

sinter cer

Rozwój centrum procesów spiekania i wymiana wiedzy dotyczącej metod spiekania specjalnych materiałów kompozytowych o osnowie ceramicznej w warunkach braku równowagi termodynamicznej.

Development of a sintering center and know-how exchange for non equilibrium sintering methods of advanced ceramic composite materials.

01.06.2013 – 30.09.2016
Umowa numer / No. contract: 316232

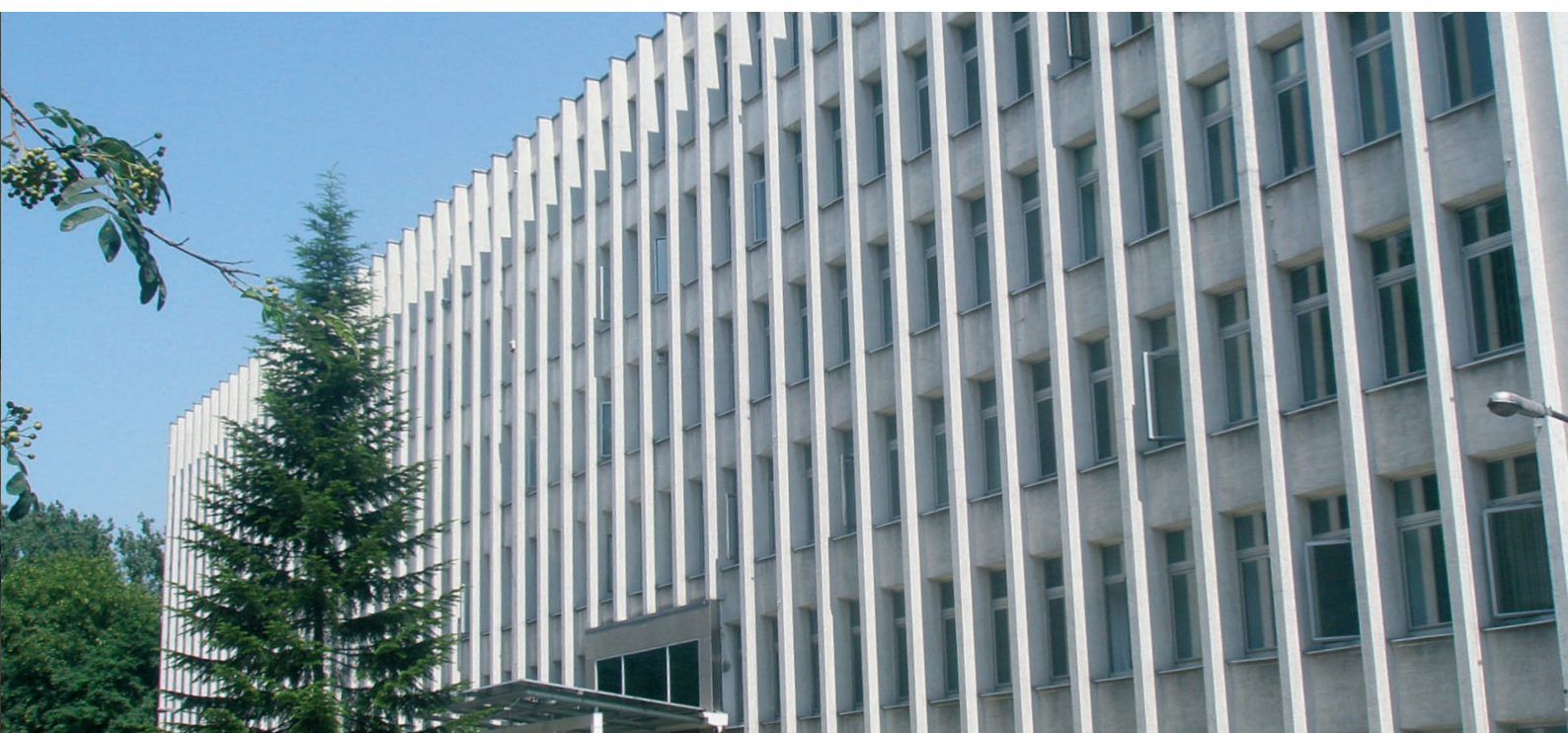


Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania
The Institute of Advanced Manufacturing Technology



Instytut dokonuje oceny zgodności wyrobów z dyrektywami UE jako jednostka autoryzowana przez polski rząd i notyfikowana w UE (nr notyfikacji 1455) w zakresie czterech dyrektyw: maszynowej, niskonapięciowej, kompatybilności elektromagnetycznej i emisji hałasu do środowiska. IZTW realizował i realizuje projekty w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, projekty z „Inicjatywy Technologicznej”, projekty celowe, projekty w ramach Programu Badań Stosowanych, INNotech, projekty własne i zamawiane. Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania posiada „Zespół monitorowania projektów”, dział zajmujący się prawidłowym zarządzaniem projektami pod względem organizacyjnym i finanso-

The Institute is a body authorized by the Polish government and notified by the EU (notification No. 1455) to certify product compatibility following four EU directives: machinery, low-voltage, noise emission into the environment and electromagnetic compatibility. IOS has realised and implemented projects under the Innovative Economy Operational Programme, „Technology Initiative” projects, targeted projects, projects within the Applied Research Program, Innotech projects and other. IOS Project Monitoring Department is responsible for the organisational and financial management of the projects. In 2008, IOS also opened a KSU (National System of Services) Center, registered in PARP (Polish Agency



Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania w Krakowie (dawniej – Instytut Obróbki Skrawaniem) jest instytutem naukowo-badawczym i od 65 lat prowadzi badania naukowe, prace rozwojowe oraz transfer do przemysłu zaawansowanych technologii, produktów i wiedzy przede wszystkim w technologiach obróbki skrawaniem i ścierniej oraz niekonwencjonalnych, inżynierii materiałowej, metrologii technicznej, montażu i automatyzacji procesów wytwarzania, procesów pakowania substancji ciekłych i stałych. Oferowane usługi obejmują współpracę przy uruchamianiu produkcji nowych wyrobów, pomoc przy modernizacji już istniejącej produkcji, opracowanie technologii obrabiania zwłaszcza materiałów super twardych i trudno obrabialnych oraz projektowanie i wykonywanie specjalnych produkcyjnych urządzeń technologicznych i aparatury pomiarowej.

The Institute of Advanced Manufacturing Technology - IOS in Krakow (previously - the Institute of Metal Cutting) is a research institute with 65 years of experience in scientific research, development and knowledge transfer to the industry. IOS concentrates primarily on advanced technologies, products and knowledge, especially in the field of machining and grinding technologies, unconventional materials science, technical metrology, installation and automation of manufacturing processes, and packaging processes of liquids and solids. The services offered by IOS include: cooperation to launch manufacturing processes for new products, help in the modernization of existing production processes, development of processing technologies (especially for materials that are super-hard and difficult to machine), design and production of special technological equipment and measuring instruments.

wym. Od 2008 roku w Instytucie działa Ośrodek KSU (Krajowy System Usług) zarejestrowany w PARP pod numerem rejestracyjnym 06/13/2008/233. Ośrodek jest akredytowany w zakresie usług: informacyjnych, szkoleniowych, doradczych ogólnych, doradczych i proinnowacyjnych. W latach 2009 – 2011 Ośrodek KSU/KSI (Krajowa Sieć Innowacji) realizował projekt systemowy w trakcie którego wyspecjalizował się w świadczeniu usług w zakresie działań proinnowacyjnych: audytu technologicznego oraz transferu technologii.

for Enterprise Development) under the registration number 06/13/2008/233. The KSU Center is accredited in the following range of services: information, training, general consulting and pro-innovation consulting. In the years 2009 – 2011, the KSU/KSI (National Innovation Network) Center carried out a systemic project during which it specialized in providing services in the field of pro-innovation activities: technology audit and technology transfer.

Podstawowym celem realizowanego projektu jest rozwój potencjału badawczego Centrum SINTERCER (Centrum Inżynierii Materiałowej i Technik Spiekania), które wchodzi w skład Instytutu Zaawansowanych Technologii Wytwarzania w Krakowie. Cel projektu będzie realizowany głównie poprzez:

- **intensyfikację międzynarodowej współpracy** ze światowej klasy europejskimi instytucjami naukowymi, ze szczególnym uwzględnieniem wymiany wiedzy i umiejętności dotyczących rozwiązań, które będą mogły być zastosowane w przemyśle. Planuje się realizację mini programów badawczych w Centrum oraz u partnerów, czego efekty zaowocują wspólnymi publikacjami, projektami itp.,

The concept of the SINTERCER project is to unlock, enhance and develop the research potential of the SINTERCER Center, which is an integral part of the Institute of Advanced Manufacturing Technology (IOS). This concept will be realised mainly through:

- **increasing international cooperation** with top-class European Research Centers (with particular emphasis put on the exchange of knowledge and know-how and practical industrial applicability of the solutions proposed). The Center will execute mini research programs carried out in the Center itself and in the partnering institutions, resulting in joint publications, new common projects etc.,

Zgodnie z przedstawionymi założeniami projekt dotyczy następujących zagadnień:

- **rozwoju metod spiekania w warunkach nierównowagowych** (HP-HT, SPS, SLS, MW) następujących materiałów: termoelektrycznych, o dużej pojemności cieplnej, o dużej odporności na wysokie temperatury, materiałów z udziałem faz metastabilnych oraz nanomateriałów,
- **projektu, konstrukcji i wykonania unikalnego i innowacyjnego urządzenia hybrydowego**, będącego połączeniem techniki SPS z aparaturą do spiekania w warunkach ultra wysokich ciśnień,

Following the strategy adopted, the SINTERCER project aims at enhancing the Center's potential in the following areas:

- **development of methods of sintering under non-equilibrium conditions** (HP-HT, SPS, SLS, MW) of the following materials: thermoelectric, high heat capacity, high temperature resistance, materials involving metastable phases and nanomaterials,
- **design and development of a unique and innovative hybrid device** for FAST (Spark Plasma Sintering) in ultra-high pressure,

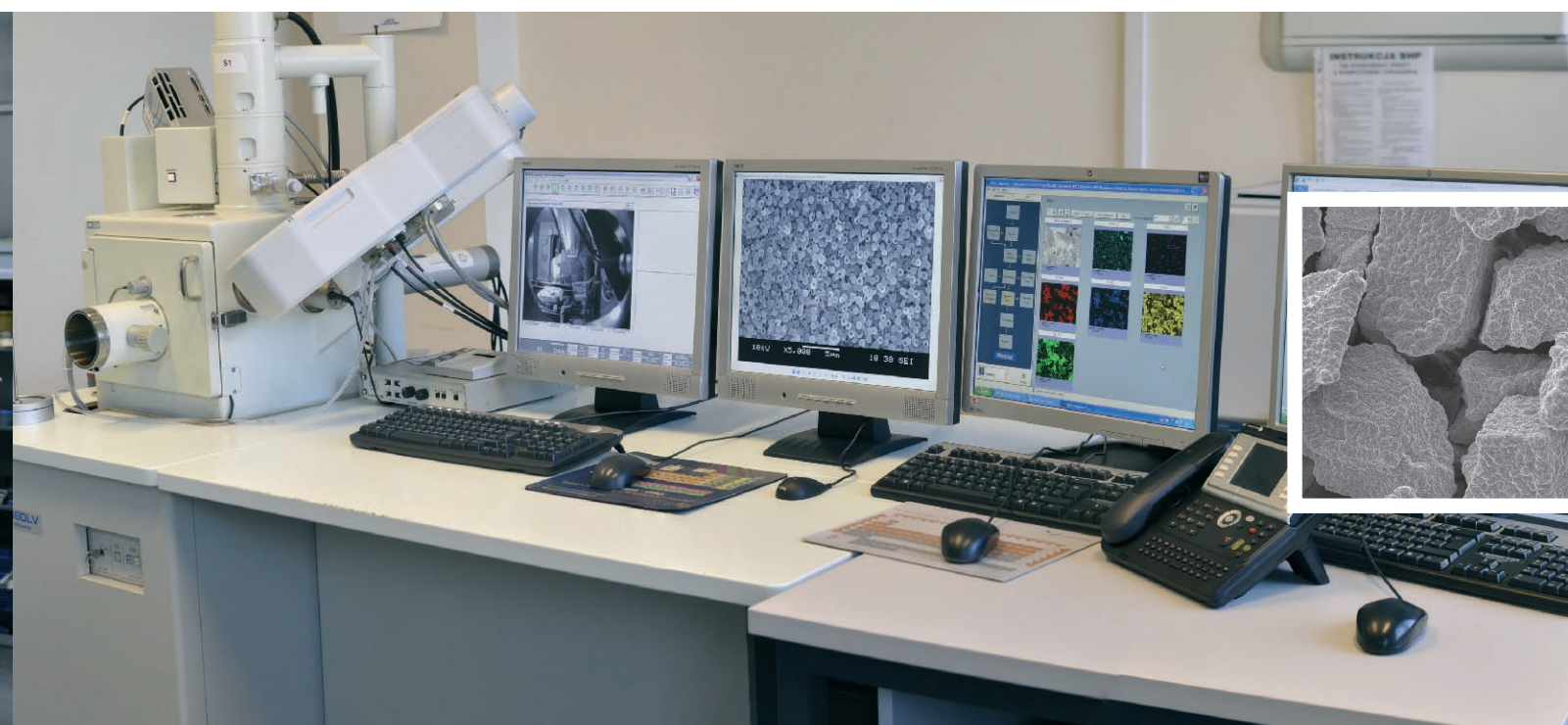


- **wzmocnienie doświadczenia badaczy** zatrudnionych w Centrum poprzez wizyty w partnerskich jednostkach, uczestnictwo w międzynarodowych konferencjach i seminariach (tematycznie związanych z tematem projektu),
- **zwiększenie możliwości realizacji procesów spiekania** i badań w temperaturach około 2000°C i powyżej, dzięki działaniom modernizacyjnym i zakupom aparaturowym w Centrum.

Badania prowadzone z Partnerami projektu dotyczyć będą otrzymywania i badań właściwości materiałów o dużym potencjale aplikacyjnym. Spiekanie materiałów będzie realizowane na kilku bardzo nowoczesnych urządzeniach: zmodernizowanym urządzeniu wysokociśnieniowym HP-HT (ang. High Temperature-High Pressure), urządzeniu do spiekania iskrami elektryczną SPS, w piecu mikrofalowym, wysokotemperaturowych piecach próżniowych oraz techniką SLS (ang. Selective Laser Sintering), które znajdują się na wyposażeniu centrum.

- **supporting professional scientific development** and enhancing the expertise of SINTERCER researchers through twinning activities and participation in international scientific events (conferences, seminars, workshops etc.),
- **increasing the potential to perform sintering and testing** at temperatures of about 2000°C and above, thanks to equipment modernization and to purchasing new equipment.

The research conducted in cooperation with SINTERCER partnering institutions within the project will involve the preparation and property testing of materials which have a considerable application potential. Material sintering processes will be carried out with the use of very modern devices: modernized HP-HT (High Temperature-High Pressure) device, SPS (Spark Plasma Sintering) device, microwave oven, high temperature vacuum furnaces and SLS (Selective Laser Sintering) device, which are all a part of the Center's research facilities.



- **rozwoju metodyki badawczej** w odniesieniu do materiałów otrzymywanych metodami spiekania przeprowadzonego w warunkach braku równowagi termodynamicznej, zwłaszcza badań właściwości materiałów w temperaturach powyżej 2000°C.

- **development of research methodology** with respect to materials obtained using non-equilibrium sintering methods, in particular testing the properties of materials at temperatures above 2000°C.



Projekt SINTERCER obejmuje 8 zadań:

Zadanie 1: **Zarządzanie pracami i działaniami projektowymi** - koordynacja i zarządzanie projektem.

Zadanie 2: **Wzmocnienie potencjału kadry centrum poprzez zatrudnienie renomowanych specjalistów** - planuje się zatrudnienie 9 osób, na okres w sumie 58 miesięcy. Wszyscy specjaliści związani są z "nierównowagowymi technikami spiekania" lub oceną właściwości materiałów. Zatrudnienie tych osób wpłynie na rozszerzenie wiedzy i możliwości badawczych pracowników Centrum, pozwoli włączyć się zespołowi Centrum w nowe kierunki badań zgodne z Europejskimi priorytetami.

Zadanie 3: **Budowanie potencjału poprzez zakupy, rozwój i modernizację aparatury badawczej** - dotyczy modernizacji aparatury do spiekania wysokociśnieniowego i zwiększenia jej możliwości o możliwość prowadzenia syntez i spiekania metodą iskry elektrycznej (SPS) w warunkach ultra wysokich

The general concept of the project incorporates 8 main work packages:

Work Package 1: **Management** - is devoted to the coordination and management of the activities performed within the project.

Work Package 2: **Reinforcing SINTERCER human resources potential by recruitment of experienced researchers** - aims at enhancing the human resources potential of the SINTERCER Center through the recruitment of 9 experienced researchers for 58 months in total. All these scientists carry out research related either to "non-equilibrium sintering methods" or to assessing material properties. Their employment will further develop the knowledge and research capacity of SINTERCER scientists. It will also allow the scientists to join in some new directions of research, in accordance with European research priorities.

Work Package 3: **Capacity building through acquisition, development and upgrading of research**

Zadanie 4: **Wzajemna wymiana wiedzy pomiędzy doświadczonymi pracownikami organizacji partnerskich** - związane jest z realizacją mini programów badawczych przez pracowników centrum SINTERCER i naukowców z dziewięciu instytucji partnerskich projektu (z Finlandii, Niemiec, Włoch, Hiszpanii, Rumunii, Austrii, Portugalii). Projekt skierowany jest do doświadczonych badaczy, zatrudnionych w Instytucjach w ramach umowy o pracę. Wizyty będą służyły wymianie wiedzy i doświadczenia oraz stworzeniu sieci naukowej w zakresie strategicznych dla SINTERCERU obszarów badawczych, integracji europejskiego środowiska naukowego, długoterminowej współpracy pomiędzy partnerskimi instytucjami.

Zadanie 5: **Zwiększenie wiedzy i doświadczenia poprzez uczestnictwo w warsztatach, seminariach i konferencjach** - związane jest ze zwiększeniem rozpoznawalności Centrum przez środowiska naukowe. W tym celu zorganizowane zostaną cztery warsztaty, cztery seminaria i dwie konferencje międzynarodowe z udziałem zaproszonych gości, renomowanych specjalistów w określonych dziedzinach z Polski, Europy i Świata. Ponadto pracownicy Centrum SINTERCER wezmą udział w ważnych międzynarodowych konferencjach i kongresach, na których zostaną przedstawione badania realizowane w laboratoriach SINTERCER.

Zadanie 6: **Popularyzacja Centrum SINTERCER** - jest to pakiet zadań wpływających w sposób bezpośredni na rozpoznawalność Centrum SINTERCER. Działania mają polegać na dzieleniu się wiedzą i doświadczeniem Centrum. Działania mają promować Inżynierię Materiałową i będą skierowane do naukowców, uczniów szkół ponadgimnazjalnych, studentów, określonych społeczności (towarzystw), ale przede wszystkim przedstawicieli przemysłu. Pierwszą formą działań jest stworzenie strony internetowej zintegrowanej ze stroną Instytutu Zaawansowanych Technologii Wytwarzania. Kolejnym działaniem będzie umieszczanie informacji w formie publikacji drukowanych, w regionalnych mediach. Wydanie broszur, ulotek o działaniach Centrum SINTERCER. Prezentacji SINTERCER na dniach otwartych, wystawach itp. Wynalazki i produkty wytworzone w Centrum będą prezentowane na targach i wystawach. Przygotowany zostanie dzień otwarty Centrum w laboratoriach SINTERCER oraz powstanie film o technologiach spiekania i badaniach realizowanych w Centrum.

Zadanie 7: **Zapoznanie pracowników z zagadnieniami ochrony praw własności intelektualnej** - ma na celu zapoznanie pracowników Centrum z zagadnieniami ochrony praw własności intelektualnej oraz ich komercjalizacji w Polsce oraz Unii Europejskiej, a także poza nią.

Zadanie 8: **Ewaluacja potencjału badawczego projektu SINTERCER** - związane jest z ewaluacją możliwości badawczych projektu SINTERCER.

Work Package 4: **Mutual exchange of knowledge with partnering organizations** - will reinforce the cooperation with 9 top class research institutions in Europe (from Finland, Germany, Italy, Spain, Romania, Austria, Portugal). The project is aimed at experienced researchers, working in the partner institutions under an employment contract. The visits will serve the exchange of knowledge and experience and will allow creating a research network related to SINTERCER strategic research areas. It will also facilitate further integration of the European scientific community and long-term cooperation between the partner institutions.

Work Package 5: **Enhancing expertise and advances in scientific knowledge through workshops, seminars and conferences** - will increase SINTERCER's visibility in the scientific community through the organization of 4 seminars, 4 workshops and 2 conferences. SINTERCER researchers will participate in key European and international conferences on powder metallurgy and materials science. This will further enhance their scientific knowledge in their respective research areas, as well as promote the Center itself and integrate its research team with a wider scientific community.

Work Package 6: **Increasing SINTERCER visibility in Europe** - aims at increasing the visibility of the Center at the regional and European levels. SINTERCER will continue its actions of raising awareness with respect to the scientific importance of new sintering methods. The activities planned will involve sharing the knowledge and experience of the Center and promoting Materials Engineering among researchers, high school students, college students, particular communities (associations), but first and foremost among the industry. The actions planned within this work package involve: creating the project's website (integrated with IOS website), presenting information in a printed form in the local media, issuing brochures and leaflets about the activities of the Center, presenting SINTERCER at open days, exhibitions etc. The inventions and products developed in the Center will be exhibited at trade fairs and exhibitions. An open day will also be organised to present the laboratories of the Center. Furthermore, a professional film will be made to present the sintering technologies and research conducted in the Center.

Work Package 7: **Protection of intellectual property** - will increase awareness and deepen the knowledge of SINTERCER researchers with respect to the protection of intellectual property rights and their commercialization in Poland and in the European Union.

Work Package 8: **Evaluation of SINTERCER research potential** - is dedicated to an independent assessment of the SINTERCER research potential. It will be performed by external experts appointed by the European Commission.



ciśnieniu. Wykorzystanie tego urządzenia w badaniach daje nadzieję na otrzymanie nowych metastabilnych w warunkach atmosferycznych faz, o wyjątkowych właściwościach. W zadaniu zaplanowano zakup doposażenia dyfraktometru w urządzenie pozwalające na ocenę składu fazowego w temperaturach do 2000°C oraz zakup dylatometru pracującego do 2800°C.

equipment - aims at upgrading SINTERCER research equipment with specialized units: dilatometer (working with temperatures up to 2800°C) and diffractometer equipment (allowing the evaluation of phase composition in temperatures of up to 2000°C) will be purchased to improve SINTERCER research potential. High Pressure-High Temperature apparatus will be adapted to High Pressure SPS. It is hoped that using this adapted device in research will result in receiving new phases that will be metastable under atmospheric conditions and will possess unique properties.



Prof. dr hab. inż. **Lucyna Jaworska**
koordynator projektu /
project coordinator



Dr inż. **Grzegorz Skrabalak**
kierownik zadania 1,
menedżer projektu /
WP1 leader, project manager



Dr inż. **Piotr Putyra**
kierownik zadania 3 /
WP3 leader



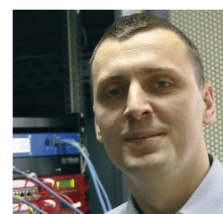
Dr inż. **Paweł Figiel**
kierownik zadania 2 /
WP2 leader



Dr inż. **Piotr Klimczyk**
kierownik zadania 4 /
WP4 leader



Dr hab. inż. **Magdalena Szutkowska**
kierownik zadania 5 /
WP5 leader



Mgr inż. **Marek Policht**
kierownik zadania 6 /
WP6 leader



Mgr **Danuta Dębska**
kierownik zadania 7 /
WP7 leader



Dr inż. **Maria Zybura-Skrabalak**
kierownik zadania 8 /
WP8 leader

Międzynarodowy Komitet Doradczy projektu SINTERCER International Advisory Board of SINTERCER Project



Antonio Barba-Juan
Universitat Jaume I
Hiszpania / Spain 



Bruno De Benedetti
Politecnico di Torino
Włochy / Italy 



Eberhard Burkel
University of Rostock
Niemcy / Germany 



Giacomo Cao
University of Cagliari
Włochy / Italy 



Carolina Clausell-Terol
Universitat Jaume I
Hiszpania / Spain 



Tomasz Czeppe
Institute of Metallurgy and Materials Science
of Polish Academy of Sciences
Polska / Poland 



Horst Hahn
Technische Universität Darmstadt
Niemcy / Germany 



Simo-Pekka Hannula
Aalto University School
of Chemical Technology
Finlandia / Finland 



Irina Hussainova
Tallinn University of Technology
Estonia / Estonia 



Joseph A. McGeough
The Edinburgh University
Wielka Brytania / United Kingdom 



Henryk Nastalski
Polish Ministry of Economy,
Head of the Department of Supervised
and Subordinate Units
Polska / Poland 



Erich Neubauer
RHP-Technology GmbH & Co. KG (RHP)
Austria / Austria 



Paola Palmero
Politecnico di Torino
Włochy / Italy 



Zbigniew Pędzich
President of the Polish Ceramic Society
Polska / Poland 



Nicoletta Popescu Pogrión
National Institute of Materials Physics (NIMP)
Rumunia / Romania 



Miguel A. Rodríguez
Institute of Ceramics and Glass (ICV-CSIC)
Hiszpania / Spain 



Rafał Solecki
President of the Malopolska Centre
of Entrepreneurship
Polska / Poland 



Jesús Tartaj
Institute of Ceramics and Glass (ICV-CSIC)
Hiszpania / Spain 



Mariusz Tomecki
TRAX elektronik
Polska / Poland 



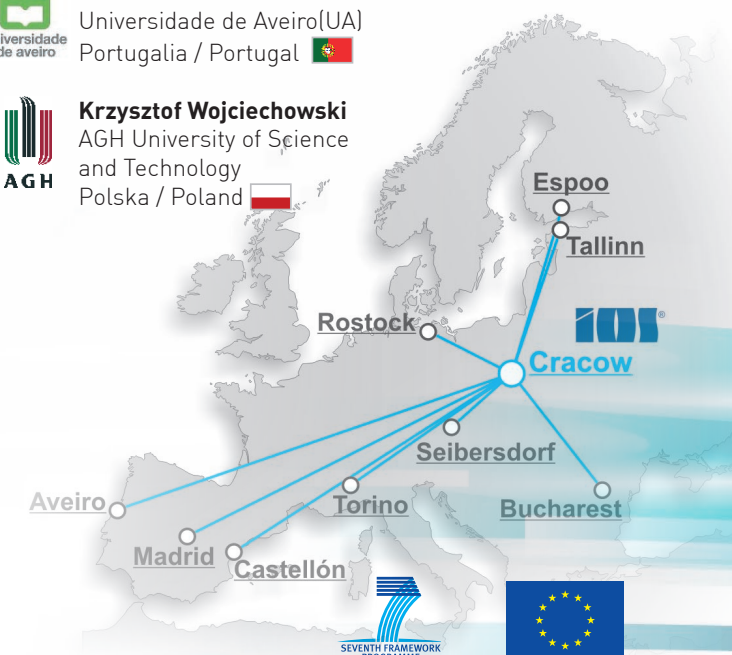
José Manuel Torralba
IMDEA-Materials
Hiszpania / Spain 

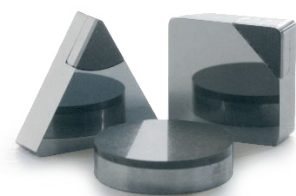


Robertt Valente
Universidade de Aveiro(UA)
Portugalia / Portugal 



Krzysztof Wojciechowski
AGH University of Science
and Technology
Polska / Poland 





Wyposażenie Centrum SINTERCER:

Dyfraktometr rentgenowski firmy PANalytical model Empyrean Series 2 wyposażony w dwa detektory: paskowy PIXcel^{3D} i proporcjonalny ksenonowy

Przystawki do pomiarów metodą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego: naprężeń, tekstury i wielkości kryształitów, proszków i ciał stałych

Piec umożliwiający przeprowadzanie in situ analizy rentgenowskiej w temp. do 1600°C firmy Anton Paar model HTK 16N wyposażony w grzałkę platynową

SINTERCER equipment:

X-ray diffractometer (Empyrean Series 2 PANalytical model) equipped with two detectors: PIXcel^{3D} bar and proportional xenon

Accessories for measuring X-ray diffraction: stress, texture and size of crystallites, powders and solids

Furnace enabling in situ X-ray analysis at up to 1600°C (HTK 16N Anton Paar model), equipped with a platinum heater

Piknometr helowy firmy Micromeritics Inc. model AccuPyc 1340

Defektoskop ultradźwiękowy do pomiarów statycznych sprężystości firmy PANAMETRICS model Epoch II

Urządzenie do jonowego trawienia próbek firmy Gatan Inc. model 682HA PECS

Urządzenie do spiekania iskrą elektryczną (ang. Spark Plasma Sintering) firmy FCT model SPS HP 5

Urządzenie do spiekania wysokociśnieniowego (ang. High Pressure-High Temperature) model D0044

Piec mikrofalowy firmy LINN model MKH-4,8

Helium pycnometer (AccuPyc 1340 Micromeritics Inc. model)

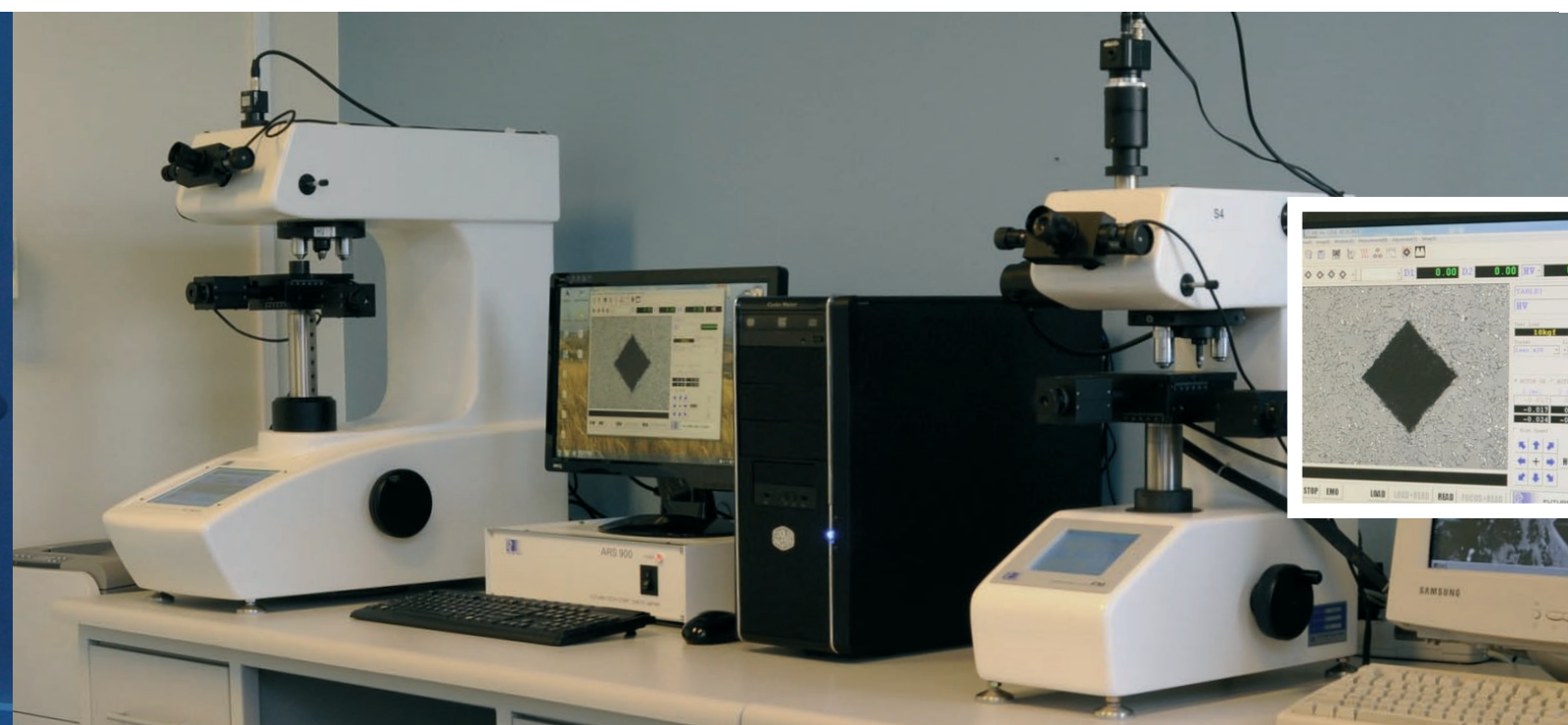
Ultrasonic flaw detector for measuring elastic moduli (Epoch II Panametrics model)

Apparatus for ion etching of samples (682HA PECS Gatan Inc. model)

Spark Plasma Sintering Furnace (SPS HP 5 FCT model)

High Pressure-High Temperature device, model D0044

Microwave furnace (MKH-4.8 LINN model)



Piec umożliwiający przeprowadzanie in situ analizy rentgenowskiej w temp. do 2000°C, w atmosferze próżni lub gazów ochronnych firmy Anton Paar model HTK 2000N wyposażony w grzałkę platynową i wolframową

Skaningowy Mikroskop Elektronowy firmy Jeol model JSM-6460LV wraz z spektrometrami: EDS INCA X-act Energy 350; WDS INCA Wave; EBSD INCA Crystal

Uniwersalny tester do badań tribologicznych materiałów firmy CETR model UMT-2MT umożliwiający prowadzenie pomiarów w temp. do 1000°C

Dylatometr wysokotemperaturowy firmy Netzsch model DIL 402E 2800°C

Multi twardościomierz cyfrowy firmy Future-Tech Corp. model FLC-50V umożliwiający pomiary twardości metodami: Vickersa, Knoop i Brinella w zakresie od 0,0981 do 490,3 N

Furnace enabling in situ X-ray analysis at up to 2000°C, in vacuum or protective gas, (HTK 2000N Anton Paar model), equipped with platinum and tungsten heating elements

Scanning Electron Microscope (JSM-6460LV Jeol model) with spectrometers: EDS INCA X-act Energy 350; WDS Wave INCA, INCA Crystal EBSD

Universal tester for tribological studies of materials (UMT-2MT CETR model) enables measurements at temperatures up to 1000°C

High temperature dilatometer – up to 2800°C (DIL 402E Netzsch model)

Multi digital hardness tester (FLC-50V Future-Tech Corp. model) enables hardness measurement with Vickers, Knoop and Brinell methods in the range from 0.0981 to 490.3 N

Piec do spiekania swobodnego w atmosferach ochronnych z wolframowymi elementami grzejnymi firmy Nabertherm model VHT08-20 W TL

Piec do spiekania swobodnego w atmosferach ochronnych z grafitowymi elementami grzejnymi firmy GERO model HTK 8

Piec do spiekania swobodnego w wysokiej próżni z wolframowymi elementami grzejnymi firmy Balzers model MOV

Piec do spiekania swobodnego w atmosferze utleniającej firmy Nabertherm model HT16/18

Urządzenie do selektywnego spiekania laserowego firmy Renishaw model AM250

Młynek planetarny firmy Fritsch model Pulverisette 6

Furnace for free sintering in protective atmospheres with tungsten heating elements (VHT08-20 W TL Nabertherm model)

Furnace for free sintering in protective atmospheres with graphite heating elements (HTK 8 GERO model)

Furnace for free sintering in high vacuum with tungsten heating elements (MOV Balzers model)

Furnace for free sintering in oxidizing atmosphere (HT16/18 Nabertherm model)

Apparatus for selective laser sintering (AM250 Renishaw model)

Planetary Mill (Pulverisette 6 Fritsch model)



SINTERCER
INSTYTUT ZAAWANSOWANYCH
TECHNOLOGII WYTWARZANIA
ul. Wrocławska 37A
30-011 Kraków, Poland
tel. +48 12 63-17-321, +48 12 63-17-237
fax +48 12 63-39-490
e-mail: sintercer@ios.krakow.pl

www.ios.krakow.pl

koordynator projektu/project coordinator:
Prof. Lucyna Jaworska
e-mail: lucyna.jaworska@ios.krakow.pl
tel: +48 12 63-17-321

menedżer projektu/project manager:
Dr Grzegorz Skrabalak
e-mail: grzegorz.skrabalak@ios.krakow.pl
tel: +48 12 63-17-237

www.sintercer.ios.krakow.pl