



## Zespół

### Pracownicy naukowo-dydaktyczni:

Prof. Aleksandra Czyska-Filemonowicz - kierownik  
Dr hab. inż. Adam Kruk - zastępca kierownika  
Dr inż. Grzegorz Cempura  
Mgr inż. Joanna Karbowniczek  
Dr inż. Oleksandr Kryshtal  
Dr inż. Grzegorz Michta  
Dr inż. Bogdan Rutkowski  
Dr inż. Urszula Stachewicz  
Dr inż. Kinga Zawadzka  
Dr inż. Maciej Ziętała  
oraz  
Dr hab. inż. Władysław Osuch, prof. AGH  
Prof. Philippe Buffat - profesor wizytujący  
Prof. Franco Rustichelli - profesor wizytujący

### Pracownicy techniczni:

Mgr inż. Adam Gruszczyński  
Krystyna Płońska-Niżnik

### Administracja:

Mgr inż. Katarzyna Kurek

### Doktoranci:

Mgr inż. Krzysztof Cieszyński  
Mgr inż. Oskar Dziuba  
Mgr inż. Joanna Karbowniczek  
Mgr inż. Sebastian Lech  
Dipl. Ing. Jennifer Lopez Barrilao (FZJ)

Międzynarodowe Centrum Mikroskopii Elektronowej dla Inżynierii Materiałowej (IC-EM) jest jednostką pozawydziałową AGH działającą we współpracy z partnerami zagranicznymi. Jednostką wiodącą Centrum jest Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej AGH, zaś wiodącym partnerem zagranicznym jest Forschungszentrum Jülich (FZJ). Kierownikiem IC-EM jest Pani Prof. dr hab. inż. Aleksandra Czyska-Filemonowicz.



## Podpisanie porozumienia

o współpracy Międzynarodowego Centrum Mikroskopii Elektronowej dla Inżynierii Materiałowej z Forschungszentrum Jülich

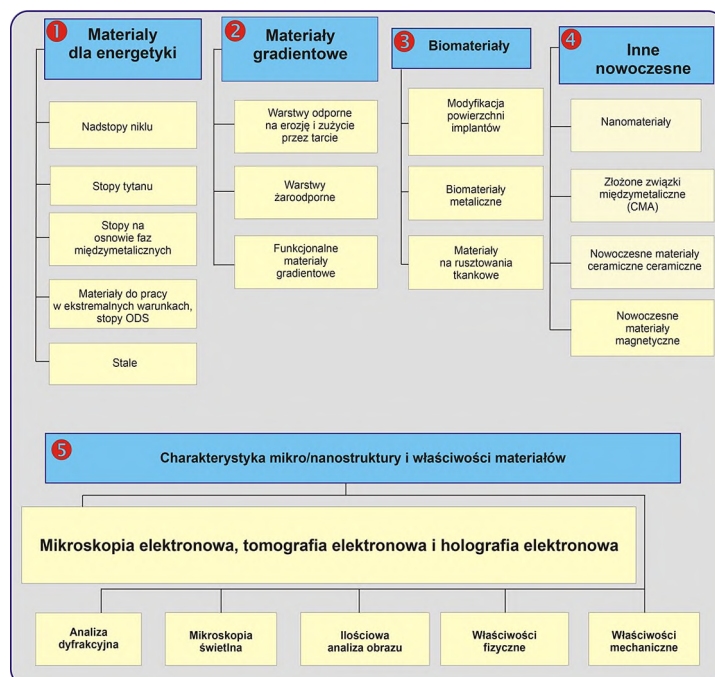
W dniu 30 września 2010 r. w Forschungszentrum Jülich zostało uroczystie podpisane porozumienie o współpracy pomiędzy Centrum IC-EM a Forschungszentrum Jülich.

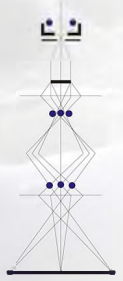


Od lewej:  
Prof. Dr. Lorenz Singheiser, Director of the Institute for Energy and Climate Research (FZJ),  
Prof. Dr. Harald Bolt, Member of the Board of Directors for Scientific Division (FZJ),  
Prof. dr hab. inż. Tomasz Szmuc, Prorektor ds. Współpracy,  
Prof. dr hab. inż. Aleksandra Czyska-Filemonowicz, Kierownik IC-EM AGH.

## Tematyka badawcza w IC-EM

Działalność naukowo-badawcza IC-EM obejmuje badania podstawowe i związane z problemami mikroskopii elektronowej w różnych dziedzinach nauki i przemysłu.





## Infrastruktura badawcza

- **4 Transmisyjne mikroskopy elektronowe:**
  - **Titan Cubed G2 60-300 (FEI)** analityczny, wysokorozdzielczy mikroskop elektronowy z unikalnym oprzyrządowaniem
  - **Tecnaï G2 20 TWIN (FEI)** analityczny mikroskop elektronowy wyposażony w:
    - układ do precesji dyfrakcji elektronów DigiStar oraz system ASTAR do automatycznej analizy orientacji ziaren i map fazowych w nanoobszarach
    - detektor STEM HAADF i system analizy EDX TIA
  - **JEM-2010ARP (JEOL)** mikroskop wyposażony w:
    - przystawkę STEM ASID i system mikroanalizy EDX INCA
    - kamerę CCD Orius™ SC1000
  - **JEM-200CX (JEOL)** do celów dydaktycznych
- **2 Skaningowe mikroskopy elektronowe:**
  - **Merlin Gemini II (ZEISS)** wysokorozdzielczy mikroskop elektronowy wyposażony w:
    - działo elektronowe FEG
    - detektor EDX Quantax 800
    - detektor EBSD Quantax CrystAlign 400
  - **NEON® CrossBeam 40EsB (ZEISS)** mikroskop elektronowy, wyposażony w:
    - działo jonowe FIB
    - kolumnę FEG SEM z detektorami SE, BSE i EsB
    - detektor EDX Quantax 200
- **Mikroskop sił atomowych** Dimension 3100 SPM
- **Nowoczesne laboratorium preparatyki próbek** (w tym NanoMill 1040)
- **Laboratorium analizy obrazu z 2 mikroskopami świetlnymi (ZEISS):**
  - Axio Imager M1m
  - Stereo Discovery
  - specjalistyczne oprogramowanie do analizy obrazu
- **Laboratorium badań mechanicznych:**
  - MTS, Instron
- **Laboratorium badań nieniszczących**
- **Oprogramowanie do obliczania wykresów równowagi fazowej Thermo-Calc**
- **Laboratorium biomateriałów**

## Analityczny wysokorozdzielczy (70 pm) transmisyjny mikroskop elektronowy S/TEM FEI Titan<sup>3</sup> G2 60-300



Jeden z nielicznych w świecie tak wysokiej klasy analityczny mikroskop elektronowy wyposażony w:

- najnowocześniejsze źródło elektronów z emisją polową Schottky X-FEG
- monochromator
- korektor aberracji sferycznej soczewek układu formującego wiązkę elektronów
- filtr energii elektronów Gatan GIF Quantum 693
- najnowocześniejszy system EDX ChemiSTEM oparty na 4 detektorach SDD (Super X) umożliwiający bardzo szybką rejestrację map składu chemicznego z rozdzielczością atomową
- detektory STEM-BF, STEM-DF i STEM-HAADF
- oprzyrządowanie i oprogramowanie do wykorzystania precesji w badaniach dyfrakcyjnych
- uchwyt z bipryzmatem oraz oprogramowanie do holografii elektronowej
- dwupochyłowy uchwyt tomograficzny z oprogramowaniem do trójwymiarowej rekonstrukcji i wizualizacji
- system zdalnego sterowania TARO



**Zakup analitycznego transmisyjnego mikroskopu elektronowego  
do badań mikro- i nanostruktury materiałów  
z unikalnym oprzyrządowaniem**

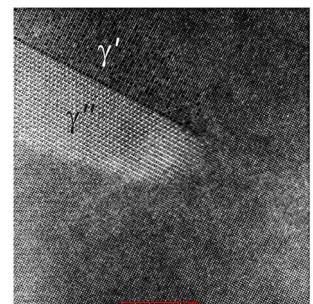
Projekt POIG.02.01.00-12-016/08 w ramach Działania 2.1 Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka pod kierunkiem prof. A. Czyskiej-Filemonowicz

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

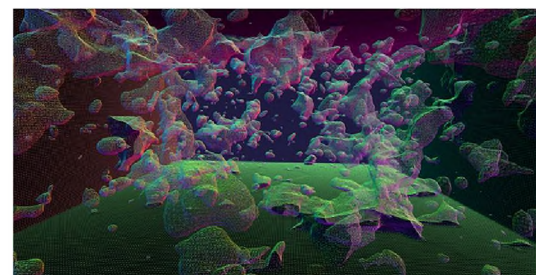


## Metody badań mikro/nanostruktury i właściwości materiałów

- Mikroskopia świetlna, metalografia ilościowa
- Skaningowa mikroskopia elektronowa
- Transmisyjna mikroskopia elektronowa
  - ilościowa charakteryzacja mikrostruktury metodami analitycznej mikroskopii elektronowej, także w skali atomowej
  - spektroskopia energii charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego (EDX) wraz z możliwością zbierania map rozmieszczenia pierwiastków w skali atomowej,
  - spektroskopia strat energii elektronów (EELS)
  - mapy rozmieszczenia pierwiastków z wykorzystaniem filtra energii elektronów (EFTEM)
  - analiza mikrostruktury z rozdzielczością w skali atomowej z wykorzystaniem obrazów STEM-HAADF z korekcją Cs
  - wysokorozdzielcza mikroskopia elektronowa (HRTEM)
  - analiza dyfrakcyjna
    - selektywna dyfrakcja elektronów (SAED), dyfrakcja zbieżnej wiązki (CBED), mikro- i nanodyfrakcja ( $\mu$ D, nD)
    - precesja dyfrakcji elektronów (PED); mapy orientacji i mapy fazowe w nanoobszarach
  - holografia elektronowa i mikroskopia Lorentza
- Tomografia elektronowa (EDX, HAADF, EFTEM) i tomografia FIB-SEM
- Mikroskopia sił atomowych
- Komputerowa analiza obrazu z wykorzystaniem programów: JEMS, Digital Micrograph, AnalySIS 3.2, Aphelion, ImageJ, Avizo Fire 6 i inne
- Komputerowe obliczenia wykresów równowagi fazowej z wykorzystaniem programu Thermo-Calc
- Badania właściwości mechanicznych
- Badania nieniszczące
  - ultradźwiękowe
  - wiroprądowe
  - emisja akustyczna



Obraz wysokorozdzielczy STEM-HAADF nanocząstek faz  $\gamma''$  i  $\gamma'$  w nadstopie niklu IN718 stosowanym w lotnictwie i w energetyce



Tomografia FIB-SEM - wizualizacja przestrzenna porów oraz wydzieleń TIC w stopie W-1,7%TiC do reaktorów syntezy jądrowej

### Kontakt:

Międzynarodowe Centrum Mikroskopii Elektronowej dla Inżynierii Materiałowej  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie  
Al. A. Mickiewicza 30  
30-059 Kraków  
e-mail: czyska@agh.edu.pl  
http://www.tem.agh.edu.pl/