

Priorytet I - Materiały i technologie przyjazne dla środowiska

Priorytet II - Materiały amorficzne, nano- i mikrokrystaliczne

Priorytet III - Materiały funkcjonalne

Priorytet IV - Rozwijanie narzędzi i technik badawczych

Materiały i technologie przyjazne dla środowiska

Otrzymywanie i własności mikro- oraz nanozłącz lutowniczych na osnowie bezołowiowych lutowi formowanych metodą

elektrolityczną z ekologicznych kąpiele kompleksowych.

Kierownik tematu: **Dr hab. Piotr
Ozga, prof. PAN**

Cel badań: Opracowanie podstaw
teoretycznych formowania w skali

mikro i nanopól lutowniczych oraz lutowi za pomocą metody elektrolitycznej. Analiza zjawisk fizykochemicznych, mikrostrukturalnych oraz teksturowych towarzyszących zmniejszaniu wymiarów pól lutowniczych, jak również formowaniu nanolutowi (nanodrutów lutowniczych). Wyjaśnienie zjawisk towarzyszących osadzaniu elektrolitycznemu warstw w skali mikro oraz nano. Zaprojektowanie kąpeli elektrolitycznych do osadzania lutowi o odpowiednich własnościach dla formowania

mikro- oraz nanozłącz. Określenie właściwości wybranych warstw barierowych na formowanie związków międzymetalicznych na granicy lutowie/podłoże. Określenie odporności korozyjnej uzyskanych złącz. Przeprowadzone badania skoncentrowane będą na lutowniach cynowych oraz lutowniach na osnowie stopów Sn-Zn osadzanych elektrolitycznie z kąpeli na bazie ekologicznych składników kompleksujących.

Metody badawcze:

Elektrochemiczna mikroskopia ze skanującą sondą (EC-SPM) umożliwiającą wykorzystanie technik AFM oraz STM (badanie elektroosadzania w mikro i nanoobszarach, badania topografii powierzchni, sił elektrycznych (EFM), kontaktowej różnicy potencjałów (KPFM)). Elektrochemiczne techniki potencjostatyczne, galwanostatyczne, potencjodynamiczne oraz impedancyjne/EIS/ z wykorzystaniem wirującej elektrody dyskowej (badania kinetyki i mechanizmu elektrolitycznego

osadzania). Mikroskopowe techniki SEM oraz TEM (badania mikrostrukturalne i fazowe) wraz z analizą chemiczną (EDS) i teksturową (EBSD). Mikroskopia ramanowska (μ -RS) wraz z techniką TERS (badania formowania tlenków, jak również badania fazowe, zdefektowania oraz wielkości nanokrystalitów w mikro- i nanoobszarach lutowi, charakteryzacja zmian własności struktur grafenowych, mapowanie ramanowskie). Dyfrakcja rentgenowska (skład fazowy, wielkość ziarna). Pomiar rezystancji metodą czteropunktową oraz

impedancji metodą spektroskopii impedancyjnej. Spektroskopia UV-VIS (wielkość nanocząstek, starzenie kąpeli elektrolitycznych). Analizy chemiczne osadów (spektrometr fluorescencji rentgenowskiej). Badania lutowności (metodą rozplwu).

Oczekiwane efekty badań:

Wyjaśnienie zjawisk fizykochemicznych, mikrostrukturalnych oraz teksturowych towarzyszących zmniejszaniu pól lutowniczych, jak

również zjawisk podczas elektrolitycznego osadzania warstw oraz nanoelementów lutowniczych. Stworzenie podstaw technologii formowania mikro- i nanozłączy za pomocą metody elektrolitycznej bazującej na ekologicznych składnikach kompleksujących (cytrynianach, EDTA itp.).

Wykorzystanie wyników badań:

W nowoczesnych technologiach wytwarzania lutowniczych złączy elektronicznych na bazie lutówi bezołowiowych (technologie

μ -BGA, zestawy upakowanych układów elektronicznych z wykorzystaniem trzeciego wymiaru /3D packaging technologies/ itp.). W technologiach wytwarzania nanolutowi (1D nanosolders - nanodruty na bazie stopów lutowniczych itp.). W technologiach grafenowych (łączenie struktur na osnowie grafenu, wytwarzanie kontaktów itp). W ramach Akcji COST MP1407 (e-MINDS).

Temat zadania realizowanego w roku 2016: **Otrzymywanie i**

**własności warstw lutowniczych
na bazie bezołowiowych stopów
Sn-Zn formowanych metodą
elektrolityczną z kąpeli
cytrynianowych na warstwie
grafenowej na podłożu
miedzianym**

**Temat 2: Nanoskalowa
funkcjonalizacja powierzchni
biomateriałów dla**

**biomedycznych systemów
krążenia oraz charakterystyka
mikrostruktury i właściwości
nanostrukturalnych powłok
kompozytowych biomateriałów
do kontaktu z krwią.**

**Kierownik tematu: Dr hab. inż.
Roman Major, prof. PAN**

Cel badań: Modyfikacja powierzchni prowadząca do obniżenia trombogenności materiałów przewidzianych do kontaktu z krwią. Wykorzystanie kanałków migracyjnych wytworzonych metodą ablacji laserowej do analizy odtworzenia włókien mięśniowych gładkich komórkami macierzystymi. Określenie wpływu zróżnicowanej morfologii powierzchni wytworzonej po modyfikacji laserowej na narastanie komórkowe, roli sterylizacji plazmowej i gazowej oraz wielkości ziarna po modyfikacji a także analiza możliwości

sterowania procesem narastania komórkowego za pomocą generowanego ładunku i potencjału elektrycznego na modyfikowanej powierzchni.

Oczekiwane efekty badań:

Poznanie wpływu podłoża na migrację komórek w kanalikach w celu analizy odtworzenia włókien mięśniowych gładkich komórkami macierzystymi. Poznanie możliwości sterowania procesem narastania komórkowego za pomocą generowanego ładunku i

potencjału elektrycznego na modyfikowanej powierzchni.

Wykorzystanie wyników badań:

Projektowanie implantów układu krążenia, przygotowanie wniosków na projekty badawcze krajowe i zagraniczne we współpracy z partnerem z Austrii i Francji oraz publikacje wyników w wiodących czasopismach naukowych.

Temat zadania realizowanego w

roku 2016: Funkcjonalne biomateriały z powłokami o właściwościach specjalnych dla systemów krążenia

Temat 3: Rozwój nowych materiałów i technologii dla struktur fotowoltaicznych.

Kierownik tematu: Prof. dr hab. inż. Paweł Zięba

Cel badań: Poprawa parametrów elektrycznych i obniżenie kosztów wytwarzania ogniw opartych na krzemie krystalicznym oraz opracowanie technologii nowego typu ogniw fotowoltaicznych wytwarzanych w procesach niskotemperaturowych z

wykorzystaniem materiałów o strukturze perowskitów oraz nanocząstek metalicznych i półprzewodnikowych.

Metody badawcze: Do charakteryzacji materiałów i struktur będą zastosowane następujące metody: mikroskopia elektronowa SEM i TEM, dyfrakcja rentgenowska, spektroskopia światła UV-VIS, diagnostyka kontaktów, FTIR, elipsometria, pomiary charakterystyk I-V, pomiary sprawności kwantowych.

Do prac technologicznych będą wykorzystane urządzenia technologiczne w Laboratorium Fotowoltaicznym: piece taśmowe, sitodrukarki, piec dyfuzyjny, komora rękawicowa i dygestorium.

Oczekiwane efekty badań:

Efektem badań będzie poprawa sprawności ogniw krzemowych oraz opracowanie tanich technologii ich wytwarzania. Zostaną zoptymalizowane procesy wytwarzania złącz z wykorzystaniem źródeł ciekłych

oraz kontakty metaliczne. Prace nad złączem będą kontynuacją obecnych prac w ramach projektu norweskiego „In-line”. Przewiduje się poprawę właściwości źródeł ciekłych do wytwarzania złącz, szczególnie źródła z domieszką borową, co umożliwi uzyskanie znacznie wyższych sprawności niż z metody wykorzystującej źródła z POCI₃ stąd, prognozuje się obniżenie kosztów wytwarzania ogniw. Drugim ważnym efektem będzie poprawa kontaktów metalicznych oraz obniżenie kosztów ich wytwarzania poprzez zastosowanie miedzi jako dodatku

do stosowanych past srebrowych.

Wykorzystanie wyników badań:

Poprawa sprawności ogniw fotowoltaicznych oraz publikacja wyników w czasopismach o tematyce związanej z odnawialnymi źródłami energii.

Temat zadania realizowanego w roku 2016: **Optymalizacja procesów technologicznych dla krzemowych ogniw słonecznych**

**oraz zbadanie własności
fizycznych perowskitów do
zastosowania w ogniwach
fotowoltaicznych**

**Materiały amorficzne, nano- i
mikrokryształiczne**

**Temat 4: Nanokryształiczne
powłoki metaliczne i
kompozytowe wytwarzane
metodą elektrochemiczną**

Kierownik tematu: **Dr hab. Ewa Bełtowska, prof. PAN**

Cel badań: Zaprojektowanie kąpeli galwanicznych oraz opracowanie warunków prowadzenia procesu elektroosadzania (na podłożu stalowym) nanokrystalicznych

powłok metalicznych oraz kompozytowych na osnowie stopów niklu zawierających dodatek trudno topliwego metalu (Mo i W) zbrojonych fazą ceramiczną, o podwyższonych parametrach użytkowych zbliżonych do pokryć chromowych. Zakres prac badawczych będzie obejmował określenie wpływu wybranych parametrów elektroosadzania m.in. składu chemicznego oraz pH kąpieli galwanicznej, temperatury

prowadzenia procesu, działania zewnętrznego pola ultradźwięków oraz warunków hydrodynamicznych na kinetykę osadzania, mikrostrukturę oraz własności fizyko-chemiczne powłok.

Metody badawcze: Do wytwarzania powłok zostanie zastosowany układ z wirującą elektrodą dyskową zasilaną potencjostatem/galwanostatem.

Kinetyka elektroosadzania będzie określona metodą parcjalnych krzywych polaryzacyjnych wyznaczonych w zmiennych warunkach hydrodynamicznych, uzupełnioną pomiarami potencjału elektrokinetycznego a mikrostruktura otrzymanych powłok będzie badana technikami XRD, SEM oraz TEM. Charakterystyki korozyjne zostaną określone metodą elektrochemiczną, a właściwości mikromechaniczne i

tribologiczne testami
indentacyjnymi oraz metodą
kula-tarcza.

Oczekiwane efekty badań:

Wyniki planowanych badań
pozwolą na lepsze zrozumienie
procesów zachodzących na
katodzie podczas
współosadzania (z wodnych
roztworów elektrolitów)
ceramicznych cząstek fazy
zbrojącej i osnowy metalicznej.

Uzyskane rezultaty pozwolą na opracowanie podstaw teoretycznych wytwarzania metodą elektrochemiczną nanokrystalicznych powłok o podwyższonych właściwościach mechanicznych i antykorozyjnych, mogących stanowić substytut powłok chromowych nakładanych z toksycznych elektrolitów zawierających Cr(VI).

Wykorzystanie wyników

badań: Uzyskane wyniki badań będą przedmiotem szeregu publikacji w wiodących międzynarodowych czasopismach naukowych. Pozwolą również na opracowanie wniosku o finansowanie badań w ramach projektu badawczego NCN.

Temat zadania realizowanego w roku 2016: **Optymalizacja**

**procesu elektroosadzania
powłok kompozytowych typu
Metal Matrix Composite
(MMC) - o podstawie Ni-Mo
zawierających
nanometryczną fazę
zbrojącą.**

Temat 5: Otrzymywanie i

charakterystyka wysokowytrzymałych stopów magnezu oraz kompozytów na ich podstawie.

**Kierownik tematu: Dr hab.
Lidia Lityńska-Dobrzyńska,
prof. PAN**

Cel badań: Opracowanie technologii otrzymywania stopów magnezu oraz kompozytów na ich podstawie w celu poprawy ich wytrzymałości.

Metody badawcze: Stopy będą otrzymywane metodami wykorzystującymi szybką krystalizację, tj. odlewania pod ciśnieniem do kokili miedzianej lub odlewania cienkich taśm na

wirujący walec miedziany. Metody te prowadzą do rozdrobnienia mikrostruktury i uzyskiwania faz metastabilnych, co prowadzi do poprawy ich własności mechanicznych. Planuje się również wykorzystać intensywne odkształcenie plastyczne (ECAP oraz Groove Pressing) prowadzące do uzyskania struktury drobnoziarnistej. Kompozyty na osnowie stopów magnezu z dodatkiem nanocząstek

ceramicznych będą przygotowywane metodą intensywnego mieszania w fazie ciekłej.

Badania mikrostrukturalne będą prowadzone przy pomocy dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) oraz metod transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM). Ponadto, planuje się przeprowadzenie badań mikrokalorymetrycznych w celu określenia stabilności faz tworzących się podczas

szybkiej krystalizacji. Własności mechaniczne stopów będą określane na podstawie badań twardości lub mikrotwardości oraz badań wytrzymałości na rozciąganie lub ściskanie.

Oczekiwane efekty badań:

Głównym celem prowadzonych badań będzie określenie wpływu zastosowanych metod otrzymywania stopów oraz kompozytów na własności

mechaniczne i mikrostrukturę w porównaniu do stopu wyjściowego otrzymanego metodą konwencjonalną. W szczególności zwróci się uwagę na identyfikację faz tworzących się podczas szybkiej krystalizacji oraz rozdrobnienie struktury. W przypadku kompozytów określi się sposób rozmieszczenia wprowadzanych nanocząstek oraz strukturę granic cząstka/osnowa.

Wykorzystanie wyników

badań: Uzyskane wyniki badań będą prezentowane podczas konferencji krajowych i zagranicznych oraz będą publikowane w czasopismach zasięgu międzynarodowym. Otrzymane wyniki będą mogły stanowić podstawę do przygotowania wniosków o projekty badawcze w NCN lub NCBiR.

Temat zadania realizowanego w roku 2016: Wpływ szybkości krzepnięcia oraz intensywnego odkształcenia plastycznego na strukturę i właściwości stopu magnezu z dodatkiem pierwiastków ziem rzadkich.

Temat 6: Wpływ zmiany drogi odkształcenia na formowanie się niestabilności plastycznego płynięcia oraz początkowe stadia rekrytalizacji w silnie rozdrobnionych strukturach metali o sieci rsc.

Kierownik tematu: Prof. dr hab. inż. Henryk Paul

Cel badań: Głównym celem prowadzonych prac badawczych będzie określenie zależności krystalograficznych pomiędzy silnie zdeformowaną osnową o strukturze ultra drobnych ziaren a obszarami zlokalizowanego odkształcenia, w postaci (mikro- i makro-) pasm ścinania. Analizy prowadzone będą na poli- i mono- krystalicznych metalach o sieci rsc i o zróżnicowanej energii błędu ułożenia. Zmierzać one będą do

wyjaśnienia mechanizmów prowadzących do pojawienia się tej formy niestabilnego płynięcia a następnie opisu zmian morfologicznych i krystalograficznych jakie towarzyszą pojawieniu się nowych ziaren w procesie rekrytalizacji.

Metody badawcze: W prowadzonych badaniach wykorzystane zostaną techniki

skręcania pod wysokim naciskiem (HPT) oraz wyciskania w kanale równo-kątowym (ECAP) do przetworzenia metali natomiast do charakteryzacji otrzymanych struktur, tj. analizy zmian morfologii oraz orientacji, wykorzystane zostaną techniki oparte o transmisyjną i skaningową mikroskopię elektronową, a zwłaszcza technika pomiaru orientacji lokalnych - SEM/EBSD oraz pomiary mikrokalorymetryczne

efektów cieplnych.

Oczekiwane efekty badań: W wyniku prowadzonych prac oczekuje się dokonania opisu zmian, jakie towarzyszą formowaniu się pasm ścinania w silnie rozdrobnionych strukturach metali o sieci rsc oraz wyjaśnienia ich krystalograficznej natury, opisu sposobu w jaki tekstura globalna stanu

zdeformowanego ulega modyfikacji pod wpływem formujących się pasm ścinania, a także opisu mechanizmu transformacji tekstury w początkowych stadiach rekrytalizacji, a zwłaszcza opisu krystalograficznych uwarunkowań pojawienia się zarodków nowych ziaren.

Wykorzystanie wyników badań: Transformacja tekstury

w procesie rekrytalizacji jest jednym z ostatnich, ciągle nierozwiązanych 'wielkich problemów metalurgicznych'. Zatem prowadzone prace mają charakter podstawowy. Niemniej jednak przejrzysty opis mechanizmu formowania się pasm ścinania oraz opis natury związku przyczynowo - skutkowego związanego z pojawieniem się nowych ziaren w procesie wyżarzania ma kluczowe znaczenie dla praktyki przemysłowej, np. w

‘świadomym’ sterowaniu
procesami wytwarzania blach
cienkich.

Temat zadania realizowanego
w roku 2016: **Formowanie się
niestabilności plastycznego
płynięcia w silnie
rozdrobnionej strukturze
polikrystalicznego niklu.**

**Temat 7: Heksagonalne
materiały metaliczne o
mikrostrukturze
modyfikowanej w złożonym
schemacie odkształcenia w
zastosowaniu na
biomateriały.**

Kierownik tematu: **Prof. dr hab.
inż. K. Sztwiertnia**

Cel badań: Celem badań będzie optymalizacja mikrostruktury i tekstury materiału służącego do wytwarzania implantów lub ich części oraz opracowanie

podstaw teoretycznych
prawidłowej analizy
mikrostruktur i tekstur
materiałów o silnie
rozdrobnionym ziarnie
(wyciskanych w kanale
kątowym ECAP, wyciskanych
hydrostatycznie HE oraz
wyciskanych
osiowosymetryczne przy
nałożeniu cyklicznego
skręcania wywoływanego
matrycą - KoBo). Przewiduje
się badania nad materiałami
heksagonalnymi mającymi

zastosowanie w implantologii takimi jak tytan i biokompatybilne stopy tytanu, cynk i stopy cynku z magnezem oraz magnez i jego stopy. Równolegle prowadzone badania struktur lekkich biomateriałów kompozytowych, takich jak muszle morskie i drewno) mają na celu poznanie prawidłowości rozwiązań materiałowych ukształtowanych przez Naturę.

Metody badawcze: Na wszystkich etapach badań przewidziany jest szeroki zakres mechanicznych prób wytrzymałościowych (w tym badania anizotropii), pomiarów mikrostrukturalnych z wykorzystaniem najnowocześniejszych technik mikroskopii orientacji w skaningowych i transmisyjnych mikroskopach elektronowych (SEM i TEM) oraz technik dyfrakcji i fluorescencji rentgenowskiej. Komputerowe

przetwarzanie danych oparte na własnych rozwiązaniach software'owych (KikSpot, TARSIuS, ODYS) będzie dalej rozwijane.

Oczekiwane efekty badań:

Uzupełnienie wiedzy dotyczącej zalet oraz stabilności właściwości materiałów heksagonalnych o silnie zmodyfikowanej mikrostrukturze, a także

lekkich biomateriałów kompozytowych (takich muszle, drewno). Wyjaśnienie wpływu silnej tekstury krystalograficznej, która pojawia się w materiałach wyciskanych metodami ECAP, HE i KoBo, na anizotropię właściwości mechanicznych i biologicznych. Wyjaśnienie problemów technologicznych, np. w metodach ECAP i KoBo, które ograniczają ich zastosowanie do wytwarzania odpowiedniej jakości materiału

(zwłaszcza tytanu).

Komputerowe przetwarzanie danych pozwoli uzyskać dokładniejsze charakterystyki mikrostruktury (np. naprężenia własne, rozkłady orientacji i dezorientacji) w porównaniu z tym uzyskiwanym przy zastosowaniu oprogramowania komercyjnego.

Wykorzystanie wyników badań: Poprawa właściwości

(głównie mechanicznych) w oparciu o modyfikację mikrostrukturę oraz składu chemicznego. Zastąpienia Ti grade 5 (czyli stopu Ti-6Al-4V) i Ti grade 4 tytanem o dużej czystości (np. grade 2) i o zmodyfikowanej mikrostrukturze tak, że jego właściwości mechaniczne i biologiczne będą równe lub lepsze od właściwości Ti grade 5, używanego w implantologii. Wytwarzanie półproduktów (prętów) do nowych generacji

implantów (np. stomatologicznych) oraz implantów bioresorbowalnych. Z kolei wiedza o strukturze naturalnych biomateriałów ułatwi poszukiwania biomimetycznych rozwiązań w obszarze lekkich, funkcjonalnych materiałów gradientowych.

Nazwa zadania realizowanego w roku 2016: **Cynk jako**

**biomateriał z przeznaczeniem
na bioresorbowalne implanty.
Badanie mikrostruktur
naturalnych biomateriałów
kompozytowych część I.**

**Temat 8: Ewolucja
mikrostruktury, stabilności**

**termicznej składu fazowego i
własności
termo-mechanicznych
wybranych
wieloskładnikowych stopów
amorficznych i
mikro-krystalicznych z
udziałem nanokryształów
dziedziczonych z fazy ciekłej.**

**Kierownik tematu: Dr hab.
Tomasz Czeppe, prof. PAN**

Cel badań: określenie wzajemnej relacji pomiędzy kontrolowanymi termicznie przemianami fazowymi, ewolucją mikrostruktury a wynikającymi z tego własnościami termofizycznymi i termomechanicznymi w przypadku stopów wieloskładnikowych o wyjściowej strukturze amorficznej, częściowo krystalicznej zawierającej nanokryształy zamrożone lub mikrokrystalicznej. W

pierwszym rzędzie planuje się zbadanie stopów na osnowie Ni i Cu typu Ni-Zr-X, Ni-Al-X i Cu-Zr-X, które w warunkach równowagi krystalizują z udziałem faz międzymetalicznych a następnie wykonanie badań fazy amorficznej o właściwościach mechanicznych poprawionych poprzez udział zamrożonych cząstek fazy krystalicznej oraz struktury i przemian fazowych w stopach o strukturze mikrokrystalicznej

z udziałem kilku faz
dziedziczonych z fazy ciekłej.
Wykorzystanie zostanie
również, modelowanie
termodynamiczne (strategia
Calphad) do wyznaczenia
zakresu stabilności faz na
odpowiednich przekrojach
przez diagramy równowagi.
Konkretne dodatki do układów
metalicznych zostaną
zaplanowane w rocznych
planach zadaniowych.

Metody badawcze: Stopy będą wykonane metodą lewitacji i szybkiego chłodzenia na wirującym dysku lub zasysania do wlewnicy miedzianej. Mikrostruktura i skład fazowy będą określane metodami XRD, SEM, TEM, HREM. Właściwości termofizyczne (C_p , moduły sprężystości, współczynniki rozszerzalności cieplnej, stabilność termiczna struktury, entalpia i kinetyka przemian fazowych oraz gęstość) będą

mierzone metoda analizy termicznej i termomechanicznej a możliwości typowania najbardziej prawdopodobnych faz krystalicznych przeprowadzone zostaną na drodze modelowania diagramów fazowych przy użyciu programów Thermocalc i DICTRA. Struktura taka otrzymana zostanie metodami stosowanymi w przypadku szkielek metalicznych tj. poprzez szybkie chłodzenie z fazy ciekłej. Szybkie zestalenie

często wprowadza do struktury nanokryształy zamrożone z fazy ciekłej.

Oczekiwane wyniki badań:

Charakterystyka właściwości mikrostrukturalnych, termofizycznych i termomechanicznych użytecznych w ocenie aplikacyjności stopów, charakteryzacja nanokryształizacji z fazy ciekłej i

jej wpływu na właściwości stopów. Ocena przydatności uzyskanych mikrostruktur w katalizie lub do zwiększenia odkształcalności fazy amorficznej.

Wykorzystanie wyników badań: Publikacje i prezentacje naukowe, możliwość wystąpienia o projekt badawczy.

**Temat zadania realizowanego
w roku 2016: Wytworzenie
stopów i zbadanie
mikrostruktury, składu
fazowego i własności
termo-mechanicznych
szybko krystalizowanych
stopów na osnowie Ni z
dodatkami Nb, Sn i V,
amorficznych oraz
mikrokryształicznych;**

Materiały funkcjonalne

Temat 9: Materiały metaliczne do magazynowania energii i wodoru.

**Kierownik tematu: Prof. dr
hab. inż. Władysław**

Gąsior

**Temat 9/1: Własności
termodynamiczne
trójskładnikowych stopów
Li-Sb-Pb oraz Li-Ag-Sb.**

Kierownik tematu: **Dr hab.
inż. Przemysław Fima,
prof. PAN**

Cel badań: Pomiar
aktywność litu oraz entalpii
mieszania trójskładnikowych

ciekłych stopów Li-Sb-X,
gdzie X to Ag lub Pb,
opracowanie właściwości
fazy ciekłej oraz obliczenia
wykresów fazowych.

Metody badawcze: Planow
ane jest zastosowanie
dwóch metod
doświadczalnych do
pomiaru danych

termodynamicznych.
Planuje się badania entalpii mieszania cieczy metodą kalorymetrii typu rozpuszczania (dla każdego z badanych układów trójskładnikowych wykonane zostaną pomiary dla kilku przekrojów). Badania aktywności litu wykonane zostaną metodą pomiaru sił elektromotorycznych ogniw stężeniowych dla stopów o

stałym stosunku Sb/Pb oraz Sb/Ag (2-3 dla każdego układu). Zarówno pomiary kalorymetryczne jaki i sił elektromotorycznych, prowadzone w szerokim zakresie stężeń i temperatur dostarczą informacji o położeniu likwidusu w układach Li-Sb-X.

Oczekiwane efekty badań:

Głównym efektem badań będzie zgromadzenie danych termodynamicznych dla badanych układów, dla których ani diagramy fazowe, ani ich właściwości termodynamiczne nie zostały dotąd zbadane.

Wykorzystanie wyników

badań: Planowana jest prezentacja wyników na najważniejszych konferencjach krajowych i zagranicznych poświęconych termodynamice stopów, jak i publikacje w wiodących czasopismach indeksowanych przez Journal Citation Reports. W szczególności zebrane dane mogą zostać wykorzystane

do opracowania termodynamicznego badanych układów i obliczenia ich diagramów fazowych. Proponowana tematyka ma charakter badań podstawowych, stąd uzyskane wyniki mogą być podstawą dla przyszłych wniosków o projekty badawcze wnioskowane do Narodowego Centrum Nauki jak i European Research

Council. Zebrane dane mogą zostać wykorzystane również do wyjaśnienia zjawisk zachodzących podczas ładowania i rozładowania ogniw, w których jedna z elektrod wykonana jest ze stopu będącego przedmiotem proponowanych badań.

Temat zadania
realizowanego w roku 2016:
**Właściwości
termodynamiczne
trójskładnikowych stopów
Li-Sb-X**

Temat 9/2: Badania sorpcyjne wodoru w magnezie, azotku magnezu, węgłu drzewnym i nanorurkach węglowych oraz badania fizykochemiczne dla stopów Pb-Sb oraz Pb-Sb-Li.

Kierownik zadania: **Prof. dr
hab. inż. Władysław
Gąsior**

Cel badań: Określenie
napięcia powierzchniowego,
gęstości i lepkości ciekłych

roztworów
dwuskładnikowych Pb-Sb
oraz Li-Pb-Sb w warunkach
argonu wysokiej czystości
metodą wypływu oraz
przeprowadzenie badań
sorpcji wodoru dla magnezu,
azotku magnezu, węgla
drzewnego oraz nanorurek
grafenowych.

Metody badawcze:

Badania właściwości fizykochemiczne będą prowadzone na aparaturze zbudowanej w Instytucie a badania sorpcyjne na profesjonalnej aparaturze firmy ISOCHEMIA do badań sorpcji w ciałach stałych i cieczach.

Oczekiwane efekty badań:
Określenie zależności temperaturowych napięcia

powierzchniowego, lepkości i gęstości oraz skonfrontowania ich z wartościami uzyskanymi z modelowanie a także wyznaczenie optymalnych warunków (temperatura, ciśnienie wodoru) absorpcji i desorpcji dla cytowanych materiałów.

Wykorzystanie wyników badań: Wyniki badań zostaną opublikowane w czasopismach cytowanych przez JCR a także będą prezentowane na konferencjach międzynarodowych i krajowych. Ponadto, zmierzone dane właściwości fizykochemicznych będą wprowadzone do ogólnodostępnej bazy

**SURDAT sukcesywnie
modyfikowanej w Instytucie.**

**Temat zadania
realizowanego w roku 2016:
Pomiary sorpcji wodoru w
magnezie oraz pomiary
napięcia
powierzchniowego,
lepkości i gęstości
ciekłych roztworów Pb-Sb.**

Temat 10: Strukturalne aspekty przemiany martenzytycznej w materiałach funkcjonalnych na podstawie stopów Heuslera.

Kierownik tematu: Dr hab. inż. Wojciech Maziarz, prof. PAN

Cel badań: Optymalizacja właściwości funkcjonalnych (chłodzenie magnetyczne, magnetyczna pamięć kształtu) stopów Heuslera poprzez modyfikację składu chemicznego, struktury krystalicznej i mikrostruktury.

Metody badawcze: Planuje się zastosowanie szeregu metod badawczych pozwalających na charakterystykę strukturalną i mikrostrukturalną stopów Heuslera wytwarzanych odmiennymi technologiami charakteryzującymi się właściwościami funkcjonalnymi (efekt magnetokaloryczny, magnetyczna pamięć

kształtu) w pobliży
temperatury pokojowej.
Planuje się badania stopów
polikrystalicznych
otrzymanych drogą
konwencjonalnej metalurgii,
metalurgii proszków oraz
metodą szybkiej
krystalizacji, jak również
monokryształów
hodowanych metodą
Bridgmana. Zakres
temperaturowy

występowania przemiany
martenzytycznej i odwrotnej
zostanie określony metoda
kalorymetryczną (DSC).
Struktura krystaliczna,
stopień uporządkowania
fazy macierzystej (austenitu)
oraz zależności
krystalograficzne pomiędzy
wariantami martenzytów i
różnymi typami granic
określane będą z
wykorzystaniem dyfrakcji

promieniowania rentgenowskiego (RTG) oraz dyfrakcji elektronów wstecznie rozproszonych (EBSD). Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM) zostanie wykorzystana dla określenia typu i rozmiaru ziaren, mikrosegregacji składu chemicznego, procesów wydzielania oraz struktury krystalicznej w mikro i

nanoobszarach.

Oczekiwane efekty badań:

Głównym efektem badań będzie wyjaśnienie zależności pomiędzy strukturą a właściwościami funkcjonalnymi materiałów na osnowie stopów Heuslera. W szczególności oczekuje się uzyskania

odpowiedzi na temat wpływu procesu uporządkowania na przemianę martenzytyczną i wielkość efektu magnetokalorycznego w stopach polikrystalicznych. W przypadku monokryształów planuje się określenie roli procesu „trenowania” stopów metamagnetycznych w uzyskaniu jednowariantowej struktury martenzytycznej

oraz możliwości ich zastosowania jako zamienniki dla stopów z układu Ni-Mn-Ga.

Wykorzystanie wyników badań: Wyniki planuje się prezentować na najważniejszych konferencjach krajowych i zagranicznych związanych z

niniejszą tematyka, jak również będą publikowane w liczących się czasopismach. Ponieważ proponowana tematyka posiada charakter badań podstawowych jak i aplikacyjnych, uzyskane wyniki mogą posłużyć jako baza dla przyszłych wniosków o projekty badawcze zarówno w Narodowym Centrum Nauki

jak i Narodowym Centrum
Badań i Rozwoju.

Temat zadania
realizowanego w roku 2016:
**Wpływ obróbki
cieplno-mechanicznej na
właściwości
magneto-kaloryczne
monokryształu stopu
Heuslera z układu**

Ni-Mn-Sn

Temat 11: Otrzymanie i właściwości powłok Ni-P oraz Ni-Re-P osadzanych bezprądowo oraz ich

reaktywność z lutowiami bezołowiowymi.

**Kierownik tematu: Dr hab.
Joanna Wojewoda-Budka,
prof. PAN**

Cel badań: Optymalizacja składu chemicznego powłok Ni-P oraz Ni-Re-P osadzanych bezprądowo na miedzi poprzez charakterystykę mikrostrukturalną, składu chemicznego i właściwości mechanicznych połączeń uzyskanych powłok z lutowiami bezołowiowymi.

Metody badawcze: Opracowana zostanie technologia otrzymywania powłok Ni-P oraz Ni-Re-P o różnej zawartości fosforu i dodatku renu na miedzi. Powłoki te będą uzyskiwane bezprądowo w ramach już trwającej współpracy z Instytutem Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN. Charakterystyka mikrostruktury powłok oraz

połączeń powłoka/lutowie zostanie dokonana metodami skaningowej oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej. Badania składu chemicznego i fazowego zostaną przeprowadzone przy użyciu technik spektroskopii dyspersji energii prom. X, dyfrakcji rentgenowskiej oraz elektronowej, które pozwolą określić charakter

uzyskanej powłoki
(amorficzna/nanokrystaliczn
a) oraz skład
chemiczny/fazowy
utworzonej strefy reakcji. W
celu wyznaczenia
stabilności termicznej, w tym
temperatury krystalizacji dla
powłok amorficznych,
przeprowadzony zostanie
eksperyment z
zastosowaniem skaningowej
różnicowej kalorymetrii.

Jakość uzyskanych połączeń zostanie zweryfikowana poprzez poddanie ich serii cykliów termicznych zgodnie z normami obowiązującymi w przemyśle elektronicznym. Poddane szokom termicznym połączenia zostaną przebadane za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej oraz, jeśli to okaże się

koniecznym, transmisyjnej mikroskopii elektronowej. Ponadto, dla wybranych składów przeprowadzone zostaną badania mikrotwardości oraz testy na ścinanie wzbogacające w sposób istotny wiedzę na temat możliwych miejsc propagacji pęknięć i pozwalających na wskazanie optymalnego składu powłoki.

Oczekiwane efekty badań:

Obecnie w montażu powierzchniowym w przemyśle elektronicznym szerokie zastosowanie znajdują powłoki Ni-P/Au (Electroless Nickel Immersion Gold - ENIG), nanoszone bezprądowo, które pomimo licznych zalet posiadają również szereg wad (porowate złoto, kruche złoto oraz tzw. czarne pola).

Rozwiązania istniejących problemów należy szukać w modyfikacji składu powłok. Dotychczasowe badania dotyczące reaktywności powłok Ni-P z lutowiami wskazują na znaczący wpływ zawartości fosforu na ilość i rodzaj tworzących się niepożądanych faz typu $NixPy$. Doniesienia literaturowe sugerują, że ren obniża zawartość fosforu w

powłóce, co powinno korzystnie wpływać na jakość lutownych połączeń. Niemniej jednak do tej pory nie prowadzono badań nad reaktywnością lutowi z powłokami Ni-P z dodatkiem renu, dlatego proponowane badania mają charakter nowatorski.

Wykorzystanie wyników badań: Wyniki planuje się prezentować na najważniejszych konferencjach krajowych i zagranicznych związanych z niniejszą tematyką, jak również będą publikowane w liczących się czasopismach.

Proponowana tematyka posiada charakter badań podstawowych jak i

aplikacyjnych, uzyskane
wyniki mogą posłużyć jako
baza dla przyszłych
wniosków o projekty
badawcze zarówno w
Narodowym Centrum Nauki
jak i Narodowym Centrum
Badań i Rozwoju.

Rozwijanie narzędzi i technik badawczych

Temat 12: Analiza orientacji krystalograficznych, sprężystych odkształceń sieci krystalicznej i granic ziaren w materiałach polikrystalicznych.

Kierownik tematu: **dr hab.
Adam Morawiec, prof.
PAN**

Cel badań: Celem zadania jest rozwój teoretycznych oraz numerycznych metod analizy tekstur krystalograficznych,

pojedynczych orientacji krystalitów i relacji między orientacjami kryształów i granic ziaren w materiałach polikrystalicznych. Część prac będzie dotyczyć wyznaczania i analizy sprężystych odkształceń sieci krystalicznej.

Metody badawcze:

Metody teoretyczne i numeryczne.

Oczekiwane efekty

badania: Rozwój teoretycznych oraz numerycznych metod dotyczących orientacji krystalitów służy

usprawnieniu
wyznaczania i analizy
pojedynczych orientacji,
tekstur, map orientacji czy
relacji orientacji między
kryształitami różnych faz.

**Wykorzystanie wyników
badań:** Wyniki badań
będą publikowane.

Nazwa zadania
realizowanego w roku
2016: **Parametry
Rodriguesa w
niekarterzjańskich
układach
współrzędnych.**

Temat 13: Rozwój spektroskopowych i dyfrakcyjnych metod analitycznych oraz badań in-situ w SEM.

**Kierownik tematu: Prof.
dr hab. inż. Marek
Faryna**

Cel badań: Celem zadania jest poszerzenie możliwości badawczych zaawansowanych metod analitycznych w wysokorozdzielczym skaningowym mikroskopie

elektronowym.

Metody badawcze:
wysokorozdzielcza
skaningowa mikroskopia
elektronowa.

Oczekiwane efekty

badań: Poprawa efektywności procesu pomiarowego zarówno w spektrometrii dyspersji energii jak i dyspersji długości fali promieniowania rentgenowskiego. Poszerzenie granic fizycznej i efektywnej zdolności rozdzielczej dyfrakcji elektronów

wstecznie rozproszonych
poprzez analizy
elektronów
rozpraszanych do przodu
(FSD). Rozwój techniki
in-situ

**Wykorzystanie wyników
badań:** Uzyskane wyniki
badań będą

prezentowane podczas konferencji krajowych i zagranicznych oraz zostaną opublikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. Otrzymane wyniki badań będą mogły stanowić podstawę do przygotowania wniosków o projekty badawcze finansowane przez NCN.

Temat Zadanie realizowanego w roku 2016:

**Rozwój procedur
określających
zawartość
kontaminowanego
węgla analizowanego za**

**pomocą techniki
dyspersji długości fali
promieniowania
rentgenowskiego WDXS
(kontynuacja zadania
statutowego z roku
2014)**

**Poprawa przestrzennej
zdolności rozdzielczej w**

**mikroskopii orientacji
poprzez zastosowanie
transmisyjnej wiązki
elektronowej w SEM do
akwizycji dyfrakcji
elektronów wstecznie
rozproszonych(t-EBSD)
(kontynuacja zadania
statutowego z roku
2015)**

Temat 14: Obserwacje przemian fazowych in-situ w czasie grzania próbek w TEM.

**Kierownik tematu: Prof.
dr hab. inż. Jerzy
Morgiel**

Cel badań: Opis mechanizmu przemian fazowych w wybranych materiałach w celu optymalizacji ich własności użytkowych.
Metody badawcze:
Badania będą

skoncentrowane na kompleksowej charakterystyce mikrostruktury materiałów z wykorzystaniem zaawansowanych technik mikroskopii transmisyjnej takich jak mikroskopia analityczna (oparta na mikroanalizie z wykorzystaniem przystawki EDS) oraz

wysokorozdzielcza (HREM). Eksperymenty te będą prowadzone z wykorzystaniem nowo zakupionego uchwytu do grzania próbek w transmisyjnym mikroskopie elektronowym. Uchwyt ten wyposażony jest w własny system chłodzenia wodą co zapewnia wysoki

poziom stabilizacji obrazu w czasie prowadzonych obserwacji. Badania in-situ zostaną w wybranych przypadkach uzupełnione obserwacjami ex-situ.

Oczekiwane efekty badań: Głównym celem

prorowadzonych badań
będzie opis mechanizmu
przemian fazowych wraz
ze wskazaniem wpływu
poszczególnych
składników mikrostruktury
oraz gradientów składu
chemicznego na ich
przebieg.

Przeprowadzone
obserwacje powinny
pozwolić na optymalizacje

końcowych własności
badanych materiałów. W
szczególności podjęta
zostanie kwestia
mechanizmu wydzielania
faz z przesyconych
roztworów stałych (a w
tym w stopach magnezu
oraz nowo
opracowywanych
stalach), jak też
elementów

warunkujących różnych faz martenzytycznych w stopach Hausera oraz przemian fazowych w nanomaterialach.

Wykorzystanie wyników badań: Prowadzone eksperymenty powinny uzupełnić i powiązać

prace badawcze
prowadzone w pracowni
DN-3, a ich wyniki badań
będą prezentowane
podczas konferencji
krajowych i
zagranicznych oraz będą
publikowane w
czasopismach zasięgu
międzynarodowym.
Zebrane doświadczenia
będą stanowić podstawę

do przygotowania
wniosków o projekty
badawcze finansowane
poprzez NCN.

Temat zadania
realizowanego w roku
2016: **Obserwacje
przemian fazowych
in-situ w czasie grzania**

próbek w TEM.