

Zespoły badawcze

na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Politechniki Krakowskiej

POLIMERY NIEORGANICZNE

Skład Zespołu: **dr hab. inż. Janusz Mikuła, prof. PK, dr hab. inż. Marek Hebda, prof. PK, dr hab. inż. Michał Łach, dr inż. Janusz Walter, dr inż. Krzysztof Miernik, dr inż. Dariusz Mierzwiński, dr inż. Izabela Pietryka, dr inż. Kinga Korniejenko, dr inż. Barbara Kozub, dr inż. Maria Hebdowska - Krupa**

Zakres prac i badań realizowanych przez Zespół

W Zespole Polimerów Nieorganicznych realizowane są badania nad syntezą sorbentów i zeolitów z surowców naturalnych i antropogenicznych. Realizowane są badania właściwości fizycznych materiałów sypkich, w szczególności popiołów lotnych i żużli oraz minerałów i kruszyw. Opracowywane są nowoczesne receptury wypełniaczy i dodatków do farb i lakierów. Możliwe jest przeprowadzenie badań powłok lakierniczych i farb w zakresie m.in. : odporności na uderzenia, odporności na odrywanie, odporności na ścieranie oraz odporności korozyjnej.

Od kilku lat realizowane są również prace badawcze w zakresie technologii geopolimerów i spoiw aktywowanych alkalicznie. Badania te realizowane są we współpracy z przedsiębiorstwami a ich efektem są pierwsze wdrożenia i szereg zgłoszeń patentowych i opisów technologii know-how. Opracowane rozwiązania dotyczą możliwości zagospodarowania surowców poprocesowych z procesów termicznych i odpadów powydobywczych poprzez wytworzenie z nich produktów znajdujących gospodarcze wykorzystanie.

Zespół realizuje również badania materiałów budowlanych, kompozytów i ceramiki w zakresie: badań wytrzymałościowych, badań ognioodporności i odporności na erozyjne działanie ognia, odporności na ścieranie itp. Jednym z ciekawszych kierunków badań w tym zakresie jest opracowanie technologii addytywnego wytwarzania przyjaznych dla środowiska i bezpiecznych materiałów izolacyjnych zdolnych do akumulacji ciepła opartych na alkalicznej aktywacji surowców antropogenicznych.

Projekty i granty realizowane obecnie w Zespole

| | Nazwa projektu, umowy z przemysłem-aktywności (numer na PK) | Okres realizacji | Kwota | Kierownik projektu |
|----|--|---------------------------------------|---|--|
| 1. | „Opracowanie technologii addytywnego wytwarzania przyjaznych dla środowiska i bezpiecznych materiałów izolacyjnych i zdolnych do akumulacji ciepła opartych na alkalicznej aktywacji surowców antropogenicznych”; \ LIDER/16/0061/L-11/19/NCBR/2020; | 1.01.2021- 1.01.2024 | 1 496 550 PLN | Dr hab. inż. Michał Łach |
| 2. | 4.1.1 Nr projektu: POIR.04.01.04-00-0032/20 Opracowanie i demonstracja technologii wytwarzania wysoko efektywnych sorbentów na bazie diatomitu oraz wypełniaczy diatomitowych | 1.02.2021- 1.02.2023 | 2 369 875 PLN | Dr hab. inż. Michał Łach |
| 3. | „Pianki geopolimerowe o niskiej przewodności cieplnej wytwarzane na bazie odpadów przemysłowych jako innowacyjny materiał dla gospodarki o obiegu zamknięty”; LIDER/31/0168/L-10/18/NCBR/2019 | 1.01.2020- 31.12.2022 | 1 460 275 PLN | Dr inż. Kinga Korniejenko |
| 4. | Smart Geopolymers, SMART-G, Era-Min2 (call 2019), | 58 125 EUR 1.01.2021- 1.01.2023 | 58 125 EUR | Prof. Izabela Hager (projekt realizowany wspólnie z WIL) |
| 5. | 3D-FOAM | 2022-2025 | 757 000 EUR (część PK: 210 000 EUR) | Dr inż. Dariusz Mierzwiński |
| 6. | Opracowanie kompozytów geopolimerowych jako materiału do ochrony niebezpiecznych wraków i innych krytycznych konstrukcji podwodnych przed korozją M-ERA.NET3/2021/70/GEOSUMAT/2022 | 2022-2025 | 1 455 473,80 PLN | Dr inż. Kinga Korniejenko |

| | | | | |
|----|---|---------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 7. | Materiały dla gospodarki o obiegu zamkniętym: kompozyty geopolimerowe na bazie odpadów przemysłowych ze wzmocnieniem hybrydowym M- ERA.NET3/2021/70/GEOSUMAT/2022 | 2022-2025 | Dla PK: 918 280 PLN | Dr hab. inż. Michał Łach |
| 8. | Opracowanie imitacji regolitu księżycowego do druku 3D w technologii Binder Jetting (Development of lunar regolith simulat for 3D printing in Binder Jetting technology) 2021/05/X/ST5/00903 | 02.12.2021- 01.12.2022 | 29 700 PLN | Dr inż. Barbara Kozub |

METALURGIA PROSZKÓW

Skład zespołu badawczego: **dr inż. Aneta Szewczyk- Nykiel, dr inż Kozub Barbara, dr inż. Nykiel Marek, mgr inż. Gadek Szymon, dr inż. Janusz Walter, prof. dr hab. Inż. Jan Kazior** – Kierownik Zespołu Badawczego

Zakres badań w obszarze „Metalurgia Proszków”

1.Badania prasowania i spiekania stopowych proszków metalicznych z uwzględnieniem roli nanografitu

W obszarze badawczym „Metalurgia Proszków” prowadzone będą badania podstawowe i stosowane mające na celu wspieranie rozwoju nowych materiałów i ich przetwarzanie w kierunku postępu technologicznego i innowacji. Większość projektów badawczych prowadzonych dotychczas w grupie badawczej „Metalurgia Proszków” miały swoje korzenie w stałej współpracy z międzynarodowymi ośrodkami badawczymi, uniwersytetami i partnerami przemysłowymi. Zaawansowane badania prowadzone były poprzez łączenie teoretycznego i eksperymentalnego podejścia do badania korelacji pomiędzy strukturą i właściwościami materiałów, aby jak najlepiej służyć rozwojowi przemysłu i wdrażaniu nowych technologii.

W konwencjonalnym procesie prasowania i spiekania proszków metalicznych, powstawaniu i wzroście szyjki międzycząsteczkowej podczas spiekania towarzyszy skurcz objętościowy (skurcz) lub ekspansja (pęcznienie), w zależności od rodzaju środków poślizgowych, gęstości wypraski i parametrów spiekania. Taka zmiana wymiarów musi być brana pod uwagę przy projektowaniu narzędzi i kinetyki zagęszczania, aby uzyskać, przynajmniej w pewnych granicach, precyzję wymaganą przez wyroby finalne.

Zmiana wymiarów podczas spiekania zagęszczonych na zimno wyprasek jest anizotropowa, a anizotropowość zależy od kilku parametrów, związanych z materiałem, środkami poślizgowymi, procesem i geometrią części, tak że złożoność zjawiska jest zdecydowanie duża.

Konieczne są dalsze systematyczne badania proszków o zróżnicowanym składzie chemicznym (rozpylanych wodą, zgrzewanych dyfuzyjnie) o różnej geometrii i różnych gęstościach wyprasek. W proponowanych badaniach przewiduje się badania wpływu nanocząstek grafitu na :

1) analizę mechanizmów odpowiedzialnych za anizotropię zmian wymiarowych; 2) badanie wpływu geometrii części na anizotropię zmian wymiarowych.

3) wpływ cząstek nanografitu na zagęszczalność i redukcję tlenków podczas spiekania

2.Stopy o wysokiej entropii (HEAs) wytwarzane technologią metalurgii proszków

Stopy o wysokiej entropii wzbudziły duże zainteresowanie w ciągu ostatnich 10 lat. Jednym z powodów takiego zainteresowania jest fakt, że łamią one zasady tworzenia stopów, które stosowane są od wielu stuleci. Tak więc, HEAs zazwyczaj posiadają pojedynczą fazę (w przeciwieństwie do oczekiwań wynikających ze składu stopu) i wykazują wysoki poziom w różnych właściwościach związanych z wieloma rozwijającymi się dziedzinami przemysłu. Pomimo tak dużego zainteresowania, większość HEA została opracowana w klasycznym procesie metalurgii ogniowej. Ostatnio, metalurgia proszków (PM) pojawiła się jako interesująca alternatywa dla dalszego rozwoju tej rodziny stopów w celu ewentualnego poszerzenia zakresu nanostruktur w HEAs i poprawy niektórych możliwości tych stopów.

Wiele technik analizy termicznej może być zastosowanych przy opracowywaniu PM HEAs, które mogłyby pomóc w zmniejszeniu wagi eksperymentu w rozwoju ostatecznego proponowanego stopu. Jednakże, tylko kilka technik koncentrują się na pewnych specyficznych etapach procesu.

Różnicowa kalorymetria skaningowa (DSC) i różnicowa analiza termiczna (DTA) są szeroko stosowane do analizy przemian fazowych w rozpylanych lub mechanicznie stopowanych proszkach przed etapem konsolidacji, ale tylko w kilku prac wykorzystuje

się tego typu techniki do badania skonsolidowanego materiału wytwarzanego konwencjonalną metodą PM. Również, dylatometria, która jest bardzo użyteczną techniką stosowaną w rozwoju wielu rodzin materiałów PM, jest w niewielkim stopniu wykorzystywana do PM HEAs

Informacje o pojawianiu się lub zanikaniu pożądaných faz (takich jak określona faza BCC lub FCC) lub faz niepożądanych (np. faza σ , węgliki lub faz międzymetalicznych), w rzeczywistej temperaturze topnienia każdego układu HEA, kinetykę przemian w fazach, zachowanie wymiarów w zależności od temperaturą lub możliwe niepożądane procesy utleniania mogą być analizowane i badane za pomocą technik analizy termicznej.

Obecnie istnieje wiele narzędzi pozwalających na opracowanie dokładnych obliczeń termodynamicznych, aby przewidzieć oczekiwane fazy dla określonego składu w określonej temperaturze. W złożonym systemie, takim jak HEA, użycie tych narzędzi aby mieć wyobrażenie o tym, co możemy oszacować dla pewnej kombinacji elementów może być ważną zaletą. Na przykład, w wielu pracach zaobserwowano, jak skład strukturalny może się zmienić poprzez modyfikację składu pojedynczego elementu, takiego jak Al, Ti, Fe, Mn lub modyfikację dwóch pierwiastków, np. Al-Ti lub Cu-V. Dzięki obliczeniom termodynamicznym, zmiany te można było obliczyć i przewidzieć przed zbadaniem ich doświadczalnie. Jeden z przykładów może być pseudobinary diagram fazowy (CoFeCrNi)-Mo (otrzymany za pomocą oprogramowania Thermo-Calc,) który analizuje się pod kątem możliwości występowania faz σ i μ w zależności od zawartości Mo.

Inny przykład, Thermo-Calc można również wykorzystać do przewidywania obecnych faz (FCC, BCC, ciecz), w funkcji temperatury w układach AlCoCrFeNi TiNbTa_{0.5}Zr i TiNbTa_{0.5}ZrAl_{0.2} oraz do przewidywania obecności grafitu w węglu spiekany na bazie HEA jako w funkcji zawartości węgla. Thermo-Calc można zastosować również do symulacji równowagi fazowej w procesie krzepnięcia układu NiCrCoTiV. Tak więc obliczenia termodynamiczne pełnią istotną rolę w projektowaniu nowych możliwości w tym obszarze w tym w nanokompozytach.

Grupa badawcza „Metalurgia Proszków” dysponuje Laboratorium Analizy Termicznej oraz oprogramowaniem Thermo-Calc i planuje prowadzenie badań w zakresie HEA oraz zgłoszenie projektu do NCN na sfinansowanie badań w tym zakresie.

BIOMATERIAŁY

Zespół badawczy w składzie: **dr hab. Inż. Agnieszka Sobczak-Kupiec, prof. PK** – Lider zespołu badawczego, **dr hab. Inż. Bożena Tylińczak, prof. PK**, **dr hab. inż. Stanisław Kuciel, prof. PK**, **dr hab. inż. Janusz Jaglarz, prof. PK**, **dr inż. Krzysztof Miernik, dr inż. Rafał Bogucki, dr inż. Agnieszka Tomala, dr inż. Janusz Walter**

Obszary badawcze:

W ramach zespołu prowadzone są prace dot. następujących zabiegów:

1. Wielofunkcyjne kompozyty aktywne biologicznie do zastosowań w medycynie regeneracyjnej układu kostnego (prace w ramach POIR.04.04.00-00-16D7/18) – główna działalność zespołu w roku 2022
 2. Obszar badawczy związany z realizowaną pracą doktorską w ramach doktoratów wdrożeniowych „Metody addytywnego wytwarzania trójwymiarowych struktur z biomateriałów” mgr inż. Mateusz Dyląg (ATMAT sp. Z o.o.)
 3. Obszar badawczy związany z realizowaną pracą doktorską w ramach doktoratów wdrożeniowych „Opracowanie technologii wytwarzania biomateriału na osnowie magnezu do zastosowań medycznych.“ Mgr inż. Joanna Białoń (KIT Sieć Badawcza Łukasiewicz)
 4. Obszar badawczy związany z realizowaną pracą doktorską w ramach doktoratów wdrożeniowych „Wpływ parametrów obróbki warstwy wierzchniej formy do wtrysku z szybkim cyklem termicznym (RTCM) na jej właściwości i parametry eksploatacyjne“ mgr inż. Mateusz Czepiel (POLPLAST POLSKA sp. Z o.o.)
 5. Obszar badawczy związany z realizowaną pracą doktorską w ramach doktoratów wdrożeniowych „Obszar badawczy związany z realizowaną pracą doktorską w ramach doktoratów wdrożeniowych“ mgr inż. Dominik Stępka (Polynt Composites sp. Z o.o.)
- Badanie kinetyki procesu otrzymywania stref kompozytowych typu HAp/Ti w stopach na bazie tytanu
 - Funkcjonalizowane nośniki zawierających leki cytostatyczne mające na celu poprawienie skuteczności leczenia chorób nowotworowych, ograniczenie skutków ubocznych wywoływanych przez powszechnie stosowane cytostatyki, zmniejszenie dawki cytostatyku aplikowanego podczas terapii, co jest istotne biorąc pod uwagę wąski indeks terapeutyczny tych leków.
 - Kompozytowe materiały powłokowe na stopach tytanu Ti6Al4V do zastosowań medycznych i stomatologicznych.
 - Biomateriały polimerowe o charakterze nośnika substancji aktywnej do zastosowań medycynie - Celem badań jest otrzymanie oraz charakterystyka materiałów polimerowych zawierających substancje aktywne pochodzenia roślinnego należące do grupy flawonoidów (np. resweratrol, sylimaryna czy kwercetyna) i określenie wpływu tych substancji na właściwości materiałów.

W ramach zespołu prowadzone są prace w Kole Naukowym „SMART MAT“ – realizowany jest projekt FUTURE LAB

Szczegółowy plan badań i założenia metod badawczych, które są przedmiotem prac B+R zespołu badawczego kierowanego przez dr hab. inż. A. Sobczak-Kupiec, prof. PK w ramach realizowanego projektu POIR.04.04.00-00-16D7/18 (projekt realizowany w konsorcjum PWr (lider), UŁ, Sieć Badawcza Łukasiewicz ICiMB, PK) – zadania w trakcie realizacji.

Zadanie: Modyfikacja hydroksyapatytu syntetycznego oraz wiskersów hydroksyapatytowych substancją aktywną.

Niespecyficzne systemy dostarczania leków bazujące na wysokich dawkach substancji aktywnej, ze względu na nie miejscowy charakter uwalniania leku i ogólnoustrojowe działanie, mogą obniżać efekt terapeutyczny oraz działać toksycznie względem tkanek nieszkieletowych. Z wymienionych powodów badania nad rozwojem nowych materiałów bioceramicznych, przeznaczonych do terapii celowanych wspomagających regenerację kości, cieszą się dużym zainteresowaniem naukowego środowiska biomedycznego. Spośród wszystkich materiałów bioceramicznych, hydroksyapatyt ze względu na swoje unikalne właściwości biologiczne oraz możliwość jego zastosowania jako systemu dostarczania związków biologicznie aktywnych, w tym leków zapobiegających występowaniu infekcji kości, stanów zapalnych lub chorób, oraz cząsteczek promujących regenerację tkanki kostnej, takich jak peptydy, białka, czynniki wzrostu i inne czynniki osteogeniczne, jest obiecującym materiałem do aplikacji jako nośnik leku o wielokierunkowym działaniu. W związku z wyszczególnionymi aspektami uzasadnionym jest podjęcie prób opracowania składu powłok zawierających związki o charakterze terapeutycznym czy wspomagających proliferację komórek osadzonych na fazie ceramicznej, co zapewni wielofunkcyjność otrzymanych produktów oraz zapewni wyższą skuteczność terapeutyczną i uniknięcie działania ogólnoustrojowego leku.

Zadanie: Opracowanie matrycy kolagenowej zawierającej substancję aktywną, tj. klindamycynę, czynniki przeciwzapalne i wzrostu: TGF- β i/lub wzrostu VEGF

W ramach Zadania zostanie opracowana matryca polimerowa zawierająca kolagen. Kolagen to najliczniej występujące w organizmie ludzkim białko. Stanowi ono podstawowy składnik budulcowy tkanki łącznej, do której należą m.in. tkanka kostna czy tkanka chrzęstna. W prowadzonych badaniach zostanie opracowana matryca polimerowa w oparciu o to białko. Poza kolagenem, w skład opracowanej matrycy wejdą takie związki jak żelatyna czy poliwinylpirolidon (PVP), które charakteryzują się nietoksycznością oraz biokompatybilnością. Dodatkowo, matryca polimerowa zostanie wzbogacona klindamycyną,

tj. substancją aktywną o działaniu bakteriostatycznym oraz bakteriobójczym, która hamuje proces biosyntezy białka w komórkach bakteryjnych oraz czynniki przeciwzapalne i wzrostu: TGF- β i/lub wzrostu VEGF.

Matryca polimerowa zawierająca substancję aktywną zostanie otrzymana w polu promieniowania UV. W ramach powyższego zadania zostanie przeprowadzony szereg syntez mający na celu otrzymanie materiału o najkorzystniejszych właściwościach. W procesie przygotowania modyfikowanej matrycy polimerowej istotne jest dobranie składu samej matrycy, jak również określenie ilości wprowadzanej substancji aktywnej. Dodanie zbyt dużej ilości klindamycyny może zaburzyć proces otrzymywania materiału bądź uniemożliwić jego odpowiednie usieciowanie. Wprowadzenie zbyt małej ilości substancji aktywnej nie zapewni odpowiednich właściwości leczniczych materiałowi finalnemu. Dlatego też głównym celem Zadania jest opracowanie receptury otrzymywania matrycy kolagenowej zawierającej klindamycynę oraz czynniki przeciwzapalne i wzrostu: TGF- β i/lub wzrostu VEGF charakteryzującej się najkorzystniejszymi właściwościami z punktu widzenia późniejszej aplikacji materiał finalnego do celów biomedycznych.

Zadanie: Opracowanie kompozycji matrycy kolagenowej zmodyfikowanej hydroksyapatytem oraz zawierającej klindamycynę oraz czynniki przeciwzapalne i wzrostu: TGF- β i/lub wzrostu VEGF – jako materiału powłokowego

Zadanie pozwoli na opracowanie nowoczesnego materiału powłokowego zmodyfikowanego hydroksyapatytem oraz substancją aktywną w postaci klindamycyny oraz czynniki przeciwzapalne i wzrostu: TGF- β i/lub wzrostu VEGF. W ramach tego zadania zostanie przeprowadzony szereg syntez mających na celu otrzymanie matrycy kolagenowej zmodyfikowanej hydroksyapatytem oraz zawierającej klindamycynę oraz czynniki przeciwzapalne i wzrostu: TGF- β i/lub wzrostu VEGF. Badania obejmą syntezę matrycy kolagenowej z wykorzystaniem takich związków jak żelatyna czy poliwinylpirolidon (PVP). Do układu reakcyjnego zostanie również wprowadzone substancje aktywne, co przyczyni się do nadania matrycy polimerowej właściwości terapeutycznych. W zadaniu przeprowadzona zostanie modyfikacja matrycy kolagenowej zawierającej substancję aktywną hydroksyapatytem. Wykonane zostaną syntezы z wykorzystaniem hydroksyapatytu zmodyfikowanego substancją aktywną.

Zadanie: Przeprowadzenie badań inkubacyjnych w płynach typu SBF, PBS oraz płyn Ringera wytworzonych materiałów oraz wyznaczenie profilu uwalniania substancji aktywnej)

Badania in vitro w symulowanych płynach ustrojowych człowieka (typu SBF, PBS oraz płyn Ringera) będą polegały na przygotowaniu kształtek badawczych wyselekcjonowanych materiałów, a następnie zanurzeniu ich w odpowiednich płynach immersyjnych. Następnie, przygotowane próbki będą umieszczone w inkubatorze, zapewniającym utrzymanie zadanej

temperatury (37°C), po czym wykonywane będą pomiary pH oraz przewodnictwa płynów w założonych odstępach czasowych. Równoległe będą prowadzone wielopunktowe testy uwalniania substancji aktywnej osadzonej na nośniku ceramicznym będącym składową przygotowanych powłok. Zgodnie z zaleceniami Farmakopei Polskiej (FP X) i Europejskiej (Eur. Ph. 8th ed) badania te będą przeprowadzone w aparacie koszyczkowym. Na podstawie uzyskanych danych wyznaczona zostanie profil uwalniania określający zależność ilości uwolnionej substancji leczniczej od czasu prowadzenia badania. Do ilościowego określenia krzywej uwalniania będą wykorzystywane zamiennie techniki HPLC lub UV-Vis. Po okresie inkubacji materiały poddane zostaną analizie końcowej, uwzględniającej analizę stopnia degradacji wytworzonych powłok.

CIEKŁE KRYSZTAŁY

dr hab. Agnieszka Chrzanowska , prof. PK

Główną dziedziną, w której prof. Chrzanowska posiada 30 letnie doświadczenie, są ciekłe kryształy i zagadnienie anizotropii, zarówno w dziedzinie teorii obejmującej własności strukturalne jak i dynamiczne typu lepkość czy dyfuzja oraz symulacje komputerowe. Od ponad 10 lat tworzymy grupę dyskusyjną na Uniwersytecie Jagiellońskim, gdzie na zaproszenie pana profesora Lecha Longi odbywają się cotygodniowe seminaria naukowe w stylu Scottish Cafe. W tym czasie zbadany i opracowany został szereg zagadnień poświęconych powstawaniu modulowanych faz chiralnych, m.in. również w ramach projektu NCN poświęconego tymże zagadnieniom. W tym roku planowany jest również następny projekt. Od strony PK w grupie brała udział trójka pracowników PK. Oprócz prof. Chrzanowskiej był to pan dr Grzegorz Pająk i pan dr Paweł Karbowniczek.

Oprócz ciekłych kryształów prowadzone są prace w zakresie symulacje szkieł, nanocząstek oraz oddziaływania z powierzchniami i zachowanie się materii w nanoporach, w szczególności materiałów anizotropowych oraz ich porządkowanie orientacyjne pod wpływem gradientu prędkości.

KOMPOZYTY I MATERIAŁY POLIMEROWE

Skład: **dr. hab. inż. Stanisław Kuciel, prof. PK – kierownik, dr. hab. inż. Agnieszka Sobczak-Kupiec, prof. PK , dr. hab. inż. Bożena Tyliszczak, prof. PK , dr hab. inż. Jaglarz Janusz prof. PK, dr inż. Janusz Walter, dr inż. Paulina Romańska, dr inż. Rafał Bogucki,**

Grupa ta zajmuje się głównie polimerami biodegradowalnymi, obecnie realizowany jest wspólnie z przedsiębiorstwem projekt polegający na opracowaniu i wdrożeniu do produkcji naczyń i sztuków kompostowalnych.

TECHNOLOGIE SPAJANIA MATERIAŁÓW INŻYNIERSKICH I BADANIA NAD ZŁĄCZAMI

Zespół: dr hab. inż. Janusz Mikuła, prof. PK, dr inż. Sławomir Parzych, dr hab. inż. Krzysztof Mrocza, prof. PK

Zakres badań: Badania nad technologią zgrzewania rezystancyjnego punktowego stosowaną w układzie stacjonarnym, mobilnym oraz zrobotyzowanym, szczególnie w odniesieniu do zgrzewania blach stalowych ocynkowanych. Badania efektów zgrzewania z zastosowaniem technologii Friction Stir Welding (FSW) stopów na podstawie metali lekkich. Kwalifikowanie technologii spawania złączy spawanych, zgrzewanych. Badania nad zastosowaniem ręcznego lasera spawalniczego do spawania i lutospawania blach stalowych ocynkowanych. Badania nad złączami wykonanymi z zastosowaniem zrobotyzowanego hybrydowego spawania z jednoczesnym udziałem technologii GMAW-TWIN i CMT.

Infrastruktura badawcza:

Laboratorium spajania

- stacjonarne stanowiska do zgrzewania rezystancyjnego doczołowego oraz punktowego ze sterowaniem tradycyjnym
- mobilne stanowisko do zgrzewania rezystancyjnego punktowego ze sterowaniem tradycyjnym oraz w układzie kontroli procesu w czasie rzeczywistym, ze zgrzewadłem 10 kHz
- zrobotyzowane stanowisko do zgrzewania rezystancyjnego punktowego ze sterowaniem tradycyjnym oraz w układzie kontroli procesu w czasie rzeczywistym, ze zgrzewadłem 1 kHz
- urządzenia spawalnicze technologii MMA, MIG/MAG, TIG, SAW AC/DC
- wyposażenie do spawania i lutowania gazowego
- wyposażenie w palniki do natryskiwania „na gorąc” SuperJet oraz „na zimno” CastoDyn
- zgrzewarka do wykonywania przemysłowych złączy materiałów polimerowych (PE, PP) o przekroju rury, w układzie spajania doczołowego

Laboratorium preparatyki próbek do badań mikro-mechanicznych

- urządzenie do elektroerozyjnego cięcia materiałów metalicznych na potrzeby badań mikro-mechanicznych złączy

Laboratorium wirtualnej rzeczywistości (VR)

- stanowisko firmy Lincoln Electric do nauki spawania metodami MMA, GMAW, FCAW i TIG z zastosowaniem wirtualnej rzeczywistości VR i obrazowania 3D.

Współpraca z jednostkami naukowymi, badawczymi oraz przemysłem: Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut Spawalnictwa w Gliwicach, Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, firma Wiśniowski (producent stolarki metalowej, bram oraz ogrodzenia), firma Fronius Polska (międzynarodowy dystrybutor technologii i sprzętu spawalniczego), firma Fanuc automatyka przemysłowa (stanowiska zrobotyzowane), firma Protomatic (integracja stanowisk zrobotyzowanych), firma Elmatech w Niemczech (zgrzewanie rezystancyjne punktowe), firma Wiśniowski producent bram garażowych, drzwi, ogrodzeń.

Projekty badawcze w trakcie realizacji:

Projekt NCBiR – POIR.01.01.01-00-0035/21, Tytuł: *AWTech- innowacyjne rozwiązania w obszarze zgrzewania ościeżnic*, Lider projektu firmą Wiśniowski

Projekt NCN – Opus-16, Tytuł: *Analiza zmian mikrostrukturalnych zachodzących podczas zgrzewania tarcowego z mieszaniem materiału (FSW) stopów magnezu oraz stopów magnezu ze stopami aluminium i ich wpływ na własności mechaniczne połączeń*; konsorcjum: Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie (lider), Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut Spawalnictwa w Gliwicach, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie

Doktoraty wdrożeniowe:

- Tytuł rozprawy doktorskiej: *Modyfikacja właściwości złączy konstrukcji stalowych przez zastosowanie zrobotyzowanej metody spawania Cold Metal Transfer TWIN i dobór spoiwa*; we współpracy z firmą Fronius Polska
- Tytuł rozprawy doktorskiej: *Optymalizacja i charakterystyka mikrostruktury oraz właściwości złączy lutospawanych konstrukcji stalowej ocynkowanej wykonywanych z zastosowaniem manualnego lasera spawalniczego*; we współpracy z firmą Wiśniowski

Plany i perspektywy rozwoju: Budowa zrobotyzowanego stanowiska w laboratorium spajania Katedry Inżynierii Materiałowej PK do wykonywania eksperymentów i badań nad technologią hybrydową GMAW-TWIN i CMT w odniesieniu do spawania drutami litymi i proszkowymi oraz wykorzystania tej metody do tworzenia elementów w technologii przyrostowej (Additive Manufacturing).

NANOTECHNOLOGIE I STRUKTURY WARSTWOWE DO ZASTOSOWAŃ W OPTOELEKTRONICE

Skład zespołu: **dr hab. Ewa Gondek, prof. PK, dr hab. Andrzej Danel, prof. PK dr inż. Monika Pokładko-Kowar, dr Katarzyna Suchanek, dr Katarzyna Wojtasik, dr inż. Natalia Nosidlak**

Zespół badawczy tworzą naukowcy, których dotychczasowa aktywność naukowa związana była z opracowywaniem i wytwarzaniem nowych materiałów polimerowych o właściwościach półprzewodnikowych (półprzewodniki organiczne), z badaniami ich właściwości oraz z zastosowaniami w technologii organicznych komórek fotowoltaicznych i organicznych diod elektroluminescencyjnych (OLED). Opracowane materiały polimerowe wykazywały właściwości nieliniowe, które były również przedmiotem badań. Badania technologiczne w zakresie opracowania nowych materiałów polimerowych były wspomagane badaniami teoretycznymi. Przedmiotem badań były również warstwy dielektryczne wytwarzane metodą zol-żel i techniką dip-coating, które zastosowano do wytwarzania zwierciadeł dielektrycznych i warstw antyrefleksyjnych do aplikacji w fotowoltaice. W zespole prowadzone były badania nad otrzymywaniem cząstek metali, tlenków metali oraz nanokryształów nieorganicznych o określonym rozmiarze i kontrolowanych właściwościach powierzchniowych w kontekście wykorzystania ich w optoelektronice, katalizie, czy inżynierii medycznej. Członkowie zespołu posiadają kompetencje w zakresie wykorzystania elipsometrii i metod spektrofotometrycznych do optycznej charakteryzacji warstw i struktur wielowarstwowych. Na wyposażeniu laboratorium pomiarowego Zespołu znajduje się elipsometr spektroskopowy Woollam M2000 oraz spektrofotometry UV-Vis.

Przedstawiona tematyka badawcza była realizowana przy współpracy z innymi grupami badawczymi z kraju i z zagranicy, co zaowocowało licznymi publikacjami w renomowanych periodykach naukowych o wysokich współczynnikach oddziaływania i wysokiej punktacji Ministerstwa Nauki. W ostatnim czasie laboratorium technologiczne wzbogacone zostało o nowoczesny układ nanoszenia cienkich warstw metalicznych a do laboratorium pomiarowego zakupiono profesjonalny układ do charakteryzacji komórek fotowoltaicznych.

W najbliższej perspektywie czasowej członkowie Zespołu będą przede wszystkim kontynuować dotychczasowe tematy badawcze i rozwijać współpracę z innymi grupami badawczymi z poza Politechniki Krakowskiej. W zespole prowadzone są badania technologiczne w zakresie wytwarzania nowych półprzewodników polimerowych. Badania te są ukierunkowane na opracowanie nowych niskocząsteczkowych związków organicznych o możliwie szerokich pasmach absorpcji w zakresie widzialnym. Materiały o takich właściwościach są pożądane w fotowoltaice organicznej.

Rozwój naszej tematyki badawczej jest uwarunkowany możliwościami technologicznymi (wyposażenie laboratorium technologicznego) i pomiarowymi. Stąd istotną część wysiłków będziemy kierować na rozwój naszej infrastruktury technologicznej i pomiarowej, co planujemy finansować ze środków statutowych oraz z pozyskiwanych grantów ze źródeł zewnętrznych.