



Łukasiewicz
Instytut
Lotnictwa

BADANIA MATERIAŁÓW I KONSTRUKCJI

SPIS TREŚCI

OGÓLNE INFORMACJE O FIRMIE

1	OFERTA
3	CERTYFIKATY
4	BADANIA MATERIAŁOWE
16	BADANIA NIENISZCZĄCE
25	BADANIA DYFRAKCYJNE
30	WYKONAWSTWO PRÓBEK
36	BADANIA ELEMENTÓW KONSTRUKCJI
40	BADANIA DRGAŃ I BADANIA AKUSTYCZNE
46	BADANIA PODWOZI
56	TESTY ZDERZENIOWE
60	WSPÓŁPRACA

KONTAKT

OGÓLNE INFORMACJE O FIRMIE

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa należy do najnowocześniejszych placówek badawczych w Europie o tradycjach sięgających 1926 roku. Instytut ściśle współpracuje ze światowymi potentatami przemysłu lotniczego oraz instytucjami z branży kosmicznej. Strategicznymi obszarami badawczymi Instytutu są technologie lotnicze, kosmiczne oraz bezzałogowe. Prowadzone są tutaj także badania i usługi dla przemysłu krajowego i zagranicznego w zakresie technologii materiałowych i kompozytowych, przyrostowych, teledetekcyjnych, energetycznych oraz wydobywczych. Sieć Badawczą Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa tworzy osiem centrów badawczych:

- **CENTRUM TECHNOLOGII LOTNICZYCH**
opracowuje technologie dedykowane do projektowania, realizacji badań aerodynamicznych i certyfikacji samolotów.
- **CENTRUM TECHNOLOGII KOSMICZNYCH**
prowadzi prace badawczo-rozwojowe w zakresie napędów kosmicznych, technologii raketowych, badań systemów satelitarnych i teledetekcji.
- **CENTRUM TECHNOLOGII BEZZAŁOGOWYCH**
prowadzi prace badawczo-rozwojowe w zakresie bezzałogowych statków powietrznych i systemów anty-dronowych.
- **CENTRUM BADAŃ MATERIAŁÓW I KONSTRUKCJI**
oferuje badania materiałowe oraz badania elementów konstrukcji w szerokim zakresie obciążeń i temperatur, a dzięki dużej liczbie certyfikowanych stanowisk badawczych, jest regionalnym liderem w dziedzinie badań zmęczeniowych i wytrzymałościowych.
- **CENTRUM TECHNOLOGII KOMPOZYTOWYCH**
dostarcza rozwiązania w zakresie technologii kompozytowych i testów materiałów kompozytowych dla przemysłu lotniczego i kosmicznego.
- **ENGINEERING DESIGN CENTER**
to wspólne przedsięwzięcie General Electric Company Polska Sp. z o. o. i Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytutu Lotnictwa. Centrum oferuje usługi projektowe oraz badawczo-rozwojowe w obszarze lotnictwa, energetyki gazowej oraz energii odnawialnej.
- **CENTRUM USŁUG INŻYNIERSKICH**
zapewnia wsparcie w zakresie inżynierii mechanicznej i cieplnej strategicznych projektów badawczo-rozwojowych.
- **CENTRUM TECHNOLOGII ENERGETYCZNYCH**
skupia się wokół obszarów inżynierskich: projektowania, produkowania, analizy i serwisowania części turbin gazowych dużej mocy oraz turbin wiatrowych. Jednym z głównym zadań tego centrum jest wdrożenie nowej ery energetyki, która będzie budować czystsza przyszłość.

A close-up photograph of a DMG MORI machine tool. The image shows a large, dark-colored metal component with a circular dial on the left side. The dial has numbers 1 through 9. The DMG MORI logo is visible on the dial. A SECO tool bit is mounted on the machine. The tool bit has the text 'SECO' and 'CFIL2525M03' on it. The background is dark and out of focus.

OFERTA

Jednym z głównych obszarów działań Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytutu Lotnictwa w zakresie technologii badań materiałów i konstrukcji jest wdrażanie najnowocześniejszych metod badawczych z zakresu badań nad wytrzymałością materiałów, podzespołów silników lotniczych oraz innych konstrukcji pracujących w warunkach wysokich obciążeń mechanicznych w szerokim zakresie temperatur.

Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa jest jednym ze światowych liderów badań wytrzymałościowych. To co go wyróżnia to przede wszystkim wysoka jakość wykonywanych usług i ich standaryzacja, wyspecjalizowane stanowiska i wydajność aparatury badawczej najnowszej generacji. Instytut specjalizuje się w wykonywaniu standardowych i nietypowych badań wytrzymałościowych materiałów i konstrukcji, poddając badane obiekty działaniu ekstremalnych czynników. Oferuje pełny zakres badań materiałowych, począwszy od wykonania próbek do badań, badania mechaniczne i materiałowe, a także diagnostykę nieniszczącą.

Zakres działalności Instytutu w obszarze badań materiałów i konstrukcji obejmuje także usługi oraz kompletne rozwiązania dla wyrobów wytworzonych za pomocą technologii przyrostowych, m.in. charakteryzację materiałów, począwszy od planowania przez badania, analizę wyników, stworzenie modeli materiałowych i diagnostykę nieniszczącą, projektowanie elementów wraz z optymalizacją ich kształtu i parametrów procesu wytwarzania, przewidywanie imperfekcji i naprężeń resztkowych oraz badanie struktur: programowanie i projektowanie eksperymentów, przygotowanie stanowisk, analizę wyników wraz z dostarczeniem wniosków i rekomendacji.

Zakres oferty:

- Badania materiałowe.
- Badania nieniszczące.
- Badania dyfraktometrii rentgenowskiej.
- Wykonawstwo próbek.
- Badania elementów konstrukcji.
- Badania drgań i badania akustyczne.
- Badania podwozi.
- Testy zderzeniowe.

POLSKIE CENTRUM AKREDYTACJI
POLISH CENTRE FOR ACCREDITATION



Sygnatariusz EA MLA
EA MLA Signatory

CERTYFIKAT AKREDYTACJI
LABORATORIUM BADAWCZEGO
ACCREDITATION CERTIFICATE OF TESTING LABORATORY
Nr AB 792

Potwierdza się, że: / This is to confirm that:

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ -
INSTYTUT LOTNICTWA
ZESPÓŁ LABORATORIÓW BADAŃ MATERIAŁÓW I KONSTRUKCJI
Aleja Krakowska 110/114
02-256 Warszawa

spełnia wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02
meets requirements of the PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 standard

Akredytowana działalność jest określona w Zakresie Akredytacji Nr AB 792
Accredited activity is defined in the Scope of Accreditation No AB 792

Akredytacja pozostaje w mocy pod warunkiem przestrzegania
wymagań jednostki akredytującej określonych w kontrakcie Nr AB 792
This accreditation remains in force provided the Laboratory observes
the requirements of Accreditation Body defined in the Contract No AB 792

Akredytacji udzielono dnia 12.03.2007 r.
Accreditation was granted on 12.03.2007



DYREKTOR
POLSKIEGO CENTRUM AKREDYTACJI
Lucyna Olborska
LUCYNA OLBORSKA

Warszawa, 18 lutego 2020

CERTYFIKATY

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa w zakresie badań materiałów i konstrukcji posiada liczne certyfikaty potwierdzające i gwarantujące najwyższą jakość oferowanych usług oraz profesjonalizm personelu laboratoryjnego i naukowego:

- Certyfikat zgodności z normą **PN-EN ISO/IEC 17025:2018** dla metod badań wytrzymałości konstrukcji mechanicznych i ich elementów, badań mechanicznych oraz nieniszczących (certyfikaty akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji **AB 792** oraz **AB 131**).
- Certyfikat przyznany przez **General Electric Aviation** dla Laboratorium Badań Materiałowych, potwierdzający zgodność ze specyfikacją techniczną dla dostawców usług i badań w obszarze procesów specjalnych w lotnictwie według specyfikacji **GE S-400**.
- Wdrożony na poziomie Srebra w Centrum Badań Materiałów i Konstrukcji **system operacyjny ACE** (ang. Achieving Competitive Excellence), stosowany wewnątrz korporacji United Technologies Corporation (UTC) oraz w sieci jej dostawców, potwierdzający nowoczesny sposób zarządzania firmą, jej procesami i kulturą pracy.
- **Certyfikaty testów mechanicznych Pratt & Whitney** - w latach 2005-2008 Instytut zdobył certyfikaty z zakresu testów mechanicznych i badań komponentów. Certyfikowane badania to: próby pełzania (ang. Creep Rupture Testing), statyczne i quasi statyczne próby wałów – rozciąganie i ściskanie (ang. Tension/Torsion Shaft LCF Testing), Tube LCF Testing, Windmill Fan Blade Testing, wysokocykliczne testy zmęczeniowe (ang. High Cycle Fatigue Testing), niskocykliczne testy zmęczeniowe (ang. Low Cycle Fatigue Testing).
- Certyfikat kwalifikowanego dostawcy **GE Aviation Czech** w zakresie badań mechanicznych materiałów i konstrukcji.

BADANIA MATERIAŁOWE

BADANIA ZMĘCZENIOWE I WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa posiada ogromny potencjał wykonywania badań materiałowych z zakresu badań zmęczeniowych i wytrzymałościowych. Badania wykonywane są w Laboratorium Badań Materiałowych na najnowocześniejszych, uniwersalnych zestawach maszyn serwohydraulicznych osiowych zmęczeniowych renomowanej marki MTS i INSTRON. Instytut posiada 30 stanowisk do badań zmęczeniowych w zakresach obciążeniowych od 500 N do 250 kN.

Dzięki tak dobranym stanowiskom badawczym można stosować różnego rodzaju geometrie próbek, zarówno małych wykonanych ze stopów lekkich, jak i dużych rozmiarów próbek z wytrzymałych stopów lotniczych.

Prowadzone w Łukasiewicz - Instytucie Lotnictwa badania obiektów w zakresie temperatur od -180° do 1500° w pełni pokrywają zapotrzebowanie na światowym rynku badań zmęczeniowych, w szczególności stopów lotniczych. Możliwe jest to dzięki specjalnie do tego zaprojektowanym układom chwytowych próbek, kontrolerom temperatury i odpowiednio dobranym piecom. Ekstensometry do pomiarów odkształcenia chłodzone są powietrzem lub wodą.



MTS

1000
1000

205/001

MTS

4

810 Material



Pełny zakres wykonywanych typów badań zmęczeniowych takich jak: niskocyklowe sterowane siłą (LCF), statyczna próba rozciągania (TENSILE), wysokocyklowe sterowane siłą (HCF), niskocyklowe sterowane odkształceniem (SCLCF), mechanika pęknięcia (K_{Ic} , da/dN) połączone z możliwościami ich wykonania w temperaturze do 1500°C plasuje Instytut w czołówce ośrodków badawczych na świecie.

Badania wykonywane są zgodnie z przyjętymi standardami norm, m.in.: ASTM E606, ASTM E466, ASTM E399, ASTM E647 da/dN oraz zgodnie ze specyfikacjami klienta.

Aby sprostać wymaganiom klientów, wszystkie urządzenia i przyrządy pomiarowe kalibrowane są zgodnie z przyjętymi normami m.in.: ASTM E4, ASTM E467, ASTM E83, ASTM E1012, ASTM E220, ASTM E574. Laboratoria i personel Instytutu posiadają liczne certyfikaty i dyplomy potwierdzające najwyższe kompetencje.

Ukoronowaniem najlepszych możliwości jest potwierdzenie nadane certyfikatami takimi jak:

- Akredytacja AB 792 – PN-EN ISO/IEC 17025:2018.
- S-400 – GE Aviation.
- Certyfikaty testów mechanicznych Pratt & Whitney.

Dostępne wyposażenie laboratorium:

- 11 maszyn wytrzymałościowych zmęczeniowych firmy MTS 100 kN.
- 6 maszyn wytrzymałościowych zmęczeniowych firmy INSTRON 100 kN.
- 4 maszyny wytrzymałościowe zmęczeniowe firmy MTS 250 kN.
- 2 maszyny wytrzymałościowe zmęczeniowe firmy MTS 25 kN.
- 6 maszyn wytrzymałościowych zmęczeniowych firmy MTS 50 kN.

Możliwości badawcze – badania zmęczeniowe/wytrzymałościowe:

- Częstotliwość badań do 60 Hz.
- Zakres badań od -180°C do 1500°C.
- Badania w zakresie obciążeń od 500 N do 250 kN.
- Badania sterowane odkształceniem do 1 Hz.
- Badania HCF do 60 Hz.
- Badania LCF do 12 Hz.
- Badania statycznej próby rozciągania.
- Badania z zakresu mechaniki pęknięcia K_{Ic} , da/dN.
- Możliwość pisania własnych programów złożonych, które pozwalają w sposób nieograniczony zasymulować prawdziwy przebieg obciążeń badanego elementu.
- Badania w stałej temperaturze otoczenia dzięki specjalnie zaprojektowanej klimatyzacji będącej w pomieszczeniu, gdzie znajdują się stanowiska badawcze.
- Własny system podtrzymywania napięcia pozwalający w sposób ciągły prowadzić badania długoterminowe bez ryzyka utraty danych z przeprowadzanych testów.



BADANIA PEŁZANIA

Laboratorium Badań Materiałowych posiada możliwość wykonywania testów pełzania, które są jednym z typów badań materiałowych. Wykonywane są one na pełzarkach, których jednoosiowe naprężenie próbki uzyskiwane jest grawitacyjnie za pomocą kalibrowanych obciążników zawieszanych na ramieniu pełzarki.



Możliwości Laboratorium Badań Materiałowych:

- 36 stanowisk badawczych (pełzarek) umożliwiających prowadzenie trzech typów badań:
 - Z rejestracją odkształcenia.
 - Z rejestracją czasu do zerwania.
 - Wykonywania badań zmęczeniowych LCF na 14 stanowiskach wykorzystujących windy.
- Temperatura badań do 1100°C realizowana przez termopary typu „S”.
- Siła rozciągająca do 50 kN.
- Rejestracja odkształcenia próbek za pomocą ekstensometrów wysokotemperaturowych.
- Nadzór oraz rejestracja badania za pomocą systemu komputerowego w czasie rzeczywistym.
- Badania pełzania wykonywane zgodnie z normami ASTM E139, E292 oraz ISO 204.

Laboratorium ze względu na długotrwały czas prowadzenia testów jest wyposażone w system podtrzymania napięcia UPS oraz pomieszczenia klimatyzowane z rejestracją temperatury i wilgotności powietrza.

Certyfikaty:

- Akredytacja AB 792 – PN-EN ISO/IEC 17025:2018.
- S-400 – GE Aviation.
- Certyfikat testów mechanicznych Pratt & Whitney.



BADANIA UDARNOŚCI

Badania udarności są próbami określającymi odporność materiału na pękanie przy obciążeniu dynamicznym. Wykonuje się je w celu określenia wpływu prędkości obciążenia i odkształcenia na właściwości mechaniczne materiałów - charakteryzują one te właściwości mechaniczne materiału, których nie można określić przy pomocy prób statycznych.

Do wykonywania badań udarności stosuje się urządzenia umożliwiające przyłożenie dużej siły w krótkim czasie tzw. młoty udarnościowe. Oprócz standardowego do tych prób młota Charpy'ego, laboratorium posiada także jego wersję zinstrumentalizowaną. Umożliwia ona określenie nie tylko pracy uderzeniowej, będącej miernikiem odporności materiału na pękanie, ale także wyznaczenie charakterystyki siły niszczącej w funkcji czasu.

Ponadto Laboratorium Badań Materiałowych posiada specjalne komory sterowane cyfrowo umożliwiające wykonywanie badań na próbkach o obniżonej, bądź podwyższonej temperaturze – komorę chłodniczą (próbki schładzane do temperatury -180°C) oraz komorę grzewczą (badania do temperatury 300°C).

Możliwości badawcze:

- Młot udarnościowy Charpy'ego Proeti 300 J.
- Instrumentowany młot udarnościowy Charpy'ego Lab Test CHK 450 J-I.
- Badania mogą być prowadzone w temperaturze do -180°C .
- Próby udarności mogą być wykonywane dla standardowych próbek: $10 \times 10 \times 55 \text{ mm}$, jak również pomniejszych: $7,5 \times 10 \times 55 \text{ mm}$ i $5 \times 10 \times 55 \text{ mm}$.



arta obsługi codzienna

Wzrost: 1,70m, Ciężar ciała: 70kg, Ciężar serca: 300g, Ciężar płuc: 1,2kg, Ciężar wątroby: 1,5kg, Ciężar nerek: 150g, Ciężar pęcherzyka żółciowego: 50g, Ciężar trzustki: 70g, Ciężar śledziony: 150g, Ciężar wątroby: 1,5kg, Ciężar nerek: 150g, Ciężar pęcherzyka żółciowego: 50g, Ciężar trzustki: 70g, Ciężar śledziony: 150g

Organ	Wzrost	Ciężar ciała	Ciężar organu
Wzrost	1,70m		
Ciężar ciała		70kg	
Ciężar serca			300g
Ciężar płuc			1,2kg
Ciężar wątroby			1,5kg
Ciężar nerek			150g
Ciężar pęcherzyka żółciowego			50g
Ciężar trzustki			70g
Ciężar śledziony			150g



ANALIZA STRUKTURALNA MATERIAŁÓW

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa posiada doświadczenie i odpowiednie wyposażenie do wykonywania badań w zakresie badania struktury materiałów, badania powierzchni materiałów z określeniem składu chemicznego, badań fraktograficznych oraz pomiarów właściwości materiałów.

W zakres oferty Instytutu wchodzi następujące usługi:

- Metalografia.
- Fraktografia z zastosowaniem mikroskopu skaningowego (miejsca pęknięcia, kontroli jednorodności materiału).
- Określania składu chemicznego metodą EDS (identyfikacja materiałów, zanieczyszczeń i oceny stężenia pierwiastków na powierzchni próbki).
- Analiza mikrostruktury – mikroskopia metalograficzna i optyczna.
- Analiza powierzchni.
- Chropowatość.
- Udarność.
- Twardość i mikrotwardość.

METALOGRAFIA – preparatyka próbek metalograficznych

Wyposażenie:

- Maszyna do cięcia (z funkcją cięcia ręcznego i automatyczne z układem chłodzenia).
- Prasa do inkludowania próbek o maksymalnej średnicy \varnothing 40 mm.
- Szlifierko-polerka z możliwością przygotowywania do 6 próbek jednocześnie.

FRAKTOGRAFIA, SEM – Skaningowy Mikroskop Elektronowy

Zakres:

- Ocena rozmiaru ziaren, chropowatości powierzchni, porowatości, rozmieszczenia cząstek homogeniczności materiału, wtrąceń niemetalicznych, dyfuzji pierwiastków.
- Analiza zmęczeniowa:
 - Lokalizacja zanieczyszczeń, mikropęknięć.
 - Ocena zniszczenia zmęczeniowego, badania przełomów.

Wyposażenie:

- Mikroskop SEM Zeiss EVO 25 MA z detektorami BSD i SE.
- System do przygotowania próbek Q150R.

ANALIZA SKŁADU CHEMICZNEGO EDX

Zakres:

- Analiza składu chemicznego próbki.
- Identyfikacja materiału.
- Identyfikacja zanieczyszczeń.
- Określenie względnego stężenia pierwiastków na powierzchni próbki.

Wyposażenie:

- Detektor EDX XFlash 5010 Bruker (rozdzielczość energetyczna 125 eV).

MIKROSKOPIA

Zakres:

- Oprogramowanie umożliwiające analizę, obróbkę obrazów cyfrowych, pomiary wielkości geometrycznych.
- Mikroskop umożliwia trójwymiarowe obrazowanie topografii powierzchni próbek.
- W zakresie powiększeń 100–500 x możliwość obserwacji w jasnym i spolaryzowanym polu świetlnym.
- Od 100 do 1000 x: możliwość obserwacji w ciemnym polu DIC.
- Obiektywy umożliwiające obserwację przy powiększeniu od 20 do 5000 x (zoom cyfrowy).

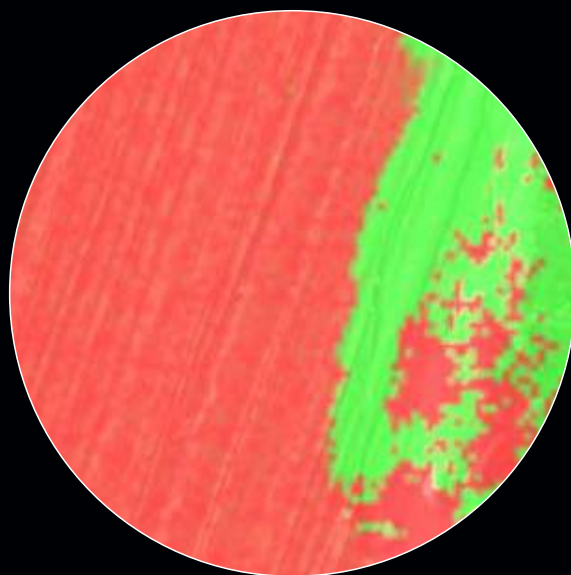
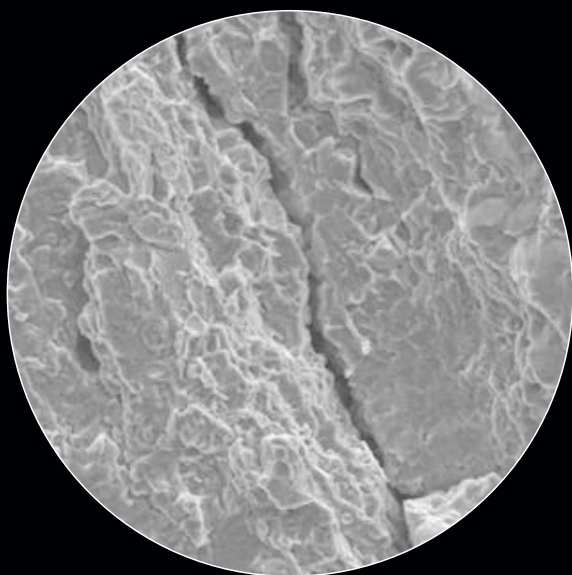
Wyposażenie:

- Mikroskop cyfrowy Keyence VHX 6000.

TWARDOŚĆ I MIKROTWARDOŚĆ

Wyposażenie i zakres:

- Twardościomierz Nexus Innovatest o zakresach:
 - 0,02 – 0,1 kgf mikrotwardość Vickersa.
 - 0,2 – 5 kgf twardość Vickersa przy niskich siłach.
 - 10 – 30 kgf makrotwardość twardość Vickersa.
- Twardościomierz cyfrowy Falcon Innovatest o zakresie 0,001-31,25 twardość Vickersa z możliwością pomiarów automatycznych.
- Twardościomierz Zwick Roell o zakresach: 10 kg, 60 kg, 100 kg, 150 kg twardość Rockwella.
- Przenośny twardościomierz Mitutoyo – skala Leeb z możliwością konwersji na skalę HV, HB, HRC, HRB.





BADANIA NIENISZCZĄCE

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa posiada wieloletnie doświadczenie w badaniach nieniszczących, służących głównie do wykrywania i określania konfiguracji, rozmieszczenia i wielkości wad powstałych w procesie produkcyjnym, jak i podczas eksploatacji. Badane obiekty mogą być całą konstrukcją, częściami lub fragmentami elementów konstrukcji lub na wprost wykończonymi produktami. Typowymi przykładami wykrywanych defektów są: pęknięcia zmęczeniowe, korozja, pęcherze, wtrącenia, nieszczelność, wady spawalnicze. Personel wykonujący badania nieniszczące jest kwalifikowany i certyfikowany zgodnie z PN-EN ISO 9712 „Badania nieniszczące - Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących”.

W zakres oferty Instytutu wchodzi następujące metody nieniszczące:

- Tomografii komputerowej CT.
- Prądów wirowych (ET).
- Penetracyjna (PT).
- Ultradźwiękowa (UT).
- Magnetyczna (MT).
- Wizualna (VT).
- Rentgenowska (RT).

Certyfikaty:

- Akredytacja AB 792 – PN-EN ISO/IEC 17025:2018.
- Certyfikaty personelu w zakresie badań nieniszczących.

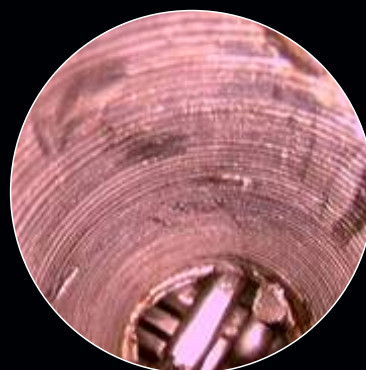
METODA WIZUALNA (VT)

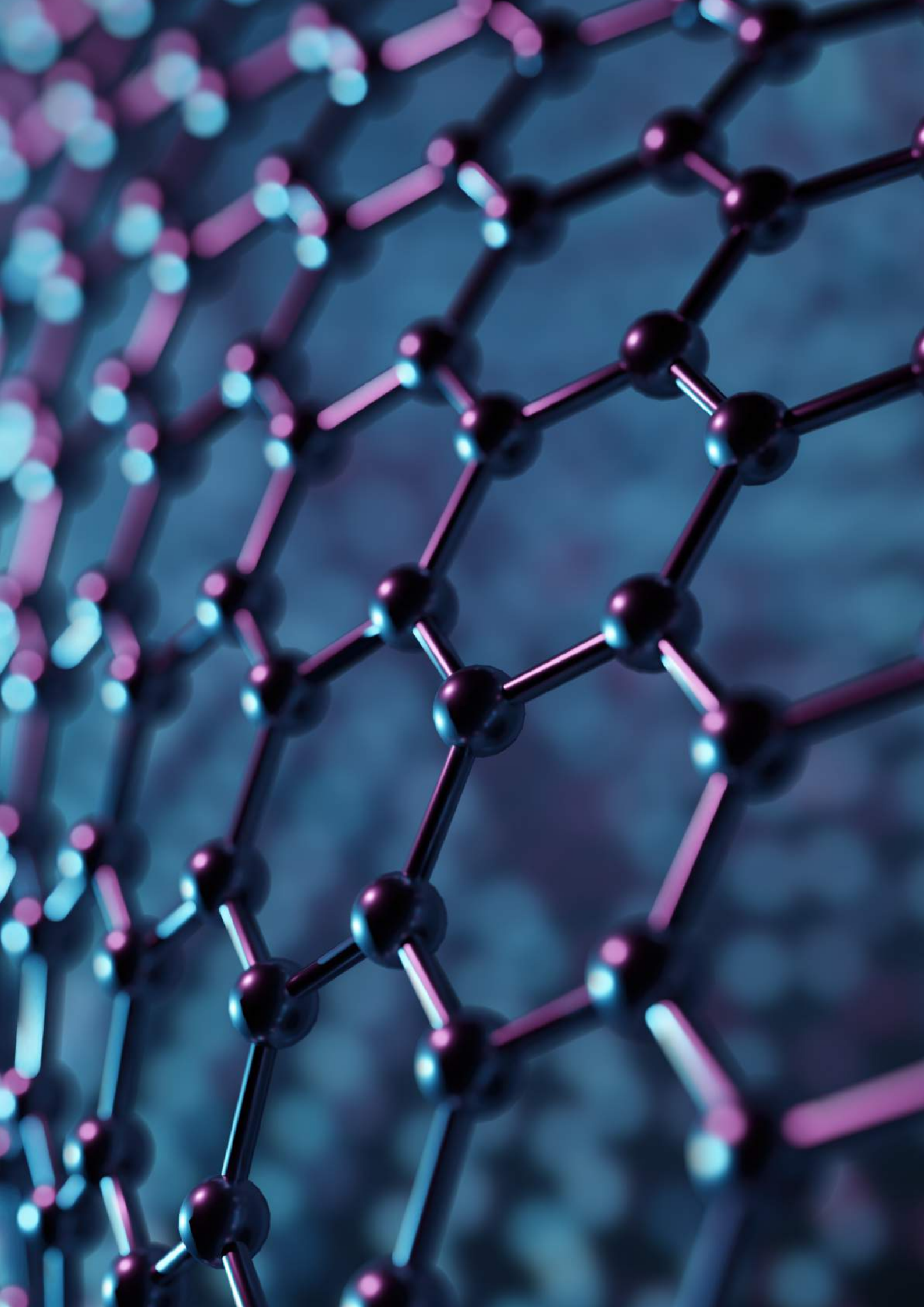
Możliwości badawcze:

- Wykrywanie defektów powierzchniowych.
- Rodzaje wykrywanych nieciągłości - pęknięcia zmęczeniowe, pęknięcia obróbki cieplnej, uszkodzenia eksploatacyjne, połączenia spawane.
- Endoskopia i boroskopia – wykrywanie wad w miejscu niedostępnym.

Wyposażenie:

- System fiberoskopowy Olympus.
- System boroskopowy Everest.







Ciężar w objętości
 0.38 ± 0.01

METODA PENETRACYJNA (PT)

Możliwości badawcze:

- Badanie nieciągłości powierzchniowych materiałów nieporowatych (metalowych i niemetalowych) – stali i jej stopów, metali kolorowych, ceramiki, szkła, tworzyw sztucznych.
- Rodzaje wykrywanych nieciągłości – pęknięcia (np. zmęczeniowe, szlifierskie), porowatość, rysy, rozwarstwienia, zakucia, zawalcowania, korozja (punktowa, powierzchniowa), nieszczelności.

Wyposażenie:

- Zestawy penetracyjne Magnaflux.
- Oświetlacze UV i światła białego.
- Wzorce.
- Mierniki światła i natężenia promieniowania UV.

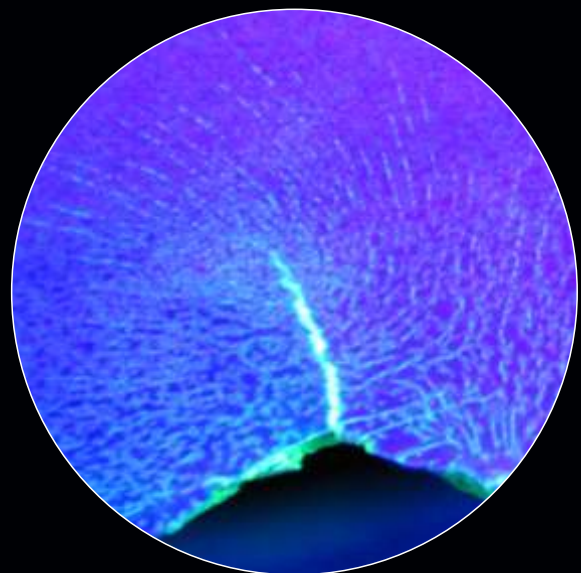
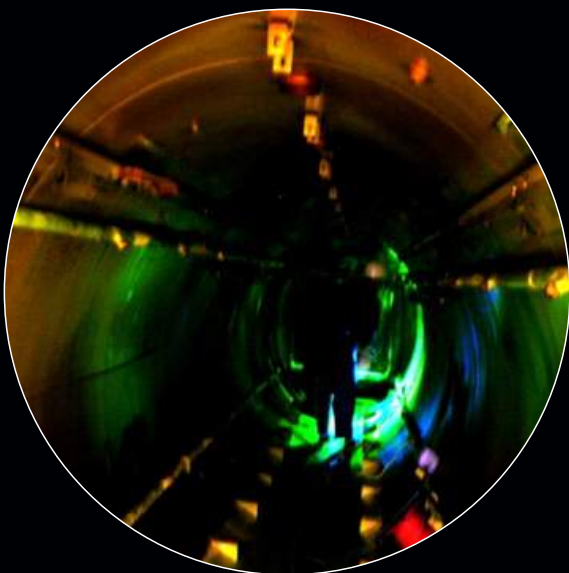
METODA PRĄDÓW WIROWYCH (ET)

Możliwości badawcze:

- Badania materiałów wykazujących przewodnictwo elektryczne.
- Wykrywanie wad powierzchniowych i podpowierzchniowych – pęknięć (zmęczeniowych, hartowniczych, szlifierskich), wtrąceń, korozji, pomiar grubości powłok, porównawcze badania strukturalne.

Wyposażenie:

- Defektoskop prądów wirowych GE Inspection Technologies Phasec 3D wraz zestawami specjalistycznych sond.
- Wzorce wad, przewodności, stopnia skorodowania.



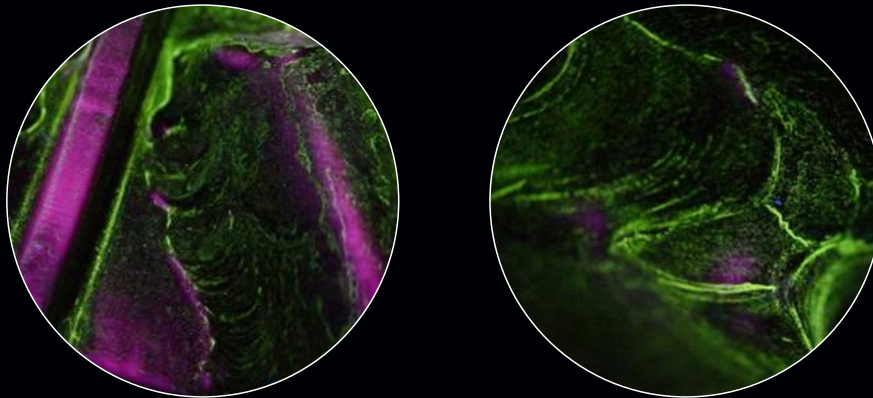
METODA MAGNETYCZNA (MT)

Możliwości badawcze:

- Wykrywanie wad powierzchniowych i podpowierzchniowych wszystkich materiałów ferromagnetycznych.
- Podstawowe wykrywanie wady powierzchniowej; cieplnej i mechanicznej – pęknięcia szlifierskie, hartownicze itp.
- Wady podpowierzchniowe to wszelkiego rodzaju wtrącenia, pory i pęcherze.

Wyposażenie:

- Defektoskopy jarzmowe Magnaflux, Parker.
- Zawiesziny fluorescencyjne i czarne Magnaflux.
- Oświetlacze UV i światła białego.
- Wskaźniki magnetyczne.
- Wzorce.



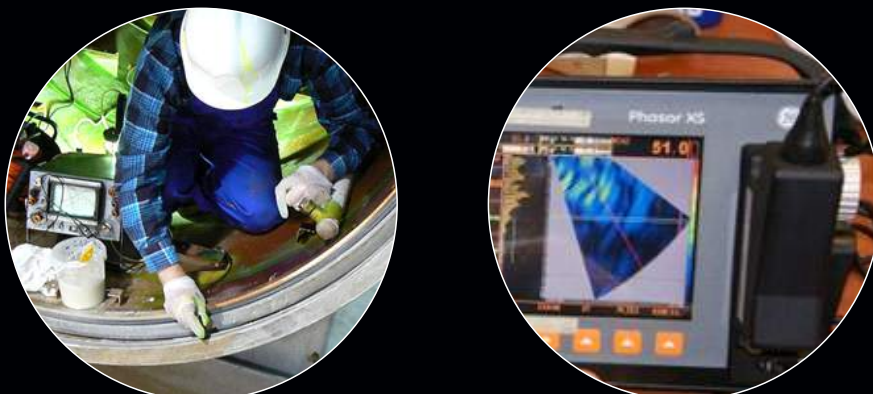
METODA ULTRADŹWIĘKOWA (UT)

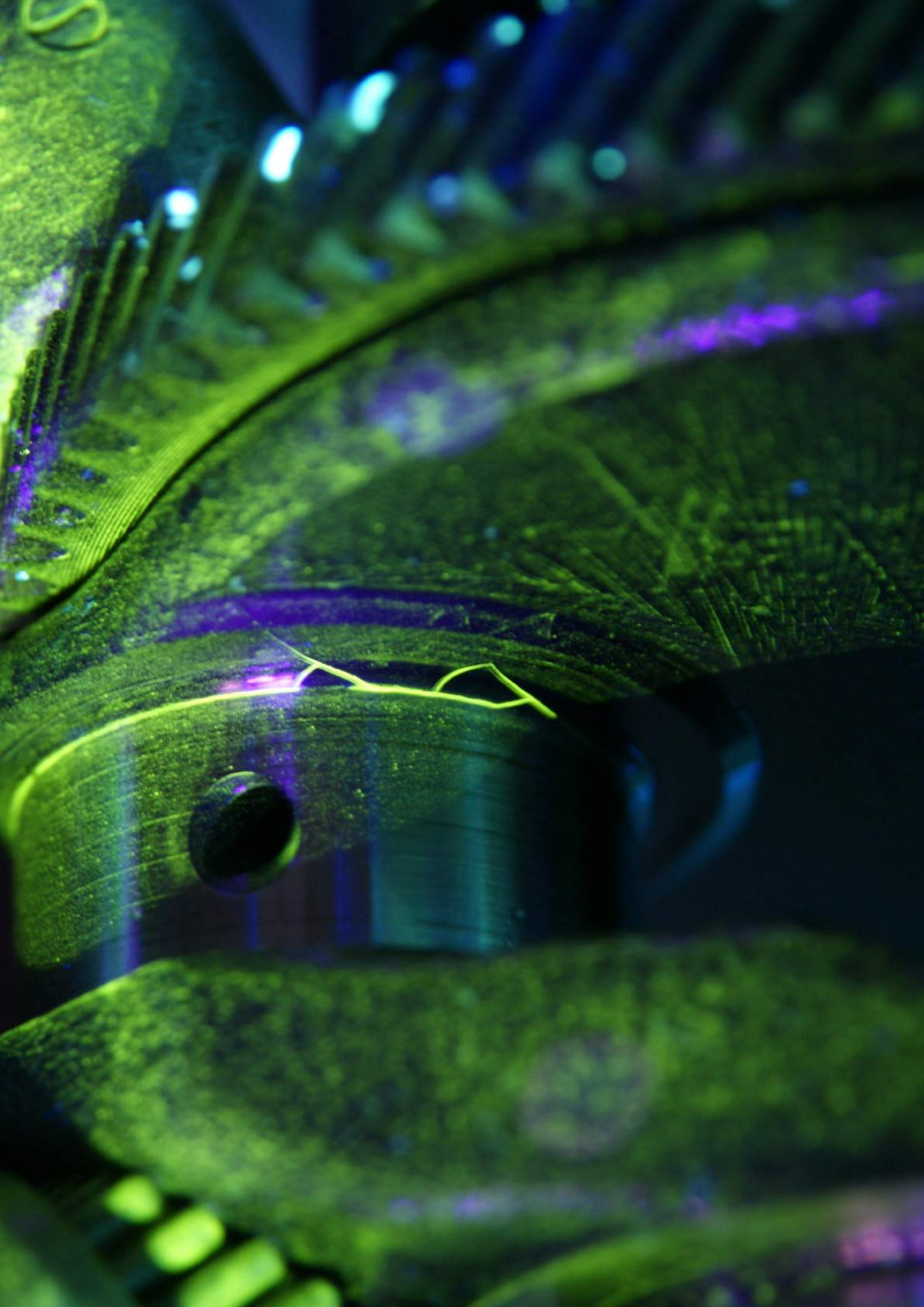
Możliwości badawcze:

- Wykrywanie wad struktury wewnętrznej oraz określenia ich położenia, konfiguracji i wielkości. Są to: pęknięcia, pęcherze, wtrącenia oraz szereg innych nieciągłości w metalowych, niemetalowych i kompozytowych materiałach, spoinach.
- Do pomiarów grubości materiału, badania miejsc odległych, niewidocznych powierzchni, przekrojów, określenie pewnych własności materiału.

Wyposażenie:

- Defektoskop GE Inspection Technologies Phasor XS z Phased Array.
- Specjalistyczne głowice i wzorce.







RENTGENOWSKA TOMOGRAFIA KOMPUTEROWA (RT), (CT)

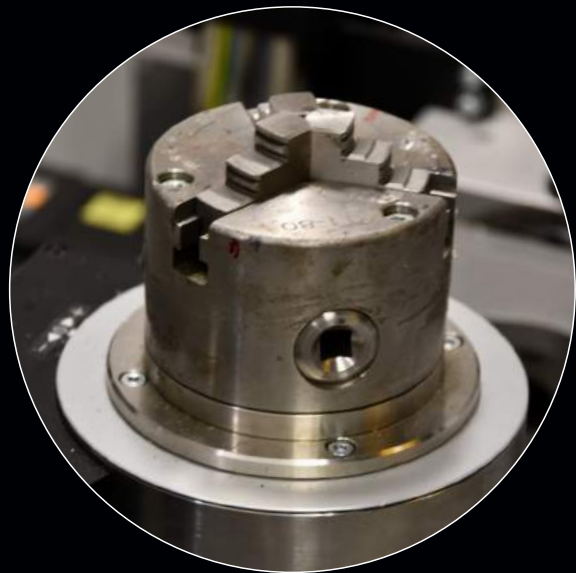
Możliwości badawcze:

- Głównie do wykrywania wad struktury wewnętrznej w dowolnych materiałach.
- Badania objętościowe obiektów.
- Wymiarowanie elementów wewnętrznych.
- Badania poprawności montażu.
- Badania spoin.

LAMPA RENTGENOWSKA 240 KV / 320 W

Zakres:

- Wykrywalność szczegółów: 1 μm .
- Maks. rozdzielczość: 2 μm .
- Maks. wielkość obiektu (wysokość x średnica): 410 mm x 300 mm.
- Maks. waga obiektu: 10 kg.



BADANIA DYFRAKCYJNE

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa dysponuje infrastrukturą badawczą w zakresie dyfrakcji rentgenowskiej, która specjalizuje się w wykorzystaniu zjawiska dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego do pomiaru naprężeń, tekstury oraz pomiaru składu fazowego. Pomiaru wykonywane są zarówno na próbkach o zadanych parametrach, jak i na realnych elementach konstrukcji, takich jak zawory silników, łopatki turbin czy koła zębate; zarówno na elementach wyprodukowanych tradycyjnymi metodami, jak i dla elementów drukowanych. Wdrożenie metody elektropolerowania pozwala na określenie wyżej wymienionych parametrów w głąb, zaś bogate wyposażenie laboratorium umożliwia realizację pomiarów dla skomplikowanych geometrii oraz złożonych zagadnień.

DYFRAKTOMETR RENTGENOWSKI EMPYREAN PANALYTICAL

Możliwości badawcze:

- Ilościowe i jakościowe badanie składu fazowego, monitorowanie stopnia zanieczyszczenia materiału.
- Pomiar i analiza tekstury krystalograficznej.
- Pomiar i analiza poziomych naprężeń resztkowych na powierzchni oraz określanie gradientu naprężeń w głąb próbki / elementu.
- Pomiar wielkości ziarna oraz mikronaprężeń.
- Pomiar dla cienkich warstw o zadanej grubości.
- Analiza wielkości cząstek i porów (zastosowanie metody niskiego kąta).
- Określanie grubości warstw oraz chropowatości (reflektometria rentgenowska).

Lampy rentgenowskie:

- Cu - identyfikacja fazowa, analiza ilościowa, dyfrakcja wysokorozdzielcza.
- Mn - analiza naprężeń resztkowych dla stali austenitycznych, stopów niklu, miedzi i kobaltu.
- Cr - analiza naprężeń resztkowych dla stali, stopów aluminium, materiałów o znacznych rozmiarach komórki elementarnej.

Detektory:

- Detektor proporcjonalny – dokładniejszy, składający się z cylindrycznej komory wypełnionej mieszaniną ksenonu z metanem.
- PIXcel 1D – szybszy, system detekcji promieniowania rentgenowskiego zaprojektowany w oparciu o technologię półprzewodnikową Medipix3.

Akcesoria umożliwiające pomiar naprężeń, tekstury oraz analizę fazową próbek o nieregularnych kształtach, w tym elementów drukowanych:

- Zwierciadło wiązki równoległej dla promieniowania lamp Cu i Cr.
- Soczewki wiązki równoległej – skupianie całej mocy wiązki rentgenowskiej w określonym punkcie bez utraty natężenia przy równoczesnym formowaniu wiązki quasi-równoległej.
- Stolik 5-osiowy – zautomatyzowany obrót wokół dwóch osi (χ, φ) oraz ruch w trzech kierunkach (x, y, z).

DYFRAKTOMETR PRZENOŚNY XSTRESS 3000 G2R (STRESSTECH)

Możliwości badawcze:

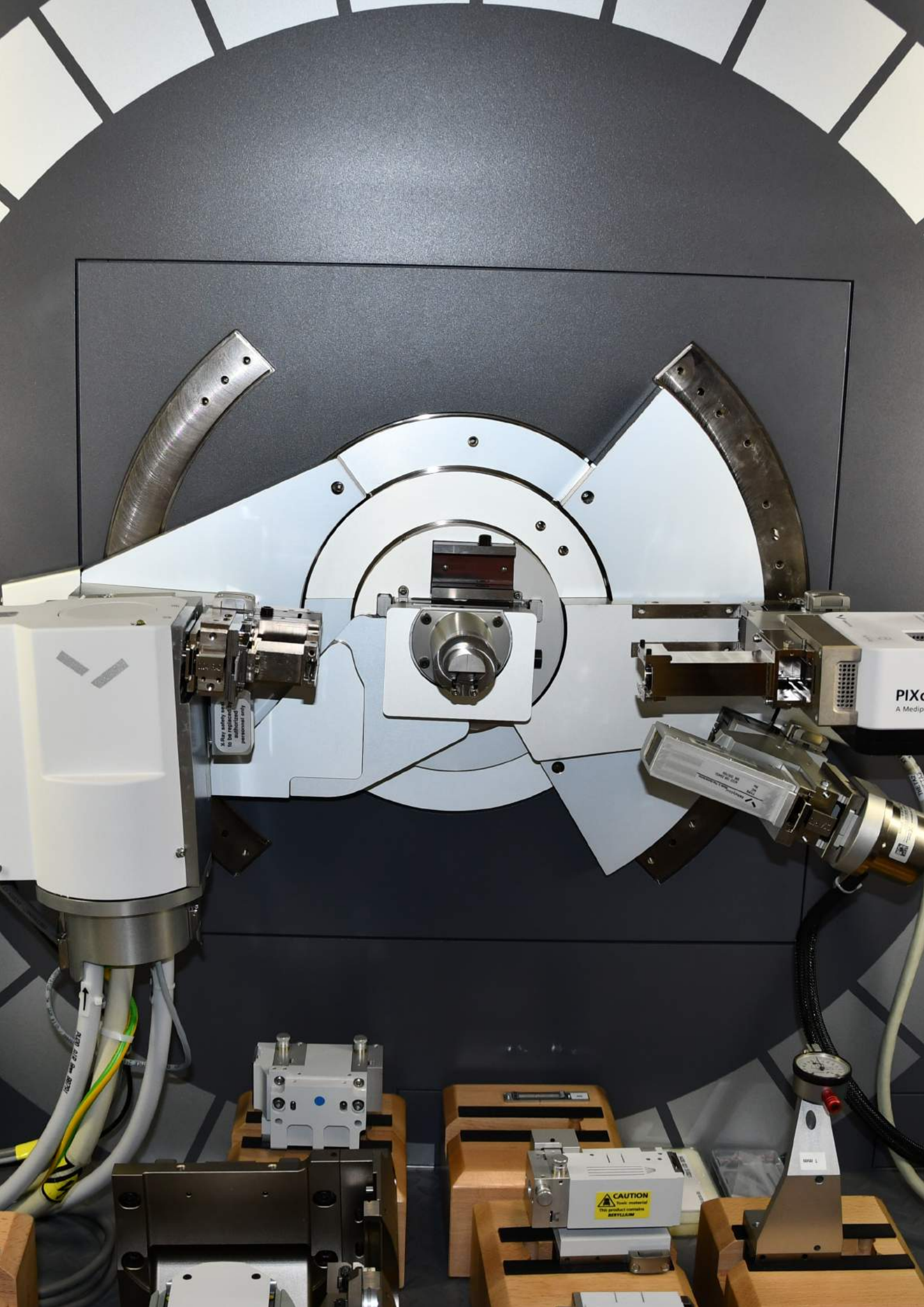
- Szybka analiza naprężeń resztkowych dla próbek o skomplikowanych kształtach i znacznych rozmiarach.
- Urządzenie przenośne – możliwość pomiarów zarówno w laboratorium jak, i w warunkach polowych.
- Możliwy pomiar naprężeń aktualnych, przyłożonych w celu określenia charakterystyki konkretnego materiału.
- Zautomatyzowany stolik X-Y – pomiar rozkładu naprężeń na powierzchni próbki, automatyczny pomiar wielu próbek.
- Kolimatory (rozmiar plamki pomiarowej) – od 0,5 mm do 5 mm.

Lampy rentgenowskie:

- Mn - pomiar naprężeń resztkowych dla stali austenitycznych, stopów niklu, miedzi i kobaltu.
- Cr - szczególnie dedykowana do pomiaru naprężeń resztkowych w stalach ferrytycznych oraz stopach aluminium.
- Ti - analiza naprężeń resztkowych w stopach tytanu.
- V - inne, komplementarne zastosowania.

Detektory:

- Dwa symetrycznie rozmieszczone detektory pozycjoczułe NMOS o zakresie 15°.



For safety, this
to be replaced by
authorized
personnel only

PIXO
A Medip

CAUTION
This product contains
BERYLUM

100 PSI



POMIARY W GŁĄB – ELEKTROPOLEROWANIE

Oprzężenie:

- Przenośne urządzenie do elektropolerowania – Kristall 650.
- Statyw Mitutoyo z płytą granitową oraz cyfrowym głębokościomierzem o rozdzielczości 0,0005 mm.

WALIDACJA I PRÓBKII ODNIESIENIA

- Maszyna do rozciągania przeznaczona do pomiarów walidacyjnych dyfrakcyjnego pomiaru naprężeń.
- Certyfikowane próbki odprężone (Fe-Aust, Al,Ti, Mg, Inconel 718, Cu, Fe-Ferr, Ni).
- Certyfikowana próbka o znanym poziomie naprężeń.
- Standardowe próbki odniesienia (certyfikowane przez National Institute of Standards and Technology, NIST).
- Proszek heksaboru lantanu 660c (wzorzec położenia oraz kształtu linii dyfrakcyjnej).
- Proszek krzemowy 640e (wzorzec położenia oraz kształtu linii dyfrakcyjnej).
- Płytkę z korundu 1976b (wzorzec położenia oraz intensywności linii dyfrakcyjnej).

Przykładowe eksperymenty przeprowadzone w Laboratorium Dyfrakcji Rentgenowskiej:

- Pomiar gradientu naprężeń wokół nitów w blachach wykonanych ze stopu aluminium (w ramach projektu dot. poprawy trwałości zmęczeniowej połączeń nitowych).
- Pomiar naprężeń resztkowych na dnie gwintu śruby wykonanej ze stopu tytanu.
- Pomiar naprężeń resztkowych na próbkach wykonanych z Inconelu 718/stali, dedykowanych do badań zmęczeniowych.
- Pomiar naprężeń resztkowych na dnie wrębu w kole zębatym wykonanym z niskowęglowej stali AMS 6265.
- Badanie wpływu oznakowań wykonanych za pomocą lasera i wibropenu na poziom naprężeń w próbkach wykonanych ze stopu niklu.
- Pomiar naprężeń resztkowych na próbkach przeznaczonych do badania zjawiska zniszczenia erozyjnego dla stali nierdzewnej 17-4PH.
- Pomiar naprężeń resztkowych na kole wykonanym ze stali 13-8PH.
- Analiza fazowa oraz pomiar tekstury dla cienkich warstw wykonanych z kompozytu Ni/SiC.
- Analiza fazowa oraz pomiar naprężeń na próbkach drukowanych wykonanych z Inconelu 718 stopów CoCr oraz SS316L.
- Pomiar rozkładu naprężeń dla elementu "heat shield" wykonanego ze stopu niklu.
- Pomiar składu fazowego dla osadu z silnika lotniczego.
- Pomiar naprężeń w głąb dla zamków łopatek silnika lotniczego wykonanych ze stopu Inconel 718.
- Pomiar naprężeń w pobliżu pęknięć dla łopatek silnika lotniczego wykonanych ze stopu tytanu.
- Pomiar naprężeń na powierzchni zaworów wykonanych ze stali po napawaniu i azotowaniu wraz z uprzednią analizą fazową.
- Pomiar naprężeń wokół połączeń wykonanych metodą RFSSW dla blach ze stopu aluminium 7075.

WYKONAWSTWO PRÓBEK

Poza szerokim zakresem badań materiałowych Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa zapewnia możliwość wykonywania próbek do wszystkich rodzajów oferowanych badań, jak badania wytrzymałościowe (statyczna próba rozciągania, próby pełzania, próby udarowości, stress rupture) czy zmęczeniowe (badania nisko- i wysokocyklowe) oraz obróbkę materiałów metalowych i ciężko obrabialnych, używanych m.in. w silnikach lotniczych, jak stopy niklu czy tytanu. Próbkę wykonywane są w oparciu o normy międzynarodowe (m.in. ASTM) lub zgodnie ze specyfikacją klienta.

Wyposażenie pracowni obróbki skrawaniem:

- Uniwersalna szlifierka CNC do wałków – Studer S33.
- Uniwersalna szlifierka kłowa do wałków i otworów RUP 280.
- Szlifierka na płasko FSG 1640 ADII.
- Tokarki CNC Aviaturn 35.
- Tokarka CNC DMG MORI NLX 2000.
- Frezarka CNC FNE 40.
- Drażarka drutowa Mitsubishi BA8.
- Drażarka drutowa z przystawką do otworów startowych ZAP-BP-09d.
- Automat to szlifowania wzdłużnego.
- Sprzęt do kontroli wymiarów i powierzchni.

Certyfikaty:

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa posiada kwalifikacje General Electric Aviation do wykonywania próbek do badań monotonicznych (pełzanie, statyczna próba rozciągania) oraz zmęczeniowych (nisko- i wysokocyklowych) zgodnie z wymogami S-400.

UNIWERSALNA SZLIFIERKA CNC DO WAŁKÓW - STUDER S33

Zakres:

- Szlifierka CNC do szlifowania zewnętrznych powierzchni cylindrycznych (wałków).
- Możliwość szlifowania gwintów i konturów.
- Zintegrowane obciążanie ściernicy.
- Możliwość programowania zewnętrznego (CAD/CAM system Mastercam).
- Wznios kłów: 175 mm (6.9").
- Odległość między kłami: 650 mm (25.5").
- Maks. ciężar przedmiotu: 80 kg (176 lb).
- Osiągana kołowość: 0,0004 mm (0.000016").
- Min. inkrement: 0,0001 mm (0.000004").
- Zakres obrotów: 1-1000 min⁻¹.



STUDER

UNITED GRINDING

UNIWERSALNA SZLIFIERKA DO WAŁÓW I OTWORÓW RUP-280

Zakres:

- Maks. średnica szlifowania zewnętrznego: 280 mm.
- Maks. długość szlifowania zewnętrznego: 500 mm.
- Maks. średnica szlifowania wewnętrznego: 200 mm.
- Maks. długość szlifowanego otworu: 120 mm.
- Maks. masa przedmiotu w kłach: 125 kg.
- Maks. masa przedmiotu w uchwycie: 20 kg.

FSG 1640 ADII - SZLIFIERKA NA PŁASKO

Zakres:

- Półautomatyczna.
- Wielkość stołu: 400 mm x 1000 mm (15,7" x 39,3").
- Maks. długość szlifowania 1015 mm (40").
- Maks. szerokość szlifowania: 405 mm (16").

TOKARKA CNC AVIATURN 35

Zakres:

- Max. średnica toczenia: 220 mm (8,5").
- Max. długość toczenia: 380 mm (14,5").
- Max obroty wrzeciona 5000 obr/min.
- Ilość narzędzi w głowicy: 12.
- Możliwość programowania zewnętrznego (CAD/CAM system Mastercam).

TOKARKA CNC DMG MORI NLX 2000

Zakres:

- Maks. średnica toczenia: 220 mm (8,5").
- Maks. długość toczenia: 430 mm (16,5").
- Maks. obroty wrzeciona: 5000 obr/min.
- Maks. obroty narzędzi napędzanych: 5000 min⁻¹.
- Ilość narzędzi w głowicy: 12.
- Narzędzia oraz korpus chłodzony cieczą.
- Możliwość programowania zewnętrznego (CAD/CAM system Mastercam).
- Wyjątkowa sztywność.
- Wysoka precyzja.
- Napędzane narzędzia (możliwość frezowania).

FNE-40 FREZARKA CNC

Zakres:

- CNC 3 osiowa.
- Sterownik Heidenhain.
- Wrzeciono: pionowe i poziome.
- Stół 400mmx800mm (15,7"x 30,4").
- Max. obciążenie stołu: 400 kg.
- Przejazdy: X=620mm (24,4"); Y=420mm(16,5"); Z=400mm(15,7").
- Możliwość programowania zewnętrznego (CAD/CAM system Mastercam).



DRAŻARKA DRUTOWA EDM BA8

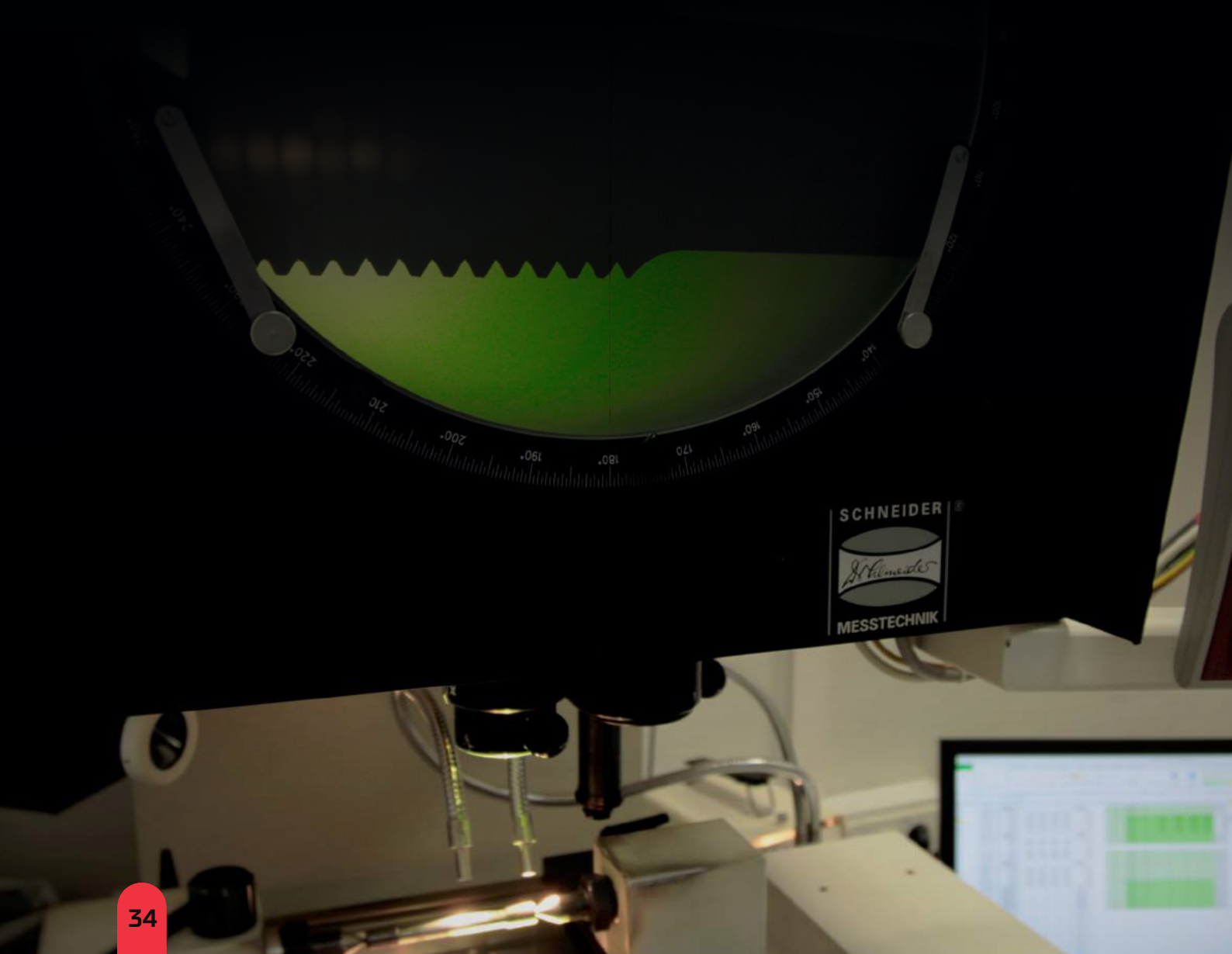
Zakres:

- Maks. wymiar obrabianego detalu 320 mm x 250 mm x 170mm (12,5" x 9,8" x 6,7").
- Maks. ciężar obrabianego detalu 280 kg (617 lb).
- 5-osiowa.
- Automatyczne nawlekanie drutu o średnicy 0,1 – 0,3 mm (0.04 – 0.1").
- V-350 szybki generator.
- 64 bit CNC-PC-sterownik.
- 10 kg (22 lb) – szpule z drutem.
- Automatyczne centrowanie w otworze.

DRAŻARKA DRUTOWA EDM BP-09d

Zakres:

- Maks. wymiary obrabianego detalu: 300 mm x 180 mm x 180 mm (11.8" x 7" x 7").
- Maks. ciężar obrabianego detalu: 100 kg (220 lb).
- 2-osiowa.
- Średnica drutu: 0,25 mm (0.01").
- Poręczna maszyna do prostych cięć.



URZĄDZENIE DO SZLIFOWANIA WZDŁUŻNEGO próbek CNC

Zakres:

- W pełni automatyczne urządzenie.
- Maks. wymiary próbki: D = 20 mm (0.8"), L = 200 mm (7.8").
- Różne prędkości przesuwu osiowego.
- Regulowana siła docisku.
- Urządzenie spełnia wymagania normy S-400.

PIŁA TAŚMOWA PTS400

Zakres:

- Półautomatyczna piła taśmowa.
- Maks. wymiary cięcia: 400 mm x 400 mm lub D = 400 mm (15,7").
- Możliwość użycia różnych taśm w zależności od ciętego materiału.
- Regulacja prędkości cięcia i posuwu.
- Maks. ciężar ciętego materiału: 10 Kn.

PRZYKŁADY SPRZĘTU POMIAROWEGO

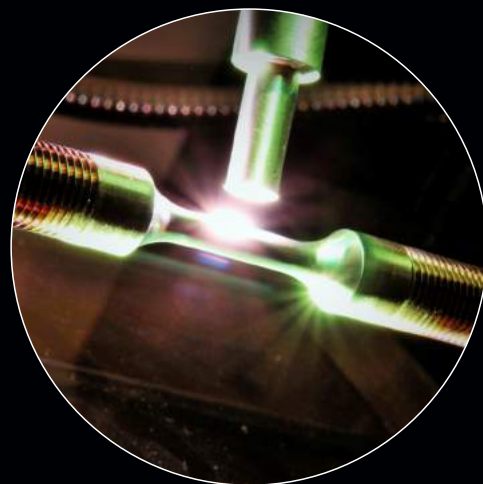
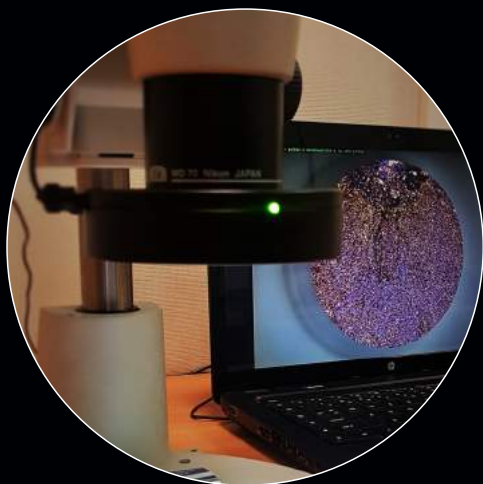
- Mikrometry do pomiaru średnicy zewnętrznej podczas wykonawstwa i kontroli końcowej.
- Projektor pomiarowy Innovatest IN-PJ 30A do pomiarów bezdotkowych, np. kontrola próbek HCF podczas szlifowania wzdłużnego i po zakończeniu procesu.
- Powiększenie: 20 x i 50 x.

KONTROLA WYMIARÓW I KSZTAŁTU

- Projektor ST-360 V Dr. Schneider do pomiarów bezdotkowych. Zakres powiększenia od 10 – 50 x.

KONTROLA CHROPOWATOŚCI I STRUKTURY POWIERZCHNI

- Mikroskop stereoskopowy Nikon SMZ800. Powiększenie w zakresie 10-63 x.



BADANIA ELEMENTÓW KONSTRUKCJI

W ramach Laboratorium Badań Konstrukcji, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa prowadzi kompleksowe badania wytrzymałościowe, statyczne i zmęczeniowe, w tym próby statyczne i zmęczeniowe kompletnych konstrukcji lub ich elementów, próby funkcjonalne konstrukcji nieobciążonych i pod obciążeniem, z pomiarem sił i odkształceń oraz badania sztywności konstrukcji.

Certyfikaty:

- Akredytacja AB 792 – PN-EN ISO/IEC 17025:2018.
- Certyfikacja testów mechanicznych Pratt & Whitney.

KOMPLEKSOWE WYTRZYMAŁOŚCIOWE BADANIA STATYCZNE I ZMĘCZENIOWE

- Próby statyczne i zmęczeniowe kompletnych konstrukcji lub ich elementów.
- Próby funkcjonalne konstrukcji nieobciążonych i pod obciążeniem, z pomiarem sił i odkształceń.
- Badania sztywności konstrukcji.
- Statyczne i quasi-statyczne próby wałów silników lotniczych lub innych obiektów osiowosymetrycznych (jednoczesne rozciąganie i skręcanie), także w podwyższonej temperaturze.
- Badania struktur kompozytowych.

Zakres badań:

Laboratorium Badań Konstrukcji jest technicznie przygotowane do realizacji złożonych prób dużych struktur mechanicznych m.in. dla przemysłu lotniczego, maszynowego, samochodowego czy maszyn budowlanych.

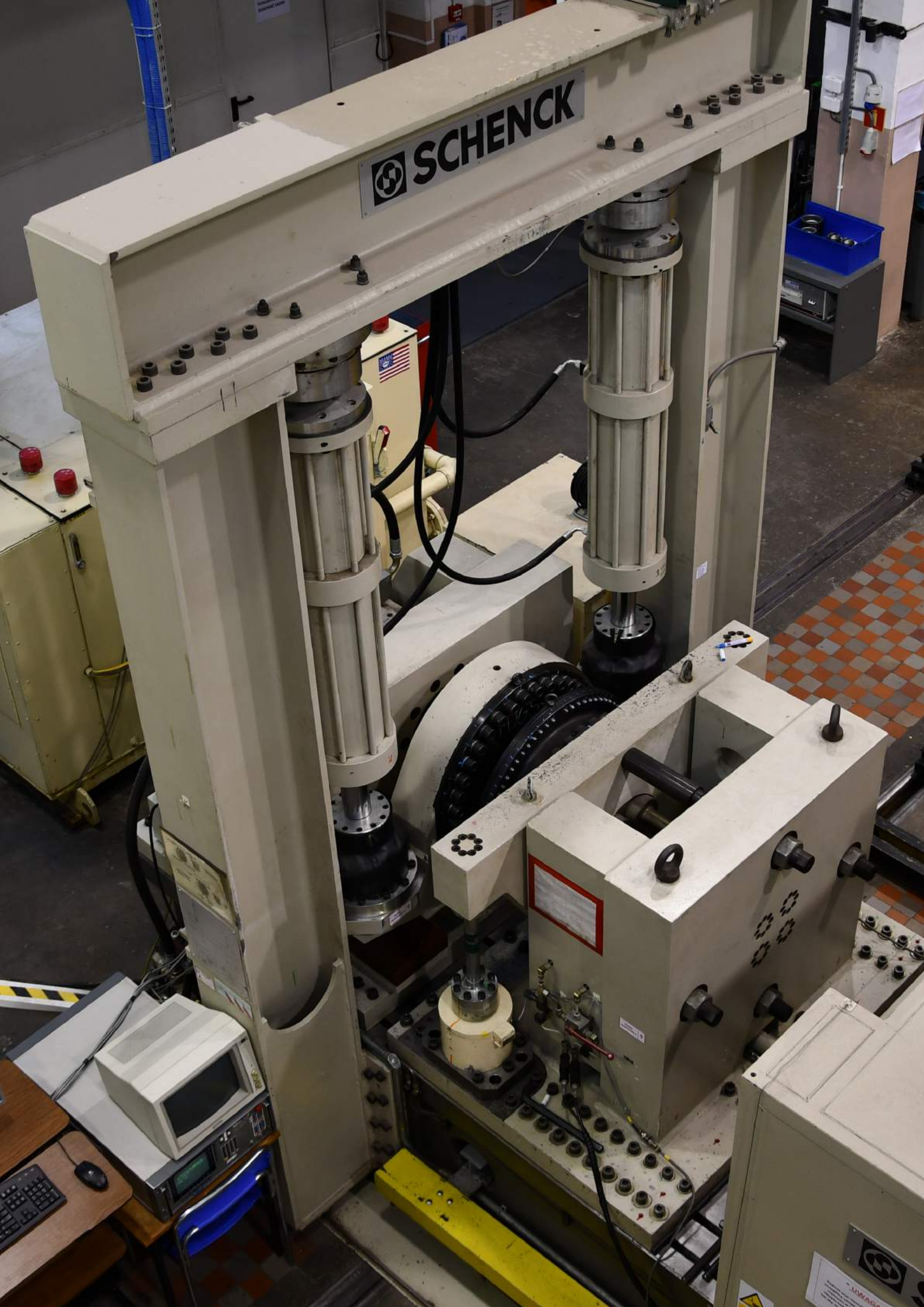
Modułowość używanych systemów badawczych oraz możliwości konstruowania i budowy stanowisk badawczych dostosowanych do specyfiki badanych obiektów, pozwalają na realizację szerokiej gamy różnych rodzajów prób wytrzymałościowych (także w podwyższonych temperaturach).

Laboratorium oferuje usługi badawcze według programu dostarczonego przez klienta oraz kompleksowe usługi badawcze zawierające:

- Opracowanie programu badań zawierającego zdefiniowane:
 - Cele badań.
 - Obiekty badań.
 - Obciążenia co do miejsca przyłożenia, wartości, częstotliwości i liczby cykli, rozmieszczenie i program wzorcowania punktów pomiarowych.
 - Sposoby kontroli obciążeń.
 - Rodzaje, metody i częstotliwość przeglądów.
 - Sposoby opracowania i przedstawienia wyników badań.



 **SCHENCK**



- Opracowanie dokumentacji i wykonanie stanowiska do próby.
- Montaż i instalacja stanowiska i obiektu badań.
- Wzorcowanie punktów pomiarowych.
- Wykonanie badań.
- Opracowanie i przedstawienie wyników badań.
- Analiza wyników badań.

Podstawowe wyposażenie badawcze:

- Hala badawcza wyposażona w podłogę siłową (40 m x 10 m).
- Cztery ramy wytrzymałościowe do badania elementów konstrukcji.
- Elektro-hydrauliczna maszyna wysokich obciążeń (do jednoczesnego skręcania i rozciągania wałów silników odrzutowych lub innych obiektów osiowosymetrycznych).
- Sterowniki elektrohydrauliczne:
 - 8-kanałowy MTS FlexTest 60 Controller,
 - 2-kanałowy MTS FlexTest 40 Controller,
 - 1-kanałowe MTS FlexTest i MTS 407 Controllers.
- Kilkadziesiąt siłowników hydraulicznych o zakresach od 10 kN do 200 kN.
- Przetworniki siły o zakresach od 2 kN do 450 kN.
- Przetworniki przemieszczeń o zakresach od 0,1 mm do 1000 mm.
- Systemy pomiarowo rejestracyjne.
- Piece oporowe oraz komory klimatyczne wraz ze sterownikami do prób w podwyższonych lub niskich temperaturach.

TECHNIKI I WYPOSAŻENIE POMIAROWE:

Podstawowymi technikami pomiarowymi stosowanymi w laboratorium są:

- Techniki pomiaru sił.
- Technika tensometrii.
- Techniki pomiaru przemieszczeń.

Służą one do ilościowego określania skutków działania obciążeń przykładanych do badanych obiektów. Wszystkie pomiary wykonywane podczas procesu badawczego są odniesione do krajowego systemu wzorców oraz określana jest ich niepewność.

LABORATORIUM W ZAKRESIE TENSOMETRII OPOROWEJ REALIZUJE:

- Przygotowanie tensometrycznych punktów pomiarowych w różnych wymaganych konfiguracjach.
- Wykonywanie pomiarów.
- Przetwarzanie uzyskanych wyników.

Do zbierania i rejestracji danych pomiarowych w laboratorium stosowane są skomputeryzowane systemy pomiarowo-rejestracyjne z możliwością podłączenia przetworników siły, przemieszczeń, tensometrów oporowych, termopar. Maksymalna liczba kanałów pomiarowych: 250.

BADANIA DRGAŃ I BADANIA AKUSTYCZNE

Laboratorium Badania Drgań działające w ramach Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Lotnictwa wykonuje badania rezonansowe statków powietrznych i innych obiektów, również spoza branży lotniczej, których celem jest wyznaczenie właściwości dynamicznych badanej konstrukcji lub jej elementów.

Ponadto, dla statków powietrznych, na podstawie wyników prób rezonansowych, prowadzone są analizy numeryczne z zakresu aeroelastyczności pozwalające wyznaczyć prędkości i postaci flatteru, co wymagane jest przez przepisy lotnicze.

Laboratorium wykonuje również badania drgań, badania akustyczne oraz pomiary innych wielkości i parametrów charakteryzujących pracę i umożliwiającą diagnozowanie stanu maszyny, urządzenia, pojazdu czy statku powietrznego w warunkach ich eksploatacji.

Laboratorium wykonuje prace zlecane przez klientów zewnętrznych, jak i własne prace badawcze oraz realizowane w ramach projektów prowadzonych w Instytucie.

Wszystkie elementy wyposażenia laboratorium są przenośne, dlatego możliwe jest wykonanie badań, w miejscu uzgodnionym z klientem.

BADANIA WŁAŚCIWOŚCI AEROELASTYCZNYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa posiada ponad 40-letnie doświadczenie w zakresie badań rezonansowych statków powietrznych, mając na koncie przebadanych kilkadziesiąt typów samolotów, szybowców oraz śmigłowców, a także ich podzespołów wytwarzanych przez krajowy i zagraniczny przemysł lotniczy. W laboratorium prowadzone są również analizy dynamiczne i aeroelastyczne, w tym analizy flatteru zgodnie z wymaganiami przepisów lotniczych. Danymi do tych analiz są wyniki badań rezonansowych lub wyniki obliczeń uzyskanych przy użyciu metody elementów skończonych (MES). Wyniki prób i analiz prowadzonych w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucie Lotnictwa uznawane są zarówno przez polskie, jak i zagraniczne organy nadzoru lotniczego.

Zakres badań:

- Próby rezonansowe statków powietrznych.
- Wyznaczanie prędkości i postaci flatteru na podstawie wyników prób rezonansowych.
- Obliczenia drgań własnych i flatteru przy użyciu metody elementów skończonych (MES).
- Przygotowanie programu prób flatterowych w locie.
- Wsparcie prób flatterowych w locie.
- Wsparcie certyfikacji samolotów nowych lub modyfikowanych.

Oprogramowanie:

- MSC.Nastran.
- JG2 (IPPT PAN).
- ZAERO (ZONA Technologies Inc.).
- SAF (Subsonic Aerodynamic Flutter).
- MSC.Patran, Siemens FEMAP.



SPECJAL

SP

SP

E04

BADANIA WŁAŚCIWOŚCI DRGANIOWYCH

Laboratorium Badania Drgań nie tylko wykonuje badania drgań i próby rezonansowe konstrukcji, urządzeń i ich elementów z branży lotniczej, ale również z innych dziedzin techniki, np. motoryzacji, energetyki, kolejnictwa czy branży kosmicznej. Pomiary realizowane są za pomocą wielokanałowego systemu akwizycji danych z użyciem czujników przyspieszeń. Badania wykonywane są w warunkach pracy urządzenia lub po wzbudzeniu drgań obiektu siłą sinusoidalnie zmienną, siłą o przebiegu losowym lub impulsem siły.

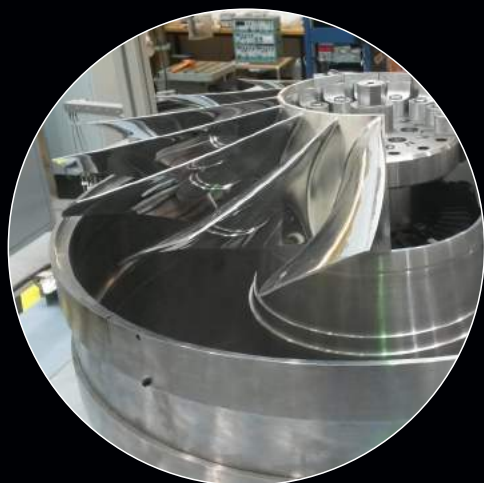
Badane są zarówno małe obiekty, jak np. łopatki sprężarek osiowych, jak i duże obiekty jakimi są lądowiska wyniesione, w przypadku których badane są właściwości dynamiczne konstrukcji, a także oddziaływanie lądujących śmigłowców na budynek, jego wyposażenie i przebywających w nim ludzi.

Zakres usług:

- Pomiary i analiza drgań.
- Badania rezonansowe konstrukcji – pomiar parametrów modalnych: częstotliwość, masa uogólniona, tłumienie, postać drgań własnych.
- Badania odpowiedzi obiektu na wzbudzenie impulsem siły.
- Badania odpowiedzi obiektu na wzbudzenie sygnałem losowym (szumem).
- Badania drgań obiektu na stole wibracyjnym.
- Obliczenia i weryfikacja właściwości drganiowych konstrukcji.

Wyposażenie:

- Wielokanałowe analizatory i rejestratory (łącznie do 256 kanałów, próbkowanie do 204 kHz).
- Wibrometr laserowy Polytec PSV 500 3D (bezdotykowy pomiar drgań).
- Czujniki przyspieszeń: (masa: 0,3–210 gramów; zakres częstotliwości: od 0,5 Hz do 40 000 Hz; zakres mierzonych przyspieszeń: 0,001 g do 1000 g).
- Młotki modalne (od 4,8 grama: 222 N, do 5,5 kg: 22 kN).
- Wzbudniki elektrodynamiczne (maksymalna siła: 1600 N).







HEMS



www.lpr.com.pl

LOTNICZE POGOTOWIE RATUNKOWE

BADANIA AKUSTYCZNE

Laboratorium Badania Drgań zajmuje się także pomiarami z zakresu akustyki. W szczególności stosowana jest metoda lokalizacji źródeł dźwięku za pomocą tzw. kamery akustycznej. Zakres oferty badań akustycznych obejmuje ponadto metodę wyznaczania poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów natężenia dźwięku wg norm ISO 9614-1 oraz ISO 9614-2, a także wyznaczanie poziomów dźwięku i zawodowej ekspozycji na hałas w środowisku pracy przez pomiar poziomu ciśnienia akustycznego wg normy PN-EN ISO 9612.

Zakres badań:

- Lokalizacja źródeł dźwięku.
- Wyznaczanie poziomu mocy akustycznej.
- Pomiary natężenia dźwięku.
- Pomiary poziomu ciśnienia akustycznego.

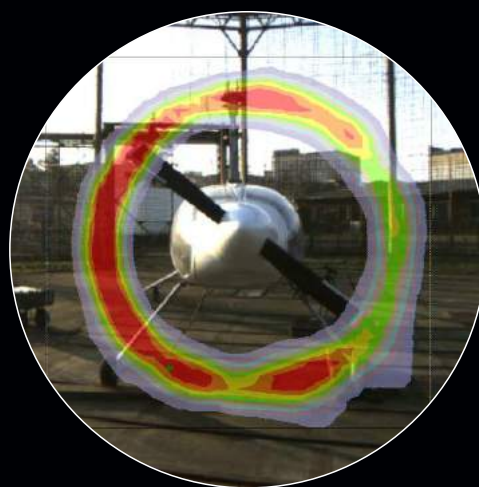
Wyposażenie:

- Kamera akustyczna MicrodB HDCamV2 (36 mikrofonów).
- Sonda natężeniowa G.R.A.S. 50AI-L.
- Mikrofon powierzchniowy G.R.A.S. 40LS (grubość 2,5 mm).
- Mikrofony pola swobodnego 1" PCB 377 B02.
- Przenośny analizator dźwięku i drgań SVAN 912AE.

BADANIA EKSPLOATACYJNE

Oferta badawcza Laboratorium obejmuje również pomiary drgań eksploatacyjnych maszyn, urządzeń czy pojazdów w warunkach ich pracy. Stosowany w tym celu system akwizycji danych umożliwia pomiar drgań w wielu punktach (do 256 kanałów) przy pomocy odpowiednich czujników a także pomiar i rejestrację innych wielkości fizycznych potrzebnych do monitorowania pracy i oceny stanu badanego urządzenia. Dostępne są wejścia dla czujników napięciowych (+/- 10V), ICP/IEPE oraz mostków tensometrycznych (1/4-, 1/2-, i pełny mostek).

Wysoka częstotliwość próbkowania systemu pomiarowego (do 204 kHz) umożliwia realizację badań zjawisk szybkozmiennych, jak na przykład zderzenia z badaną strukturą obiektów wystrzelonych z działa pneumatycznego, czy też stanów przejściowych jak rozruch czy hamowanie urządzenia.



BADANIA PODWOZI

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa jest wiodącym w Polsce centrum projektowania i badań podwozi lotniczych. Znaczna część podwozi lotniczych samolotów i śmigłowców produkowanych w polskich fabrykach została zaprojektowana oraz przebadana w laboratorium badań podwozi, które oferuje zestaw kompleksowych usług inżynierskich, takich jak: projektowanie, analizy, badania i nadzór nad wykonaniem prototypów.

Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych prowadzi badania podwozi, hamulców i innych konstrukcji w zakresie energochłonności, wytrzymałości statycznej, dynamicznej i zmęczeniowej, charakterystyk dynamicznych, funkcjonalnych oraz odporności na obciążenia udarowe zgodnie z przepisami: FAR, EASA, MIL, AP. Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji o numerze AB-131.

Zakres badawczy (zgodnie z zakresem akredytacji):

- Siła: 0,1 do 400 kN.
- Przesunięcie: 0,05 do 2400 mm.
- Odkształcenia względne: 10 do 15000 μ m/m.
- Prędkość obrotowa: 10 do 20000 obr/min.
- Przyspieszenie: 0 do 200 m/s².
- Ciśnienie: 0 do 60 MPa.
- Temperatura: -40 do 1084 °C.

Metody pomiarowe:

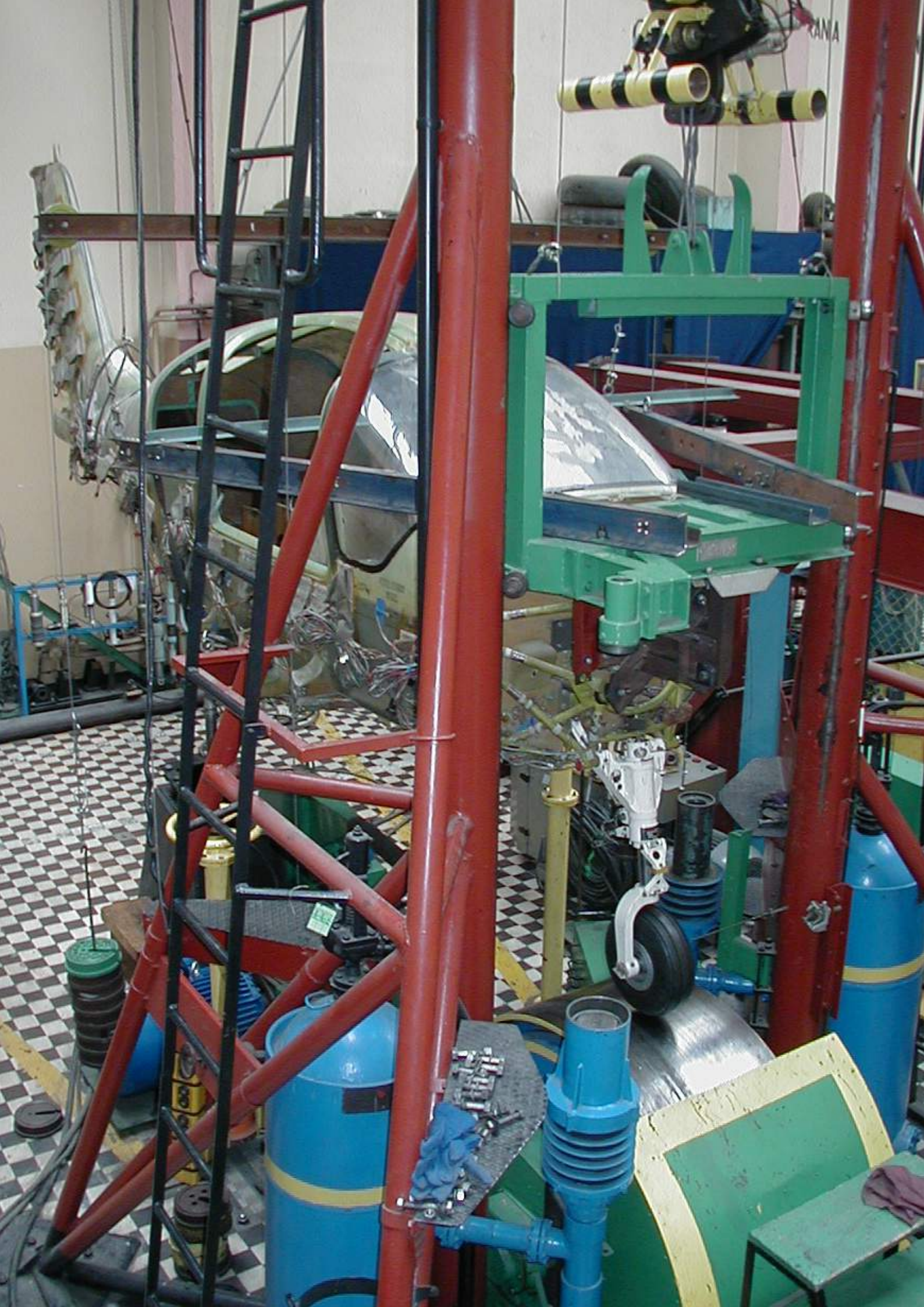
- Pomiary elektryczne wielkości fizycznych.
- Pomiary termowizyjne FLIR SC645.
- Poza akredytacją.
- Pomiary szybko kamerą Phantom VEO 410L (poza akredytacją).

Zakres badań:

- Podwozia lotnicze.
- Hamulce.
- Materiały cierne.
- Amortyzatory.
- Tłumiki.
- Energochłonność.
- Wytrzymałość statyczna i dynamiczna.
- Zmęczenie.
- Charakterystyki dynamiczne i funkcjonalne.
- Odporność na obciążenia udarowe.

Przemysł:

- Lotnictwo, motoryzacja, przemysł ogólny.



STANOWISKO DO ZRZUTÓW MŁOT 3 T Z BIEŻNIĄ

Młot służy do badania amortyzacji podwozi lotniczych w warunkach zbliżonych do warunków lądowania oraz kołowania, badania „shimmy” podwozi, jak również do badania hamulców, kół i ogumienia. Stanowisko umożliwia zadawanie obciążeń dynamicznych w postaci przejazdu przez przeszkodę.

Specyfikacja stanowiska:

- Maksymalna masa obiektu wraz z elementami montażowymi: 3 T (może być rozszerzona do 6,5 T do badań kół).
- Maksymalna siła pionowa przy zrzucie: 118 kN.
- Prędkość maks. obrotowa bieżni: 800 rpm.
- Prędkość maks. obwodowa bieżni: 58,6 m/s.
- Średnica / szerokość bieżni: 1400 mm/530 mm.
- Momenty bezwładności bieżni (regulowane):
 - I1 = 294 kgm².
 - I2 = 550 kgm².
 - I3 = 588 kgm².
 - I4 = 843 kgm².

Charakterystyka badawcza:

- Testy dynamiczne (zrzuty).
- Testy „shimmy”.
- Najazd na przeszkodę.
- Testy hamulców.
- Toczenie kół.

STANOWISKO DO ZRZUTÓW MŁOT 10 T

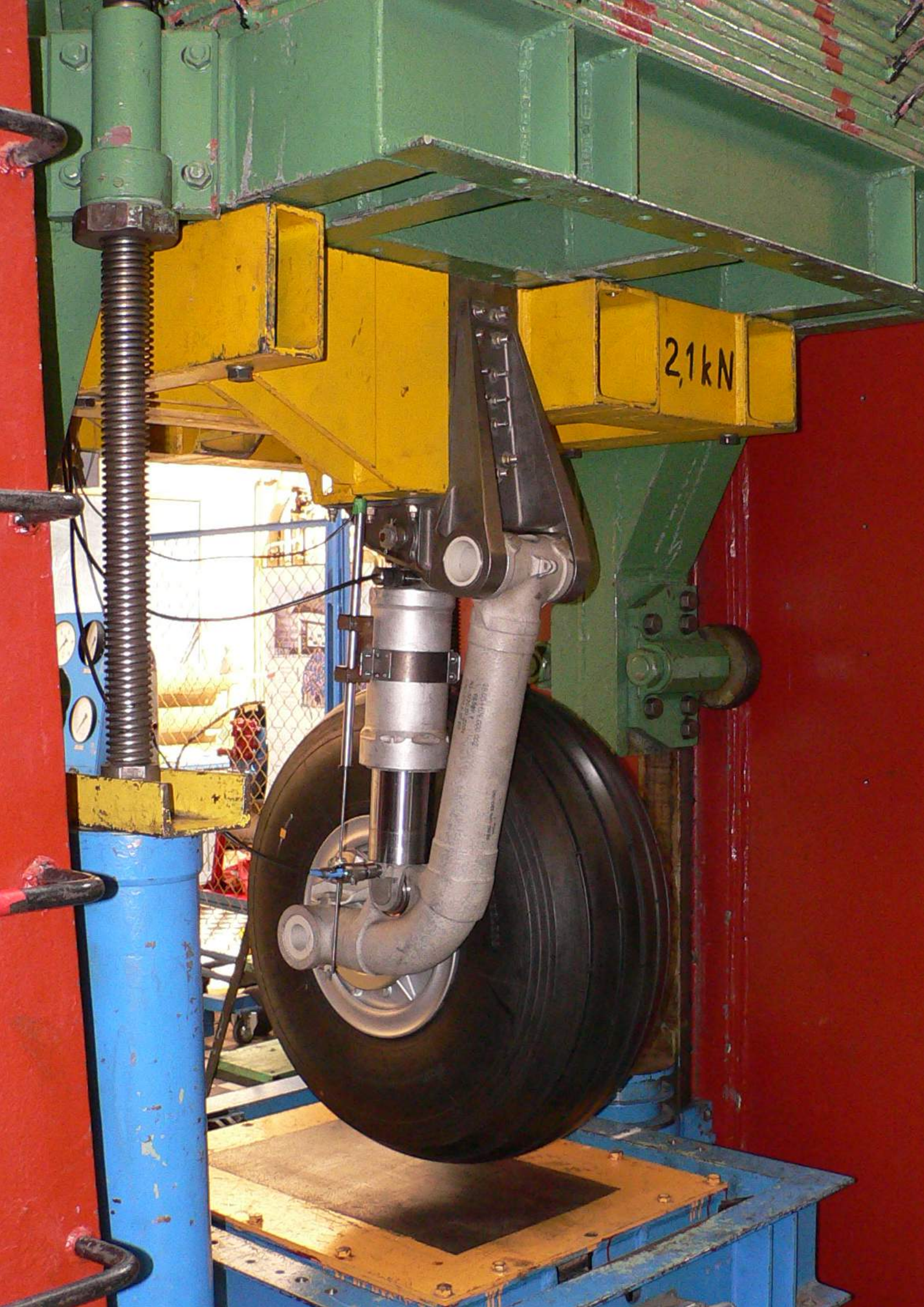
Młot 10 T służy do badania amortyzacji podwozi lotniczych w warunkach zbliżonych do warunków lądowania. Możliwe jest także przeprowadzenie prób udarowych np. tłumików, amortyzatorów oraz prób określających zdolność pochłaniania energii (crash).

Specyfikacja stanowiska:

- Maksymalna masa obiektu wraz z elementami montażowymi: 10 T.
- Maksymalne siły przy zrzucie:
 - Siła pionowa 392 kN.
 - Siła pozioma 196 kN.
 - Siła boczna 157 kN.
- Maksymalne ciśnienie odboju (odciążenie): 3 MPa.
- Maksymalna prędkość rozkręcania koła: 111 m/s.
- Maksymalna prędkość opadania: do 8 m/s – zależna od wysokości badanego obiektu.

Charakterystyka badawcza:

- Testy dynamiczne (zrzuty).
- Testy statyczne kół.
- Testy funkcjonalne.



2,1kN

ZAWIESZONYM C



UNIWERSALNE STANOWISKO DO BADAŃ STATYCZNYCH

Stanowisko służy do przeprowadzania badań statycznych, wytrzymałościowych oraz funkcjonalnych elementów konstrukcji oraz całych zespołów. Stanowisko może również służyć jako uniwersalna platforma montażowa ze względu na modułowość zastosowanego osprzętu technologicznego.

Specyfikacja stanowiska:

- Wymiary platformy 6,6 x 2,4 m.
- Maksymalne siły wymuszające ściskające maks. 20 T – 5 linii.
- Maksymalne siły wymuszające rozciągające maks. 20 T – 5 linii.

Charakterystyka badawcza:

- Badania statyczne.
- Badania funkcjonalne.
- Modułowa platforma badawczo-montażowa zapewniająca elastyczność badań.

PRASA 40/20 T

Prasa służy do badania podwozi oraz ich zespołów, tj. kół i amortyzatorów w zakresie prób statycznych i wolnozmiennych oraz umożliwia określenie charakterystyki siła-przemieszczenie w dwuosiowych stanach obciążeń. Sposób zabudowy obiektów na stanowisku, pozwala na wykonanie takich prób również na innych, nie lotniczych, obiektach.

Specyfikacja stanowiska:

- Siła pionowa: do 392 kN.
- Siła pozioma: do 196 kN.
- Przemieszczenie w pionie: 400 mm.
- Prędkość pionowa: do 300 mm/min.
- Prędkość pozioma: do 300 mm/min.
- Wymiary stolika: 800 x 760 mm.
- Odległość pomiędzy stolikiem a suwakiem: 190 do 2000 mm.
- Praca w trybie utrzymania siły, przemieszczenia (ciągły lub skokowy).
- Możliwość zapisu przemieszczenia i sił (oraz do 8 zewnętrznych sygnałów analogowych).

Charakterystyka badawcza:

- Testy statyczne.
- Charakterystyki siła-przemieszczenie.
- Charakterystyki amortyzatorów, tłumików, materiałowe.
- Testy statyczne kół.







STANOWISKO DO BADAŃ MATERIAŁÓW CIERNYCH IL-68

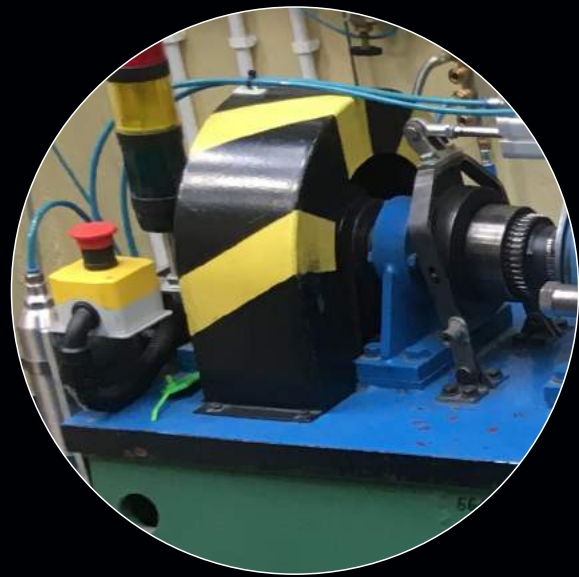
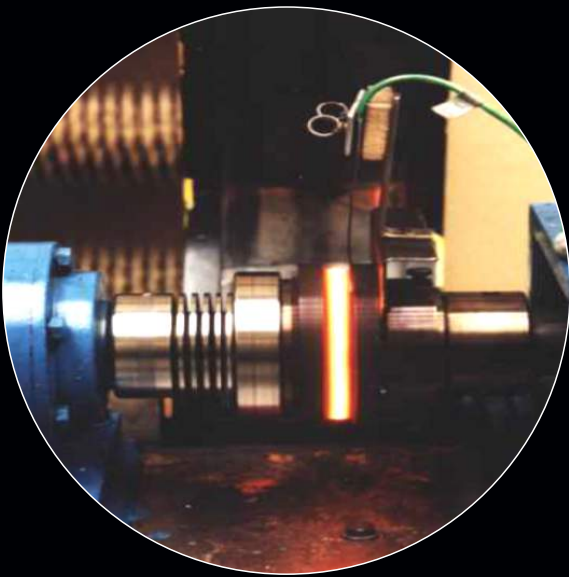
Stanowisko badawcze IL-68 umożliwia odtworzenie zjawisk zachodzących na powierzchni tarcia badanych próbek, a zarazem uzyskiwanie i pomiar szeregu parametrów charakteryzujących warunki pracy hamulca oraz współpracy par ciernych. Możliwe są także badania odporności cieplnej materiałów na klocki hamulcowe oraz innych par ciernych.

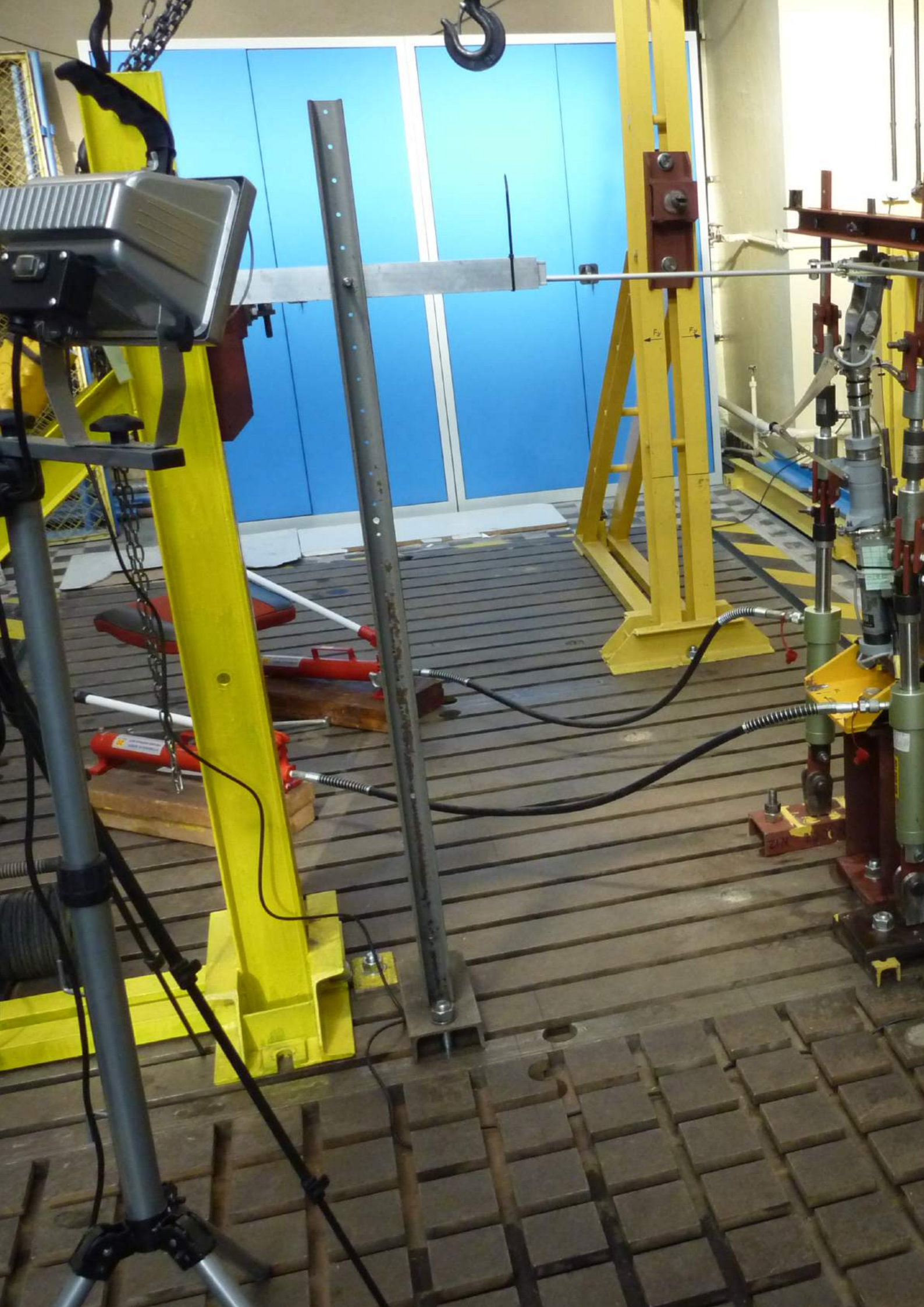
Specyfikacja stanowiska:

- Maksymalna prędkość obrotowa wału napędowego: 9000 rpm.
- Moment bezwładności: od (regulowany) 0,154 do 1,54 kgm² (krok co 0,098 kgm²).
- Maksymalna siła docisku na powierzchni próbek: 5,88 kN.

Charakterystyka badawcza:

- Zużycie materiałów ciernych.
- Parametry pary ciernej:
 - Moment hamowania.
 - Siła hamowania.
 - Temperatura.
- Odporność cieplna materiałów ciernych.





TESTY ZDERZENIOWE

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa posiada w swojej ofercie dwa działa pneumatyczne, które są używane do badań udarnościowych. Działo pneumatyczne służy do badania wytrzymałości elementów konstrukcyjnych w testach zderzeniowych z obiektami przemieszczającymi się względem nich z dużymi prędkościami. Działa umożliwiają miotanie obiektów, najczęściej pocisków żelowych imitujących ptaki, przy wykorzystaniu energii sprężonego powietrza zgromadzonego w zbiornikach ciśnieniowych.







DZIAŁKO PNEUMATYCZNE 200 mm do badań CRASH

Działko służy do badań obiektów w warunkach tzw. crashu czyli badań uderzeniowych przy wysokich prędkościach zderzenia. Podstawowymi typami badanych obiektów są próbki materiałowe oraz konstrukcje lotnicze lub ich fragmenty np. panele podłogowe, wloty silnika.

Specyfikacja stanowiska:

- Prędkość wylotowa: do 200 m/s (dla 0,3 kg masy obiektu).
- Maksymalna średnica badanego obiektu: do 200 mm.
- Maksymalna masa pocisku: 5 kg.
- Zdalne wyzwalanie strzału.
- Kompaktowa konstrukcja umożliwiająca pracę poza laboratorium.
- System zbierania i pomiaru danych.
- Szybka kamera Phantom VEO 410L z funkcją śledzenia (oprogramowanie TEMA Motion).

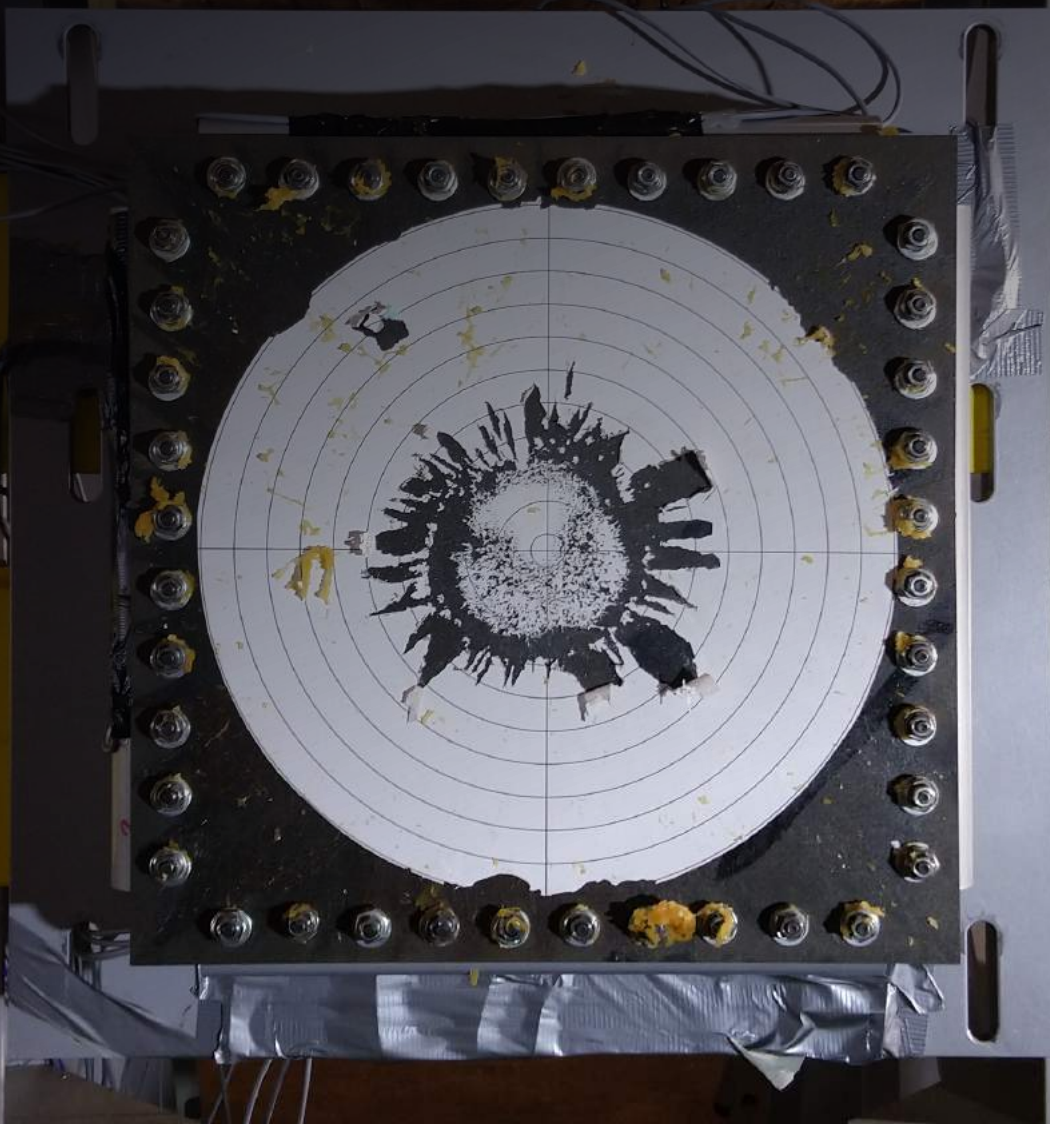
DZIAŁO PNEUMATYCZNE DPZ-250

Parametry urządzenia:

- Maksymalne ciśnienie robocze: 15 bar.
- Średnica wewnętrzna lufy (kaliber): 250 mm.
- Długość lufy: 8 m.
- Maksymalna prędkość miotanego pocisku: 310 m/s (masa pocisku 1 kg).
- Maksymalna masa miotanego pocisku: 15 kg (prędkość 230 m/s).

Zakres usług:

- Pomiar prędkości miotanych pocisków za pomocą bramki optycznej lub szybkiej kamery (dokładność $\pm 3\%$).
- Pomiary tensometryczne z częstotliwością 200 kHz/16 kanałów w układzie ćwierć, pół lub pełnego mostka.
- Pomiary tensometryczne (układ ćwierć, pół lub pełnego mostka) oraz innych wielkości fizycznych np. siły, ciśnienia, przyspieszenia – do 64 kanałów z częstotliwością próbkowania do 200 kHz.
- Przygotowanie pocisków żelatynowych, i nie tylko, o masie: 1 kg, 1,81 kg, 3,63 kg według normy ASTM F330.
- Przygotowanie sabotów.
- Badania nieniszczące.
- MES testów zderzeniowych.
- Możliwość użycia dodatkowych szybkich kamer.



WSPÓŁPRACA

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa ma kilkudziesięcioletnie doświadczenie w realizacji badań komercyjnych i rozwojowych w zakresie badań materiałów oraz wytrzymałości konstrukcji i jej komponentów. Od wielu lat regularnie prowadzona jest współpraca z największymi producentami branży lotniczej i maszynowej zarówno w Europie, jak i poza kontynentem. Strategicznymi klientami Instytutu są m.in. General Electric, Pratt & Whitney (USA, Kanada), Collins Aerospace, GE Avio Aero czy Airbus. Wśród zlecniodawców są także firmy i instytucje z Polski.

Głównymi klientami Instytutu są przedstawiciele przemysłu maszynowego, a w szczególności:

- Przemysłu lotniczego, w tym producenci silników.
- Przemysłu przetwórstwa spożywczego (np. cukrownie).
- Przemysłu motoryzacyjnego.
- Przemysłu chemicznego.
- Kolejnictwa
- Energetyki.

W ramach współpracy międzynarodowej w zakresie badań materiałów i konstrukcji współrealizowanej przez Sieć Badawczą Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa, należy wymienić takie projekty i granty jak:

ESPOSA	TEBUK
EUREKA (IMPERJA)	TURBOREFLEX
TECHMATSTRATEG	INNOLOT



ESPOSA - Wydajne systemy i napęd dla małych samolotów.

Celem projektu było opracowanie nowych technologii dla małych silników turbinowych dla potrzeb lokalnego transportu lotniczego, jak również do zastosowań w lotnictwie ogólnego przeznaczenia, czy w bezpilotowych aparatach latających. Rolą ekspertów Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa w ramach projektu ESPOSA było sprawdzenie zespołu napędowego 169-250 KM na samolocie I-31T, który jest demonstratorem nowej technologii, m.in. w zakresie realizacji prób rezonansowych oraz wykonania analiz aeroelastycznych w celu wyznaczenia krytycznej prędkości flatteru.

TEBUK - Opracowanie technologii badań odporności na uszkodzenia lotniczych i kosmicznych kompozytowych struktur nośnych.

Celem projektu było opracowanie wzorcowej metodyki oceny wpływu uszkodzeń na wytrzymałość i trwałość konstrukcji kompozytowych. Specjaliści Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa uczestniczyli w projekcie m.in. w obszarze badań wytrzymałościowych demonstratora technologii w celu monitorowania stanu odkształceń obiektu poprzez pomiary metodą tensometrii oporowej podczas wielotygodniowych prób konstrukcji lotniczej.

EUREKA – IMPERJA (E3496!) - Poprawa Trwałości Zmęczeniowej Połączeń Nitowych Stosowanych w Konstrukcjach Lotniczych.

Celem projektu było zwiększenie trwałości zmęczeniowej połączeń nitowych, a tym samym osiągnięcie wzrostu żywotności samolotu, mniejszą liczbę kosztownych inspekcji oraz niższe koszty eksploatacji samolotu. Cel ten został osiągnięty poprzez analizę i optymalizację procesu nitowania oraz poprawę metod prognozowania trwałości zmęczeniowej (określenie inicjacji i propagacji pęknięć). Wyniki projektu pozwalają na dokładniejsze oszacowanie trwałości zmęczeniowej i zwiększenie czasu przed remontami (Time Before Overhaul, TBO) dla obecnie eksploatowanych statków powietrznych, a także optymalizację projektu nowych statków powietrznych z punktu widzenia trwałości zmęczeniowej.

TURBOREFLEX - (TURBO-REFLEX, finansowany ze środków Unii Europejskiej, Grant agreement (GA) number: 764545).

Jedną z części projektu (WP 3) było opracowanie i walidacja systemu projektowego oraz ulepszenie przewidywalności awarii elementów instalacji podczas pracy cyklicznej obciążonych termicznie elementów turbiny gazowej (m.in. badania mechaniczne dla różnych stopów metali wykonywanych metodą addytywną, analizy mikrostruktury, SEM i CT).

Konsorcjanci: 26 konsorcjantów z 9 krajów – poza Siecią Badawczą Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa m.in. GE Additive; MAN Energy Solutions; Siemens, Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe, uniwersytety techniczne z różnych krajów.

TECHMATSTRATEG - Opracowanie innowacyjnej technologii wytwarzania złożonych geometrii, cienkościennych komponentów silników lotniczych ze stopów na bazie niklu.

Celem projektu jest wytworzenie złożonej geometrycznie cienkościennej części do silnika lotniczego, wykonanego ze stopu niklu i wdrożenie opracowanej technologii do produkcji. Komponenty, jak i próbki do testów wytwarzane były metodami addytywnymi. Konsorcjanci: Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa, Pratt & Whitney Kalisz, Politechnika Wrocławska.

RASTAS SPEAR - Radiation-Shapes-Thermal Protection Investigations for high Speed Earth Re-entry.

Projekt, realizowany w ramach 7 Programu Ramowego, dotyczył badań nad ponownym wejściem w atmosferę ziemską z dużą prędkością ładowników kosmicznych, powracających z próbkami do analiz pobranymi z innych planet/asteroid (między innymi z Marsa). Z ramienia Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa w projekcie wziął udział Dział Podwozi Lotniczych/Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych, których zadaniem było zidentyfikowanie i przebadanie materiałów pochłaniających energię lądowania kapsuły z próbkami.

KONTAKT

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - INSTYTUT LOTNICTWA

AL. KRAKOWSKA 110/114, 02-256 WARSZAWA

E-MAIL: INFO@ILOT.LUKASIEWICZ.GOV.PL

TEL.: (+48) 22 846 00 11 | WWW.ILOT.LUKASIEWICZ.GOV.PL





Łukasiewicz

Institut
Lotnictwa