materiałów – ocena kształtu, wielkości i dystrybucji poszczególnych składników mikrostruktury: ziarna, fazy, wtrącenia,
- jakościowe i ilościowe analizy pierwiastków – powierzchniowe, punktowe, liniowe oraz mapy rozkładu pierwiastków w mikroobszarach (EDS),
- identyfikacja i rozkład faz, mapowanie wielkości, kształtu, orientacji oraz granic ziarna, pomiar odkształceń – gęstości dyslokacji (EBSD)

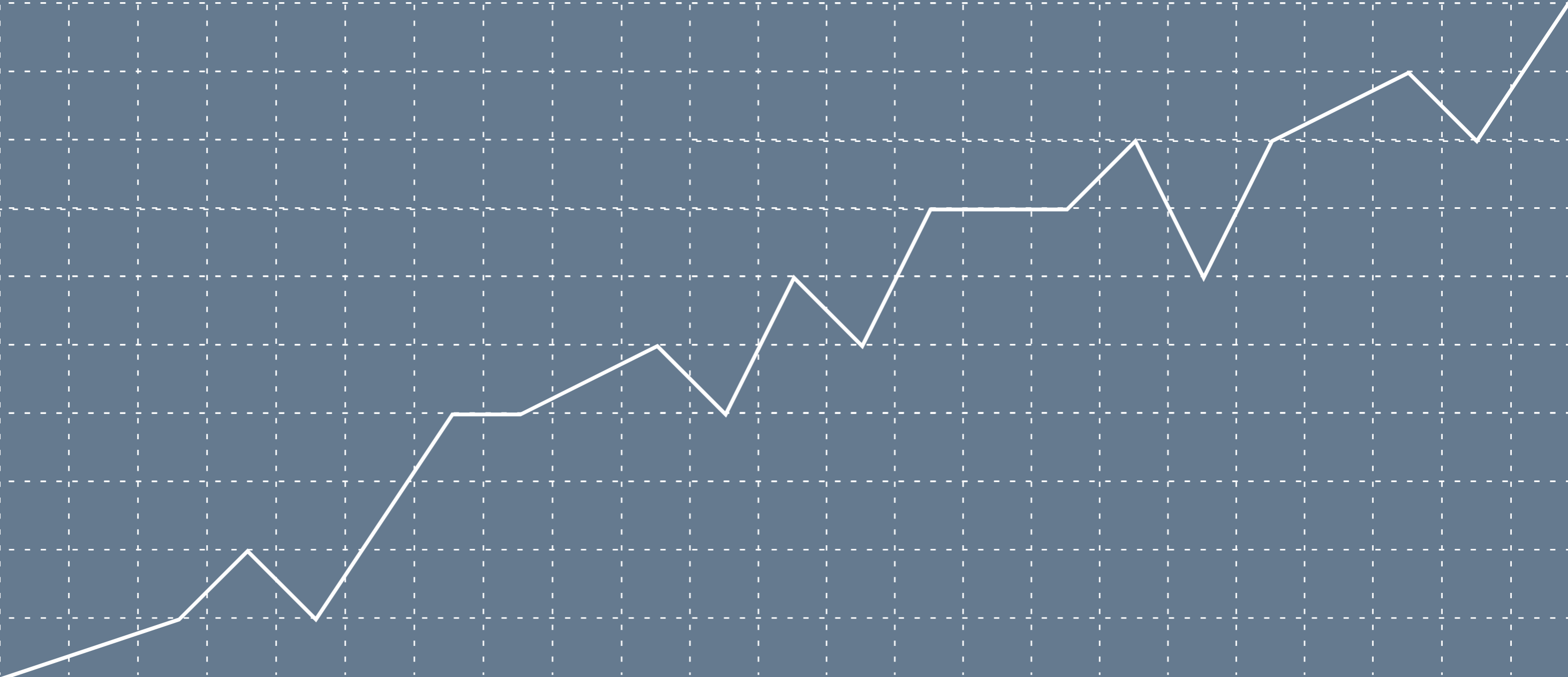
Dostępna aparatura

- Skaningowy mikroskop elektronowy MIRA3 firmy Tescan z emisją polową, wyposażony w detektor SE, BSE, EDS oraz EBSD. Mikroskop umożliwia pracę w trybie wysokiej, niskiej oraz zmiennej próżni.

al. Powstańców Warszawy 10, 35-959 Rzeszów
e-mail: rz@prz.edu.pl
wz.prz.edu.pl



**WYDZIAŁ
ZARZĄDZANIA**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ



Stosowane metody i techniki

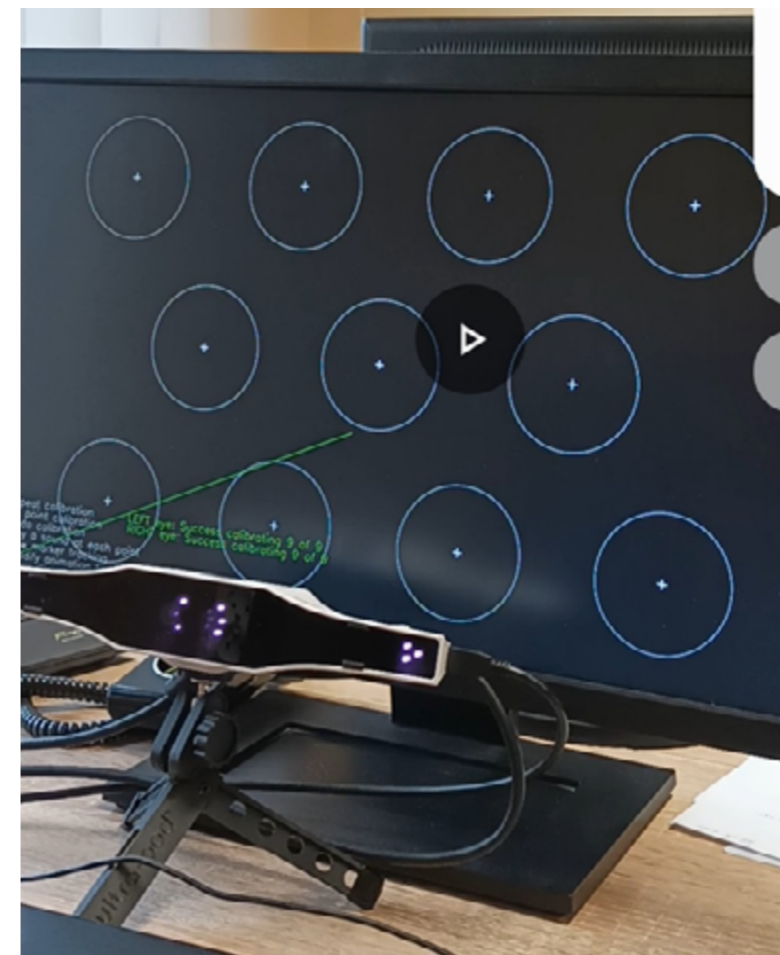
- modelowanie (koncepty rozwiązań konkretnych problemów finansowych)
- symulacje
- case study (studium przypadku)
- biznes plany
- analizy finansowe
- analizy controllingowe
- budżety
- rachunki kosztów
- sprawozdania finansowe
- plany kont

Dostępna aparatura

- Polarymetr cyfrowy, Jasco P-2000

Wdrażanie nowych oraz ocena stosowanych metod zarządzania wynikami finansowymi

W ramach usług skierowanych do przedsiębiorców proponujemy przeprowadzenie oceny jakości i skuteczności stosowanych rozwiązań w obszarze rachunkowości finansowej, rachunkowości zarządczej, podatkowej oraz controllingu we wszystkich procesach występujących w działalności gospodarczej (m.in.: zakupy, logistyka, magazynowanie, sprzedaż, B+R, kadry i płace, relacje z klientami). W ramach usług przygotowujemy raport wraz z podsumowaniem i oceną istniejących rozwiązań. Wskazywane są obszary do poprawy oraz kierunki dalszego doskonalenia stosowanych rozwiązań w badanych obszarach. Oferujemy także kompleksową pomoc w zakresie identyfikacji ekspozycji przedsiębiorstw na ryzyko rynkowe (np.: walutowe, stopy procentowej). Zapewniamy wdrożenie narzędzi umożliwiających pomiar ryzyka rynkowego, a także opracowanie strategii zabezpieczających, w tym wykorzystujących instrumenty pochodne (m.in.: kontrakty forwards, opcje waniliowe i egzotyczne, strategie opcyjne, IRS, CIRS, Caps, Floor). Proponujemy dostosowanie struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa do skutecznej realizacji działań w zakresie zarządzania ryzykiem rynkowym. Zajmujemy się również projektowaniem i wdrażaniem nowoczesnych metod (narzędzi) rachunkowości zarządczej, rachunku kosztów oraz controllingu w przedsiębiorstwach. Celem tych działań jest zwiększenie rentowności relacji z klientami oraz trwała poprawa wyników finansowych w przedsiębiorstwach. Usługi te realizujemy w oparciu o merytoryczną rozbudowę planów kont (szczególnie w zakresie przychodów i kosztów), rachunek kosztów zmiennych, wielopoziomowe i wieloblokowe rachunki kosztów, rachunek kosztów działań, budżetowanie, ośrodki (centra) odpowiedzialności, wieloaspektowe analizy controllingowe, raportowanie zarządcze (także z wykorzystaniem Excela) oraz integracją ze stosowanymi lub nowymi systemami finansowo-księgowymi. W ramach tej usługi tworzymy koncepcje systemów motywacyjnych dla pracowników oraz je wdrażamy.



Stosowane metody i techniki

- Eyetracker stacjonarny Gazepoint 3HD wykorzystuje emitowane światło podczerwone, które po odbiciu od rogówki oka wychwytywane jest przez czujnik optyczny. Na podstawie ww. odbicia rogówkowego, a także położenia środka źrenicy obliczane jest położenie punktu skupienia wzroku.

Dostępna aparatura

- eyetracker stacjonarny Gazepoint 3HD
- oprogramowaniem Gazepoint Analysis UX

Badania reakcji psychofizycznych konsumentów pod wpływem bodźców marketingowych (np. projektu strony www, zdjęć reklamowych)

Eyetracker stacjonarny Gazepoint 3HD wraz z oprogramowaniem Gazepoint Analysis UX służy do analizy reakcji psychofizycznych konsumentów pod wpływem bodźców marketingowych prezentowanych na ekranie komputera, takich jak zdjęcia i filmy reklamowe, strony www, reklamy internetowe. W ramach badań identyfikuje się ruch gałek ocznych badanych osób w postaci statycznych i dynamicznych „ścieżek wzroku” (ang. scan paths) oraz „map ciepłych miejsc” odzwierciedlających ww. reakcje. Uzyskane informacje pozwalają na modyfikację elementów przekazów reklamowych i w konsekwencji efektywniejsze działania marketingowe przedsiębiorstw. Eyetracker stacjonarny Gazepoint 3HD wraz z oprogramowaniem Gazepoint Analysis UX umożliwia prezentację bodźców, zbieranie, import i analizę danych.

Stosowane metody i techniki

- ankieta (tradycyjna i internetowa)
- wywiad (indywidualny i grupowy)
- obserwacja (uczestnicząca i nieuczestnicząca)
- „tajemniczy klient”

Dostępna aparatura

- Eyetracker stacjonarny Gazepoint 3HD z oprogramowaniem Gazepoint Analysis UX

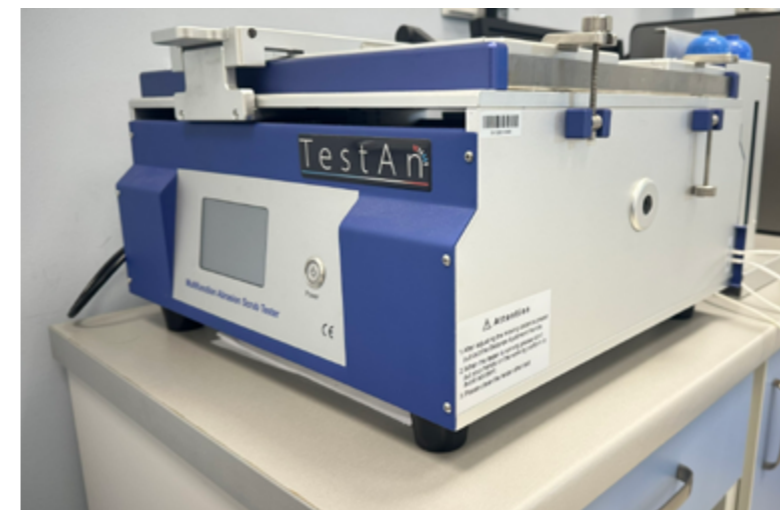


Badania zachowań podmiotów współczesnego rynku: przedsiębiorstw, organizacji niekomercyjnych oraz konsumentów

Pracownicy Katedry Marketingu zapraszają do współpracy przedstawicieli przedsiębiorstw oraz organizacji non-profit w obszarze badań nad zachowaniami rynkowymi konsumentów oraz podmiotów gospodarczych i niekomercyjnych. Celem badań jest dostarczenie praktycznych wniosków, umożliwiających poprawę skuteczności ich marketingowych strategii i działań jak również realizację celów rynkowych.

Badania zachowań konsumentów: analiza etapów procesu zakupowego konsumentów dotyczącego różnego rodzaju produktów i usług; identyfikacja poziomu satysfakcji klientów przedsiębiorstw i organizacji non-profit, skłonności do ich rekomendacji oraz przyczyn i efektów niezadowolienia z zakupu; określanie reakcji psychofizycznych konsumentów na bodźce marketingowe, z wykorzystaniem eyetrackera (ocena reakcji na projekty reklam, opakowań i przekazów promocyjnych)

Badania zachowań przedsiębiorstw i organizacji non-profit: ocena efektywności wykorzystywania narzędzi promocyjnych takich jak: targi branżowe, eventy, kampanie influencer marketingowe; określanie poziomu skuteczności zarządzania mediami społecznościowymi w budowaniu relacji z klientami; analiza i ocena strategii produktowych, ze szczególnym uwzględnieniem produktów regionalnych i ekologicznych; analiza i ocena strategii rozwoju jednostek samorządu terytorialnego, w tym skuteczności ich promocji i działań związanych z budowaniem ich pozytywnego wizerunku.



Badanie ścieralności i zmywalności

Jest to tester ścieralności. Zmieniając różne głowice ściernie, może spełniać wszystkie standardy testowe dotyczące liniowego ścierania posuwisto-zwrotnego, w tym szorowania na mokro, zmywalności gąbką, odporności na szorowanie, możliwości czyszczenia, odporności na zbieranie brudu, testu pocierania itp.

Zestaw do badania ścieralności i zmywalności-parametry:

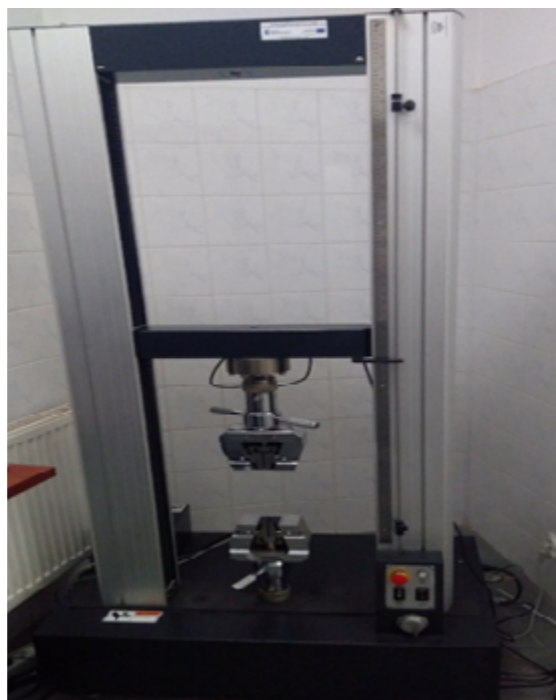
- liczba kanałów testowych: 2
- elektroniczne ustawianie parametrów: liczby cykli, prędkości przesuwu, ilości dozowanej cieczy
- automatyczne pozycjonowanie pozycji startowej
- długość przesuwu roboczego: 2-300 mm
- prędkość cykli: co najmniej 5-95 cykli/min.
- maksymalna ilość cykli: 10.000
- wielkość tacy testowej: 35 x 45 cm
- narzędzie testowe do ISO 11998 (2 szt.)
- narzędzie testowe uniwersalne do papierów ściernych (1 szt.)
- narzędzie testowe do ASTM D4750 (1 szt.)

Dostępna aparatura

- tester do badania ścieralności i zmywalności

Dostępna aparatura

- maszyna wytrzymałościowa



Testy rozciągania, ściskania, zginania

Uniwersalna maszyna wytrzymałościowa 50kN do testów rozciągania, ściskania, zginania itp.

Uniwersalna maszyna wytrzymałościowa – parametry:

- obciążenie : 50kN
- głowica pomiarowa 50 kN
- maksymalny przesuw: nie mniej niż 1100mm
- maksymalna przestrzeń testu około W420 (szerokość)
- rozdzielczość siły: 1/10000
- prędkość testu: 0,2 – 500mm/min
- wyjście danych TCP/IP
- system jednostek – do wyboru przez użytkownika
- bezpieczeństwo – Automatyczne wykrywanie punktu zniszczenia próbki dla zabezpieczenia systemu i głowicy

Dostępna aparatura

- przyrząd do badania kurczliwości folii



Badanie kurczliwości folii

Tester skurczu folii Hanatek pozwala na szybki i łatwy pomiar wpływu temperatury na folię z tworzywa sztucznego.

Tester kurczliwości-parametry:

- płyta podgrzewana z temperaturą kontrolowaną z dokładnością +/-0.30C
- stabilność temperatury osiągnięta w ciągu 15 minut
- wyłącznik czasowy LCD
- podświetlana powierzchnia chłodzenia
- bezpośredni odczyt skurczenia w mm lub w %

Dostępna aparatura

- połyskomierz GL 60



Pomiar połysku powierzchni

Połyskomierz GL to przyrząd do pomiaru połysku powierzchni. Może być stosowany do pomiarów i kontroli powłok lakierniczych, galwanicznych, farb, tworzyw sztucznych, skór, druku oraz wszelkich powierzchni, gdzie element dekoracyjny połysku ma znaczenie

Połyskomierz GL 60-parametry:

- zakres pomiarowy: 0...1000 GU 60°
- błąd odczytu: $\pm 1,5$ (0...120 GU); $\pm 1,5\%$ (120...2000 GU)
- powtarzalność: $\pm 0,5$ (0...120 GU); $\pm 0,5\%$ (120...2000 GU)
- kąt pomiaru: 60°
- otwór pomiarowy: 9x15mm 60°
- pamięć: 900 odczytów w 30 grupach, karta microSD (opcja)
- interfejsy: USB, port drukarki, bluetooth

Dostępna aparatura

- ultradźwiękowy miernik grubości



Badania metali, szkła i plastików

Miernik do badań metali, szkła i plastików.

- zakres pomiarowy sondy F1 i N1 – 1250 μm $\pm(1+3\%)$ μm odczytu
- rozdzielczość wyświetlacza: 0.1 μm
- dokładność pomiaru: $\pm 1.5\mu\text{m} + 3\%$ odczytu
- minimalna powierzchnia fi 3 mm.
- minimalna grubość podłoża: 0.2 mm.
- zakres pracy: 0-40 °C
- wilgotność: 20-90%

Dostępna aparatura

- twardościomierz



Wykonywanie testów twardości Brinella, Rockwella, Vickersa

Twardościomierz do wykonywania testów twardości Brinella, Rockwella, Vickersa.

- początkowa siła testowa: 98,07N(10Kg)
- kontrola czasu przebywania: 0~60 sekund, regulowany
- powiększenie: Vickers: 75X; Brinell: 37,5X
- maksymalna wysokość próbki testowej: 200mm, 140mm, 140mm
- maksymalna szerokość próbki: 165mm

Dostępna aparatura

- aparat do pomiaru zawartości Białka całkowitego w produktach spożywczych Parnas Wagner



Pomiar zawartości Białka całkowitego w produktach spożywczych Parnas Wagner

Aparat Parnas-Wagner to urządzenie laboratoryjne wykorzystywane do analizy zawartości białka w próbkach spożywczych. Działa na zasadzie hydrolizy kwasowej, podczas której białka są rozkładane na aminokwasy, a następnie mierzone. Metoda ta jest używana głównie w żywności do precyzyjnego określenia ilości białka w różnych materiałach. Aparat Parnas-Wagner jest ceniony za dokładność i niezawodność w analizie składu białkowego, co czyni go ważnym narzędziem w badaniach naukowych i diagnostyce.

- rodzaj analizy: Hydroliza kwasowa białek.
- pojemność próbki: Zwykle od 0,1 do 1 g próbki żywności.
- reaktor: Wykonany z materiałów odpornych na działanie kwasów, najczęściej szkło lub stal nierdzewna.
- czas trwania analizy: Zależny od metody, zazwyczaj od 3 godzin do 24 godzin.
- temperatura pracy: 110°C - 300°C podczas hydrolizy kwasowej.
- czynnik chemiczny: Stężony kwas siarkowy oraz solny, używany do rozkładu białek na aminokwasy.
- dokładność pomiaru: Wysoka precyzja w określaniu ilości białek, z błędem w granicach 1-2%.
- zasilanie: Zwykle sieciowe (230 V)

Dostępna aparatura

- piec muflowy do mineralizacji próbek żywności i oznaczania substancji śladowych



Mineralizacja próbek żywności i oznaczania substancji śladowych

Piec muflowy to specjalistyczne urządzenie laboratoryjne wykorzystywane do mineralizacji próbek żywności oraz oznaczania substancji śladowych, takich jak minerały, metale ciężkie czy pozostałości organiczne. Proces mineralizacji polega na całkowitym spaleniu organicznych składników próbki w wysokiej temperaturze, co pozwala na przekształcenie materiału organicznego w popiół, który następnie jest poddawany dalszym analizom chemicznym. Piec muflowy umożliwia dokładne oznaczanie zawartości minerałów, takich jak wapń, magnez, żelazo czy potas, które są istotne dla oceny wartości odżywczej produktów spożywczych.

- minimalna temperatura: około 100°C
- maksymalna temperatura: 1200°C – 1300°C (zależnie od modelu)
- stabilność temperatury: ±1°C
- wykonana z ceramiki odpornej na wysokie temperatury lub materiałów specjalistycznych, takich jak węgiel krzemowy (SiC).
- ogrzewanie elektryczne, z elementami grzejnymi umieszczonymi na zewnątrz mufla lub wewnątrz pieca dla równomiernego rozprowadzania ciepła.
- sterowanie: mikroprocesorowy kontroler temperatury z możliwością programowania profili grzewczych (wzrost, utrzymanie i spadek temperatury); wyświetlacz cyfrowy do odczytu temperatury i parametrów pracy.
- szybkość nagrzewania: typowo 10°C do 20°C na minutę, w zależności od modelu i ustawień.

Dostępna aparatura

- aparat Soxhlet do pomiaru zawartości tłuszczu ogólnego w produktach spożywczych



Pomiar zawartości tłuszczu ogólnego w produktach spożywczych

Aparat Soxhlet to urządzenie laboratoryjne służące do ekstrakcji tłuszczu z produktów spożywczych, wykorzystywane w analizie chemicznej. Metoda Soxhletha polega na ciągłej, wielokrotnej ekstrakcji tłuszczu z próbki za pomocą rozpuszczalnika, takiego jak eter naftowy. Rozpuszczalnik krąży w systemie, rozpuszczając tłuszcz, który następnie jest oddzielany i ważony. Aparat Soxhlet umożliwia precyzyjny pomiar zawartości tłuszczu, co jest kluczowe w badaniach żywności i kontroli jakości produktów.

- materiał wykonania: Zazwyczaj szkło borokrzemowe, odporne na działanie wysokiej temperatury i chemikaliów.
- pojemność kolby: Zależnie od modelu, zwykle w zakresie od 100 ml do 1000 ml.
- rozmiar ekstraktora: Standardowe rozmiary ekstraktora Soxhletha wahają się od 30 ml do 500 ml, w zależności od ilości próbki i rozpuszczalnika.
- częstotliwość ekstrakcji: Każdy cykl ekstrakcji trwa zwykle od 10 do 20 minut. Całkowity czas analizy wynosi od kilku godzin do kilkunastu godzin, w zależności od ilości próbki i charakterystyki badanej substancji.
- temperatura pracy: Zależna od rozpuszczalnika, najczęściej w przedziale 60-80°C (np. dla eteru naftowego).
- rodzaj rozpuszczalnika: Najczęściej używane są eter naftowy, heksan lub inne organiczne rozpuszczalniki, które dobrze rozpuszczają tłuszcze.
- zasilanie: Jeżeli aparat wyposażony jest w grzałkę elektryczną, zazwyczaj wymaga zasilania sieciowego (230 V).
- skraplacz: Wydajność chłodzenia zależy od rozmiaru skraplacza, zazwyczaj wbudowany wodny skraplacz, który utrzymuje cyrkulację par rozpuszczalnika.

Stosowane metody i techniki

- symulacja zużycia energii VSP
- pomiar i archiwizacja parametrów wybranych środków transportu
- pomiar i symulacja zużycia energii środków transportu wewnętrznego
- optymalizacja procesów transportowych pod kątem wydajności i zużycia energii
- dobór metod identyfikacji do danego zadania transportowego

Dostępna aparatura

- wagi paletowe
- skanery laserowe
- stanowisko do paletyzacji wyposażone w robot Kawasaki RS10N, system sterowania i rozpoznawania przedmiotów
- system zdalnego monitoringu pojazdów (odbiorniki GPS)
- zestaw autonomicznych platform mobilnych AGV
- programy do symulacji procesów transportowych DOSIMIS, ENTERPRISE DYNAMICS
- bramki RFID
- zestaw narzędzi pomiarowych i karty akwizycji danych



Laboratorium badań i symulacji procesów transportowych

W Zakładzie prowadzone są 2 typy badań. Pierwszy z nich obejmuje badania doświadczalne wykorzystujące posiadane urządzenia. Drugi typ badań to badania teoretyczne mające na celu projektowanie i optymalizację wybranych procesów transportowych. Kierunki badań:

- dobór i optymalizacja tras transportu wewnętrznego,
- energochłonność procesów transportowych,
- automatyzacja wybranych zadań logistycznych – poprawa warunków pracy i wydajności,
- wyznaczanie charakterystyk energetycznych środków transportu na wybranych trasach,
- identyfikacja przemieszczających się produktów.

Wyposażenie:

- automatycznie kierowane pojazdy transportowe z nawigacją laserową lub optyczną,
- systemy identyfikacji i rozpoznawania ładunków,
- stanowisko do paletyzacji wyposażone w robot Kawasaki, system sterowania i rozpoznawania przedmiotów,
- skanery laserowe do rozpoznawania obiektów oraz wyznaczania stref ochronnych,
- system wizyjny do rozpoznawania tablic rejestracyjnych LPR (Licence Plate Recognition),
- oprogramowanie do symulacji procesów transportowych,
- systemy do zdalnego monitorowania środków transportu,
- zestaw autonomicznych platform mobilnych,
- zestaw wag paletowych.

Analiza danych społeczno-gospodarczych

W centrum zainteresowań Jednostki są szeroko pojęte ekonomiczno-matematyczne analizy z zakresu zmian społeczno-gospodarczych na przestrzeni lat. Wspomniane analizy dotyczą zarówno regionu podkarpackiego jak również obszarów w skali makro. Statystyczno-ekonometryczne badania przeprowadzane są w oparciu o dostępne bazy danych oraz oprogramowanie pozwalające na przetwarzanie dużych ilości danych jak np. STATISTICA, Gretl, R itp. Pracownicy Zakładu Metod ilościowych specjalizują się również w doskonaleniu ilościowo-statystycznych narzędzi niezbędnych w ekonomiczno-matematycznej ocenie zagadnień logistycznych. Główny zakres tych analiz dotyczy modelowania zjawisk społeczno-gospodarczych związanych z zagadnieniami gospodarki zasobami i oceną ryzyka. Obszar zainteresowań badawczych pracowników Zakładu Metod Ilościowych to również metody oceny ryzyka w zarządzaniu podmiotami gospodarczymi, badanie konkurencyjności czy też wykorzystanie narzędzi ekonometrii w procesach zarządzania ryzykiem. W ostatnim czasie w Jednostce prowadzone są szeroko zakrojone badania dotyczące rynku energii. W tym wypadku chodzi głównie o wykorzystanie metod prognostycznych, analizy tzw. elastyczności i zapotrzebowania na energię elektryczną. Ponadto w tego typu badaniach koncentruje się uwagę na odnawialnych źródłach energii, tzw. czystej energii i instrumentach finansowych z tym związanych. Podsumowując do najważniejszych kierunków badań naukowych ZMI należą:

- Zarządzanie ryzykiem,
- Modelowanie rynku energii,
- Matematyka finansowa i aktuarialna,
- Stochastyczno-ekonomiczne modelowanie systemów gromadzenia zasobów,
- Zastosowanie metod matematyczno-stochastycznych w badaniach rynku, medycynie oraz demografii,
- Metody taksonomiczne w badaniach regionalnych,
- Przestrzenno-czasowe badanie poziomu i jakości życia.

Stosowane metody i techniki

- stochastyczno-ekonomiczne modelowanie systemów gromadzenia zasobów
- zastosowanie metod matematyczno-stochastycznych w badaniach rynku, medycynie oraz demografii,
- metody taksonomiczne w badaniach regionalnych,

Zakład Przedsiębiorczości, Zarządzania i Ekoinnowacyjności

Stosowane metody i techniki

Analiza strategiczna przedsiębiorstwa wykonywana jest przy zastosowaniu szerokiego wachlarza metod, m.in.:

- analiza interesariuszy,
- analiza scenariuszowa,
- analiza PESTLE,
- metody portfelowe,
- zrównoważona karta wyników,
- analiza SWOT,
- analiza SPACE.

Dostępna aparatura

- polarymetr cyfrowy, Jasco P-2000

Badania na zgodność z numerami norm

- Ocena zgodności systemu zarządzania jakością z normą ISO 9001: 2015

Opracowanie, ocena, aktualizacja strategii Wdrażanie i doskonalenie systemów zarządzania

Zespół Zakładu Przedsiębiorczości, Zarządzania i Ekoinnowacyjności specjalizuje się w kompleksowej ocenie organizacji różnego typu pod względem strategicznym. Dzięki dużemu i wszechstronnemu doświadczeniu, jesteśmy przygotowani do dokonania oceny całościowej przedsiębiorstw o różnym profilu działalności, instytucji publicznych oraz organizacji społecznych. Stosujemy zróżnicowane i zaawansowane metody badań, które zawsze dostosowane są do oczekiwań oraz sytuacji badanej organizacji. Mamy również doświadczenie w przygotowaniu strategii na różnych etapach rozwoju organizacji. Pracownicy mają duże doświadczenie w zakresie wdrażania i oceny systemów zarządzania, również certyfikowanych na zgodność z normami ISO (ISO 9001: 2015, ISO 14001: 2015) oraz aplikacji metodyk zarządzania projektami, a także wybranych narzędzi informatycznych (narzędzi analitycznych wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem oraz sztucznej inteligencji). W ramach badań istnieje możliwość przeprowadzenia audytu systemu zarządzania oraz oceny strategii zarządzania, a także dokonanie niezbędnych analiz i prac projektowych prowadzących do ich doskonalenia.

Zakład Systemów Zarządzania i Logistyki

Laboratorium Logistyki i Zintegrowanych Systemów Zarządzania

W laboratorium możliwe są realizacje badań dotyczących procesów wspomagających i optymalizujących:

- przeźroczystą integrację wszystkich kanałów sprzedaży i dystrybucji towarów w ramach wdrażania zintegrowanej strategii omnichannel;
- zatowarowanie oraz przepływy wewnątrz rozproszonej sieci sprzedaży i dystrybucji towarów przy wykorzystaniu nowoczesnych systemów informatycznych oraz dedykowanych urządzeń, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych algorytmów zamówieniowych oraz Big Data;
- logistykę produkcji przy wykorzystaniu nowoczesnych systemów informatycznych oraz odpowiednich urządzeń;
- logistykę magazynów wysokiego składu z uwzględnieniem wsparcia funkcji obsługi zamówień internetowych, przy wykorzystaniu nowoczesnych systemów informatycznych oraz odpowiednich urządzeń;
- kompleksowe zarządzanie przedsiębiorstwem transportowym oraz pogłębioną analizę jego funkcjonowania na rynku konkurencyjnym przy zastosowaniu nowoczesnej platformy branżowych symulacji biznesowych.

Consulting:

- logistycznego zarządzania przedsiębiorstwem transportowym oraz spedycyjnym,
- ewidencji czasu pracy kierowców oraz interpretacji i implementacji obowiązujących aktów prawnych z tego obszaru.

Stosowane metody i techniki

- obserwacja
- wywiady pogłębione, wywiady fokusowe
- badania ankietowe CATI/CAWI
- metody kreatywnego rozwiązywania problemów
- statystyczne metody i techniki analizy danych

Dostępna aparatura

- mikrokomputer Lenovo TC M900z i5-6400 8GB 500GB – 16 szt.
- Cisco WS-C2960X-24TS-L - koncentrator Catalyst 2960-X 24 GigE, 4x1G SFP, LAN Base
- kolektor Motorola MC4597
- kolektor danych Motorola Zebra MC32N0
- drukarka fiskalna Posnet Thermal HS EJ
- weryfikator cen WLT
- waga DIBAL W-025S

Stosowane metody i techniki

- obserwacja
- wywiady pogłębione, wywiady fokusowe
- badania ankietowe
- metody kreatywnego rozwiązywania problemów
- Assessment Center/ Development Center
- statystyczne metody i techniki analizy danych

Dostępna aparatura

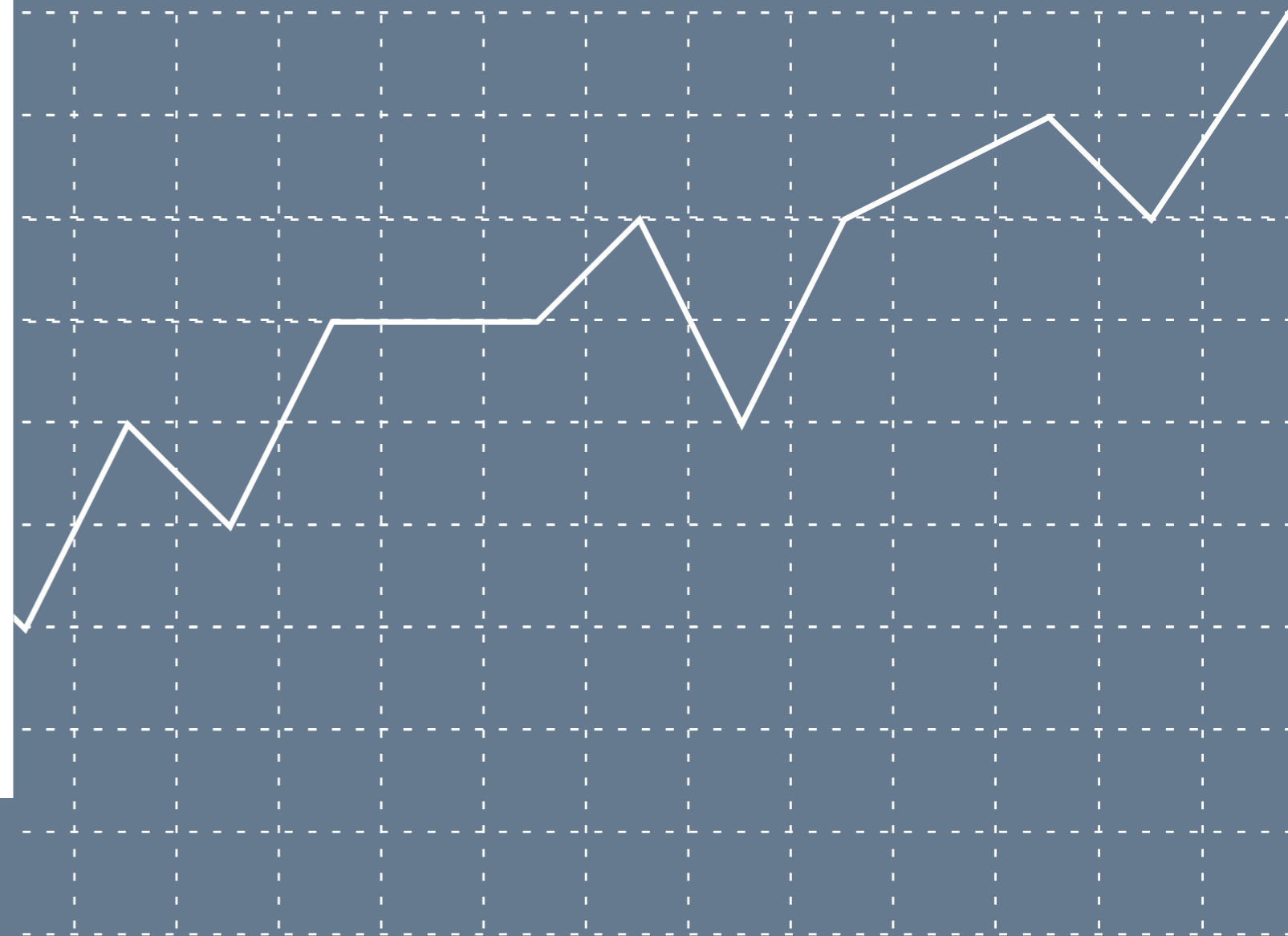
Licencje na programy:

- CiteSpace
- NVivo
- Statistica

Oferta badawcza ZZP

Pracownicy ZZP podejmą współpracę w zakresie szeroko pojmowanego zarządzania organizacjami (komercyjnymi i niekomercyjnymi). Oferujemy prowadzenie badań w wyznaczonym przez zleceniodawcę obszarze (wraz z analizą, sformułowaniem wniosków praktycznych i opracowaniem raportu), wsparcie konsultingowe w identyfikacji i rozwiązywaniu różnorodnych problemów organizacyjnych, opracowanie nowych modeli biznesowych oraz doskonalenie istniejących. Oferta ZZP obejmuje badania, doradztwo oraz przygotowanie i przeprowadzenie szkoleń w następujących obszarach:

1. Zarządzanie strategiczne, w tym:
 - zastosowanie narzędzi analizy strategicznej,
 - projektowanie modeli biznesu,
 - tworzenie strategii i podejmowanie decyzji strategicznych.
2. Zarządzanie zespołami, w tym:
 - kształtowanie umiejętności kierowania zespołem,
 - wdrażanie i doskonalenie metod rozwoju zespołu.
3. Zarządzanie zasobami ludzkimi, w tym:
 - doskonalenie systemu rekrutacji i selekcji, wraz z przygotowaniem kryteriów doboru i oceny kandydatów,
 - opracowanie i prowadzenie sesji Assessment Center,
 - diagnoza kompetencji kierowniczych oraz przygotowanie i realizacja sesji Development Center,
 - diagnoza systemów motywowania oraz szkoleń i ocen pracowniczych,
 - zarządzanie wiekiem i różnorodnością, etyczne aspekty zarządzania.
4. Przedsiębiorczość i zachowania przedsiębiorcze, w tym:
 - szkolenia z zakresu rozwijania proaktywności, kreatywności i technik twórczego myślenia,
 - diagnoza kompetencji przedsiębiorczych,
 - opracowywanie biznes planów dla nowotworzonych firm.
5. Zastosowanie metod analizy statystycznej, w tym:
 - wielowymiarowa analiza statystyczna w modelowaniu determinant rozwoju społeczno-gospodarczego oraz zrównoważonego rozwoju.



ul. Poznańska 2A, 35-959 Rzeszów
e-mail: csa@prz.edu.pl
csa.prz.edu.pl



**CENTRUM
SPORTU
AKADEMICKIEGO**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

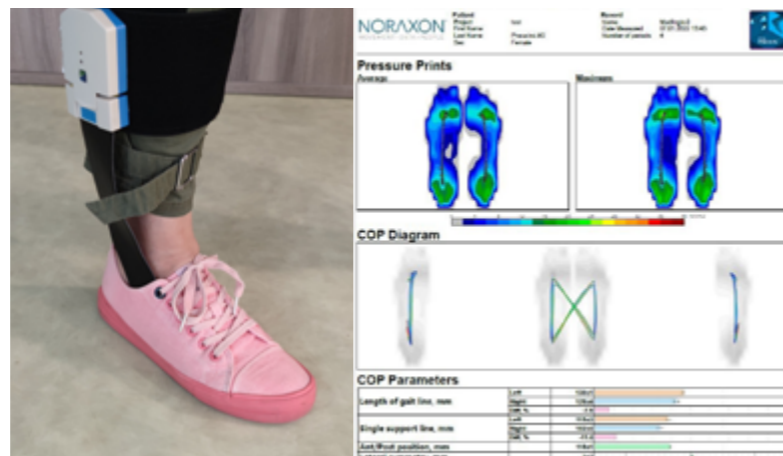
Pracownia Biomechaniki i Diagnostyki Funkcjonalnej

Stosowane metody i techniki

- pomiar sił nacisku czujnikami tensometrycznymi znajdującymi się we wkładkach umieszczonych w butach osoby badanej;
- dowolny protokół pomiarowy – uwzględniający warunki i czas pomiaru;
- przygotowanie raportów w formie graficznej i tabelarycznej uwzględniających zamawiane analizy;
- przygotowanie danych w pliku obsługiwanym przez ascii, Excel, C3D lub Matlab.

Dostępna aparatura

- Medilogic Insoles – zestaw bezprzewodowych wkładek do oceny dystrybucji obciążenia stóp (zawiera 5 kompletów wkładek z czujnikami tensometrycznymi (w rozmiarach od 37/38 do 45/46).
- oprogramowanie MyoResearch 3 (MR3) firmy Noraxon – moduł „myo PRESSURE”



Dystrybucja obciążenia stóp człowieka w dowolnej pozycji statycznej lub w ruchach lokomocyjnych

Badanie polegające na rejestrowaniu i zapisie parametrów biomechanicznych opisujących dystrybucję obciążenia stóp człowieka przebywającego w dowolnej pozycji statycznej lub podczas ruchu (np. ruchów lokomocyjnych). Zastosowanie systemu wkładek tensometrycznych umieszczonych w butach osoby badanej pozwala na zgromadzenie informacji o lokalizacji i wartości pionowej składowej siły reakcji podłoża, generowanej przez stopę człowieka podczas kontaktu z podłożem. Parametry czasowe wyrażane są w milisekundach, parametry przestrzenne w centymetrach lub stopniach, a wartości sił nacisku w Newtonach. Celem badania może być:

- ocena dowolnych ruchów lokomocyjnych i występujących w nich asymetrii;
- ocena równowagi ciała podczas wykonywania czynności statycznych i dynamicznych;
- ergonomiczna ocena różnych stanowisk pracy z identyfikacją stref zwiększonego obciążenia stóp;
- weryfikacja sposobu obciążania stóp przez człowieka korzystającego z różnych maszyn i urządzeń prototypowych, które wymagają długotrwałego przebywania w postawie stojącej;
- weryfikacja rozkładu obciążenia stóp przy korzystaniu z różnego rodzaju sprzętu ortopedycznego i protetycznego;

Badanie może być wykonane w miejscu wskazanym przez zamawiającego i w dowolnych warunkach (w pomieszczeniach zamkniętych lub na zewnątrz). Rozmiar wkładek można dobrać do rozmiaru stóp osoby badanej (w zakresie rozmiarów od 37 do 46).

Pracownia Biomechaniki i Diagnostyki Funkcjonalnej



Analiza aktywności bioelektrycznej wybranych mięśni szkieletowych człowieka

Badanie polegające na rejestrowaniu i zapisie sygnałów sEMG (elektromiografii powierzchniowej) opisujących aktywność mięśni szkieletowych człowieka w dowolnej pozycji statycznej lub podczas ruchu, np. ruchów lokomocyjnych lub użytkowych. Zastosowanie zestawu Noraxon Mini DTS 4-K-MR pozwala na gromadzenie zsynchronizowanych informacji z powierzchniowych elektrod EMG o aktywności do 4 wybranych mięśni i przesyłaniu ich bezprzewodowo do komputera. Za pomocą oprogramowania MR3 Noraxon zapis sygnału EMG może być wstępnie przygotowany do dalszych analiz (poddany filtracji lub rektyfikacji) lub poddany pełnym analizom i przedstawiony w formie raportów. Celem badania może być:

- analiza kolejności aktywacji mięśni w określonym ruchu;
- ocena zmęczenia wybranych mięśni;
- ocena amplitudy i częstotliwości porównywanych sygnałów EMG;
- ergonomiczna ocena różnych stanowisk pracy z identyfikacją pozycji ciała zwiększających napięcie mięśni;

Badanie może być wykonane w miejscu wskazanym przez zamawiającego i w dowolnych warunkach (w pomieszczeniach zamkniętych lub na zewnątrz). Dla niestandardowych badań przebieg i protokół pomiaru będzie ustalony indywidualnie.

Stosowane metody i techniki

- pomiar aktywności bioelektrycznej wybranych mięśni metodą powierzchniowego EMG
- dowolny protokół pomiarowy – uwzględniający czas i warunki pomiaru
- przygotowanie raportów w formie graficznej i tabelarycznej uwzględniających zamawiane analizy
- przygotowanie pliku z danymi do wykorzystania w dowolnym oprogramowaniu np. ascii, Excel, C3D, Matlab

Dostępna aparatura

- Noraxon Mini DTS 4-K-MR – bezprzewodowy system do pomiaru sEMG
- oprogramowanie MyoResearch 3 (MR3) firmy Noraxon – moduł „myo MUSCLE”

Pracownia Biomechaniki i Diagnostyki Funkcjonalnej

Stosowane metody i techniki

- pomiar wybranych sprawności psychoruchowych człowieka w warunkach niekontrolowanych przeciążeń
- dowolny protokół pomiarowy – uwzględniający warunki pomiaru i czas nie dłuższy, niż 5 min.
- przygotowanie pliku w rozszerzeniu .csv z wynikami testów (czas wykonania i liczba poprawnych odpowiedzi) do wykorzystania w dowolnym oprogramowaniu.

Dostępna aparatura

- żyroskop z napędem silnikowym, pozwalający na symulację przeciążeń dodatnich i ujemnych w zakresie od 1G do 3G.
- oprogramowanie – aplikacja zawierająca testy oceniające sprawność psychoruchową, m. in.: Test Piórkowskiego, Tabliczka, Figury, Psychotest 1, Psychotest 2, Psychotest 3.



Ocena reakcji psychoruchowych człowieka w warunkach niekontrolowanych przeciążeń

Badanie polega na rejestrowaniu wyników testów psychoruchowych, (wykonywanych na tablecie) podczas sesji obrotów 3D w żyroskopie. Celem badania może być ocena reakcji człowieka na przebywanie w warunkach przeciążeń lub w warunkach niekontrolowanych ruchów wokół trzech osi (3D). Powtórne wykonanie badania może być pomocne np. w ocenie postępów rehabilitacji lub w ocenie efektów ćwiczeń, wykonanych w określonym czasie. Zintegrowany z żyroskopem tablet zawiera aplikację z testami, pozwalającymi na ocenę sprawności osoby badanej w zakresie zdolności zapamiętywania i identyfikacji kształtów lub liczb, koordynacji wzrokowo-ruchowej ręki, czasu reakcji oraz wykonywania prostych obliczeń matematycznych. Testy wykonywane są w czasie, kiedy żyroskop obraca osobę badaną wokół trzech osi, co powoduje symulację chwilowych przeciążeń (naprzemiennie dodatnich i ujemnych). Podczas badania osoba badana znajduje się w fotelu umieszczonym w wewnętrznej obręczy żyroskopu i jest w nim unieruchomiona za pomocą pasów bezpieczeństwa. Umieszczony w specjalnym uchwycie tablet służy do uruchomienia żyroskopu oraz do wykonania na nim zadań przewidzianych w każdym z testów. Rozpoczęcie zadań testowych powoduje automatyczne uruchomienie silnika, obracającego obręcz żyroskopu. Po zakończeniu ostatniego testu, badany zatrzymuje pracę żyroskopu. Czas obrotów w żyroskopie jest integralnie połączony z czasem wykonania testów na tablecie. Badanie należy wykonywać w laboratorium. Dla niestandardowych badań przebieg i protokół pomiaru będzie ustalony indywidualnie. Możliwe jest wykorzystanie żyroskopu bez używania tabletu, jako symulatora warunków niekontrolowanych przeciążeń, wywołanych ruchem obrotowym.

Oferta badawcza Politechniki Rzeszowskiej

Rzeszów, 2025



Finansowane ze środków Ministra Nauki w ramach zadania zleconego pn. „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego”



Minister Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Materiały zebrała

Ewelina Nycz-Pado

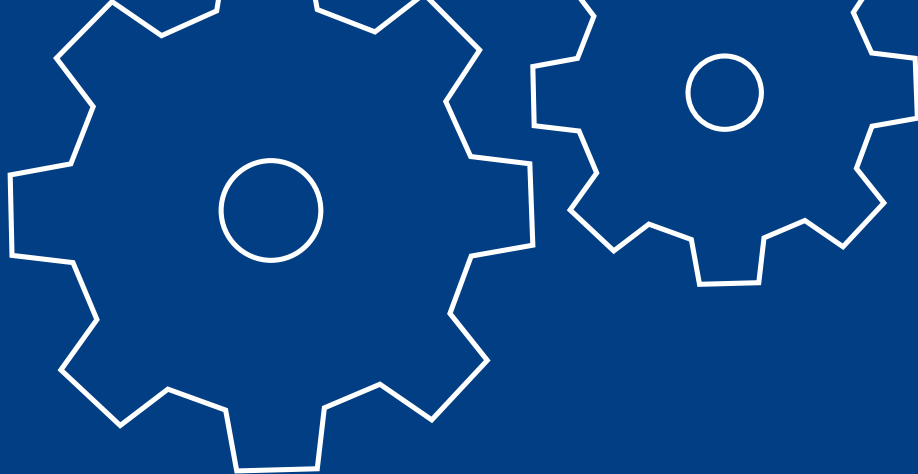
Projekt graficzny i skład

Celina Czachor-Dzióba

Piotr Oczóś

Druk i oprawa

Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej



Centrum Transferu Technologii Politechniki Rzeszowskiej

Al. Powstańców Warszawy 12
35-959 Rzeszów
Budynek V piętro II

tel.: 17 743 2116, 17 865 1689, 17 743 2168

przemysl.prz.edu.pl

