

## AUTOREFERAT

Dziedzina moich zainteresowań naukowych obejmuje obszar wytwarzania, przetwarzania i recyklingu odlewów z metalowych materiałów kompozytowych oraz zastosowanie metod opisu i identyfikacji ich struktury (za pomocą metod stereologicznych i statystycznych) i jakości (przede wszystkim za pomocą narzędzi jakościowych). W całym okresie mojej pracy zawodowej, w ramach działalności naukowo-badawczej, zajmowałam się metalowymi odlewami kompozytowymi typu „in situ” i „ex situ”, ich technologią, właściwościami, sposobami łączenia (głównie przez spawanie lub zgrzewanie), problematyką wad struktury tych materiałów oraz wytwarzaniem pian metalowo-ceramicznych. Potwierdzają to liczne projekty badawcze, w których uczestniczyłam i około 70 publikacji krajowych i zagranicznych bezpośrednio związanych z tą tematyką (54 po uzyskaniu stopnia doktora). **Autorski wkład w rozwój dyscypliny budowy i eksploatacji maszyn, stanowi opisanie i nazwanie nie określonych dotychczas cechy jakości odlewów kompozytowych, bez których niemożliwy byłby opis jakości odlewów z tych tworzyw (w myśl kwalitologii). A także zaproponowanie sposobu określania ich wagi za pomocą diagramu Pareto-Lorenza i wskazania metod identyfikacji oraz opisu, przez co określenia ich miar wartościowania, a także materiałowo-technologicznych uwarunkowań (przy pomocy diagramu Ishikawy) jakości odlewów kompozytowych typu „in situ” i „ex-situ” co przedstawiłam w rozprawie habilitacyjnej pt. *Materiałowo-technologiczne uwarunkowani jakości odlewów z metalowych materiałów kompozytowych.***

### I. Przebieg pracy naukowo-badawczej przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora

W roku 1991 ukończyłam Liceum Ogólnokształcące o profilu matematyczno-fizycznym. W tym też roku rozpocząłam studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej. W roku 1994 rozpocząłam studia zaoczne w Wyższej Szkole Morskiej w Szczecinie na Wydziale Nawigacyjnym. Studia wyższe na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej ukończyłam w roku 1997 – kierunek Inżynieria Materiałowa, broniąc pracę magisterską pod tytułem: „Badanie właściwości recyklingowych kompozytów polietylenowo-polistyrenowych modyfikowanych polietylenem” składającej się zarówno z opracowania teoretycznego jak i części praktycznej. Część praktyczna obejmowała przede wszystkim badania strukturalne i badania właściwości mechanicznych kompozytów o różnej zawartości modyfikatora przed recyklingiem i po. Studia wyższe na Wydziale Nawigacyjnym Wyższej Szkoły Morskiej w Szczecinie ukończyłam w roku 1998 – kierunek Transport Morski, broniąc pracę inżynierską o temacie: „Analiza remontów żurawi masowych w porcie Szczecin–Świnoujście” skła-



dającej się zarówno z opracowania teoretycznego jak i części praktycznej. Część praktyczna obejmowała przede wszystkim usystematyzowanie remontów badanych obiektów w czasie wraz z określeniem ich rodzaju. Następnie opis statystyczny zawierający probabilistyczną ocenę prawdopodobieństwa występowania awarii żurawi masowych na danym terenie. W 1997 roku rozpocząłem pracę jako nauczyciel akademicki i pracownik naukowo-badawczy na stanowisku asystenta w Zakładzie Inżynierii Materiałów Okrętowych, Instytucie Nauk Podstawowych Technicznych (obecnie Instytut Podstawowych Nauk Technicznych) na Wydziale Mechanicznym w Wyższej Szkole Morskiej w Szczecinie (obecnie Akademia Morska w Szczecinie), gdzie pracuję do dzisiaj. W tym czasie zostałam włączona do działalności naukowo-badawczej (w Instytucie Nauk Podstawowych Technicznych Wyższej Szkoły Morskiej w Szczecinie oraz w Instytucie Technologii Materiałów Politechniki Poznańskiej) zarówno o aspekcie poznawczym jak i użytkowym, zwłaszcza technologii materiałów kompozytowych, recyklingu, badania struktur oraz diagnostyki i właściwości odlewów z tych tworzyw. Spośród najważniejszych realizowanych wówczas badań o aspekcie poznawczym należy wymienić: projekt badawczy własny prowadzony pod kierownictwem dr hab. inż. Jacka Jackowskiego pt. „Model powstawania porowatości odlewów z metalowych kompozytów nasycanych” (KBN 7 T0B 010 18) oraz projekt badawczy promotorski realizowany przeze mnie pod kierownictwem Profesora dr hab. inż. Michała Szweycera pt. „Klasyfikacja wad struktury odlewów z metalowych kompozytów nasycanych” (KBN 7 T08B 7 21). Projekt wykonywałam w latach 2001–2002. Zaangażowanie w ww. zagadnienia zaowocowało wieloma publikacjami zespołowymi (około 17 przed obroną pracy doktorskiej), do których między innymi należą:

1. Grabian J., Gawdzińska K.: *Badanie prędkości fali ultradźwiękowej metodą interferencyjną w metalowych kompozytach nasycanych*. Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji PAN O/Poznań, 2000, vol. 20 nr 1, s. 55–62.
2. Szweycer M., Gawdzińska K., Jackowski J.: *Analiza warunków tworzenia się porowatości gazowej w metalowych kompozytach nasycanych*. Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji PAN O/Poznań, 2001, vol. 21 nr specjalny, s. 171–176.
3. Jackowski J., Gawdzińska K., Zasada D.: *Ocena zwartości struktury odlewu z metalowego kompozytu nasycanego*. Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji PAN O/Poznań 2002, vol. 22 nr 1, s. 89–99.
4. Gawdzińska K., Nagolska D., Szweycer M.: *Technologia materiałów*. Skrypt, wydawca: Fundacja Rozwoju WSM, Szczecin 2002.
5. Gawdzińska K., Grabian J., Wojnar L.: *Analysis of Defects Formation in As-Cast Metal Saturated Composites*. Metallurgy, vol. 42 (2003) 2, s. 135–140.
6. Gawdzińska K., Grabian J., Jackowski J.: *Investigation into the propagation of acoustic waves in metal composite materials with ceramic reinforcement*. Referat na VI Międzynarodowej Konferencji “Technology’99”, Bratysława, 8–9.09.1999, s. 57–61, vol. I.
7. Gawdzińska K., Grabian J., Jackowski J.: *Próba klasyfikacji wad odlewów z metalowych kompozytów nasycanych*. Referat na IV Seminarium Ogólnopolskim „Kompozyty ‘2000 – Teoria i praktyka”, Jaszowiec, 29–31.03.2000, s. 275–282.



8. Gawdzińska K., Jackowski J., Szweycer M.: *Porosity variations of casting made of saturated metal composites*. PTMK, „Kompozyty” Nr 1, s. 68–71, Jaszowiec, 18–20 kwietnia 2001.
9. Gawdzińska K., Grabian J., Jackowski J., Szweycer M.: *Specyfika wad odlewów z metalowych kompozytów zawieszinowych i nasyconych*. IV Konferencja Naukowo-Techniczna Odlewnictwa Metali Nieżelaznych „Nauka i Technologia”, Niedzica 17–19.05.2001, s. 13–17.
10. Jackowski J., Szweycer M., Gawdzińska K., Grabian J.: *Gas porosity in the castings made of saturated metal composites*. Konferencja Międzynarodowa Podbanske, Słowacja, 16–18 maja 2001 r., Acta Metallurgica Slovaca, 3, 7, 2001, t. 2/2, s. 353–359.
11. Grabian J., Gawdzińska K., Jackowski J., Szweycer M.: *Defect specificity of casts made from suspended and saturated metal composites*. Kongres Międzynarodowy Materials Week 1–4.10.2001, Monachium, Niemcy.

Podczas realizacji powyższych prac w przypadku odlewów z kompozytów metalowych, a szczególnie wytwarzanych przez nasycanie, stwierdziłam brak możliwości opisu i identyfikacji wad odlewów. Okazało się, że klasyfikacja wad odlewów z materiałów klasycznych (żeliwo, staliwo, stopy metali nieżelaznych) jest niewystarczająca i wymaga uzupełnienia o wady wspomnianych tworzyw. Problem ten stał się przyczyną podjęcia prac nad stworzeniem takiej klasyfikacji i w efekcie – powstania mojej pracy doktorskiej. W pracy tej o temacie „Analiza i klasyfikacja wad struktury odlewów z metalowych kompozytów z nasycanym zbrojeniem” napisanej pod kierunkiem Profesora Michała Szweycera (Politechnika Poznańska) stworzyłam klasyfikację wad struktury odlewów z metalowych kompozytów nasyconych, stanowiącą grupę w klasyfikacji wad odlewów z materiałów klasycznych (staliwo, żeliwo, stopy metali nieżelaznych). Grupę tę nazwałam wady struktury. Klasyfikację wad struktury odlewów z metalowych kompozytów nasyconych przedstawiłam analogicznie jak w Polskiej Normie (PN-85/H-83105). Oznaczyłam wady, zakwalifikowałam je do odpowiedniej podgrupy wad struktury odlewów z metalowych kompozytów nasyconych, a schematy poparłam przykładami wad wraz ze wskazaniem przyczyn ich występowania i sposobami zapobiegania. Inspiracją do zainteresowania się tą tematyką było doświadczenie badawcze i bogata literatura na temat wad odlewów z klasycznych stopów, w tym także normy klasyfikujące te wady. W 2004 roku zostałam wyróżniona Nagrodą III Stopnia Rektora Wyższej Szkoły Morskiej w Szczecinie, za szczególne osiągnięcia naukowo-badawcze i za pracę doktorską, którą obroniłam w 2003 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej.

## **II. Przebieg pracy naukowo-badawczej po uzyskaniu stopnia naukowego doktora**

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych zostałam przeniesiona na etat adiunkta w rodzimym zakładzie i dalej kontynuowałam prace związane z odlewanymi materiałami kompozytowymi o osnowie metalowej. Współpracowałam z wieloma ośrodkami badawczymi między innymi: z Politechniki Śląskiej, Poznańskiej, Krakowskiej, Warszawskiej, Wrocławskiej, Szczecińskiej (obecnie Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie) oraz Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W tym czasie zajmowałam się głównie metodami opisu struktury metalowych odlewów kompozytowych, przede wszystkim



poszukiwałam metod uniwersalnych pozwalających na pełny opis i identyfikację interesujących mnie defektów, takich jak: tomografia komputerowa (badania wykonywałam w Niemczech w Firmie Phoenix/X-ray) czy też mikroskopia konfokalna (badania przeprowadzałam w firmie Olympus w Warszawie), defektoskopia radiologiczna (firma TECHNIKS) czy też mikroskopia sił atomowych, porozymetria rtęciowa (badania wykonywałam na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie). Przeprowadzałam też liczne badania związane z zastosowaniem odlewów kompozytowych podczas ich eksploatacji w Chorwacji (Croatian Metallurgical Society – dwutygodniowy staż naukowy w 2004 roku) i w firmie Polish Work-Shop, gdzie odbywałam praktykę zawodową podczas półrocznego urlopu habilitacyjnego (rok 2008). Odbyłam również dwutygodniową praktykę zawodową w Stoczni Remontowej „DOK” w Kołobrzegu, gdzie między innymi prowadziłam diagnostykę odlewów za pomocą emisji akustycznej. Zajmowałam się sposobami łączenia zawieszinowych metalowych odlewów kompozytowych zbrojonych cząstkami poprzez spawanie i zgrzewanie oraz opisem jakości złączy spawanych. Dużą część pracy naukowo-badawczej poświęciłam pianom metalowo-ceramicznym, wytwarzałam te materiały na prototypowym stanowisku stworzonym w Zakład Inżynierii Materiałów Okrętowych. Uczestniczyłam w jego projektowaniu i konstruowaniu, dobierałam parametry technologiczne i opisywałam strukturę gotowych wyrobów wraz z określaniem ich właściwości np. przeciwpożarowych. Uczestniczyłam w następujących projektach badawczych, jako kierownik projektu lub wykonawca:

- projekt badawczy własny MNiSW nr N N508 0843 33 pt. „Materiałowo-technologiczne uwarunkowania powstawania wad w odlewach z metalowych materiałów kompozytowych”, kierownik projektu;
- projekt badawczy własny MNiSW nr N N508 4452 36 pt. „Projektowanie struktury nasycanego metalem zbrojenia pod kątem możliwości recyklingu powstałych odlewów kompozytowych”, wykonawca;
- projekt badawczy rozwojowy NCBR, N R07 0017 06 pt. „Opracowanie i optymalizacja technologii spieniania w sposób ciągły kompozytów metalowo-ceramicznych zawieszinowych”, wykonawca;
- projekt badawczy własny MNiSM nr N N507 2041 33 pt. „Kształtowanie struktury i właściwości kompozytowych pian metalowych jako materiałów izolacyjnych o dużej odporności pożarowej”, wykonawca;
- projekt badawczy konkursowy MNiSW POIG-01.01.02-097/09-00 pt. „Nowe materiały konstrukcyjne o podwyższonej przewodności cieplnej”, wykonawca;
- projekt badawczy własny MNiSW nr 3 T08 B 022 26 pt. „Recykling odlewów z kompozytów metalowych zawieszinowych i z nasycanym zbrojeniem”, wykonawca,

czy też badaniu statutowym nr 8/S/INPT/09 pt. „Technologia i badania właściwości nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych dla okrętownictwa”.

Zaowocowało to szeregiem publikacji przedstawianych na licznych konferencjach krajowych i zagranicznych (przedstawionych w załączniku 3) oraz zgłoszeniem patentowym (rok 2009) pt. „Sposób kształtowania wyrobów z nasycanych kompozytów zbrojonych włóknem nieuporządkowanym”. A także wyróżnieniami Rektora Akademii Morskiej w Szczecinie w roku 2006 – indywidualną nagrodą Rektora III stopnia za działalność naukowo-badawczą za rok 2005, w roku 2009 zespołową nagrodą Rektora II stopnia za działalność naukowo-



badawczą za rok 2008 i w roku 2011 również zespołową nagrodą Rektora II stopnia za działalność naukowo-badawczą za rok 2010.

Podczas zajmowania się odlewami kompozytowymi stwierdziłam, że w odlewnictwie pojęcie wady (lub niezgodności) wynika z porównania stanu istniejącego ze stanem idealnym, który w rzeczywistości nie istnieje. Wada nie może zatem świadczyć o jakości odlewu, która wynika z porównania stanu istniejącego z wymaganiami. To ostatnie stwierdzenie wymusiło opracowanie metod opisu stanu istniejącego poprzez określenie cech jakości wyrobu. Ponieważ metalowe odlewy kompozytowe różnią się swoją strukturą od odlewów z materiałów klasycznych. Ich opis jakości będzie się zatem różnił od opisu jakości odlewów z tworzyw klasycznych. Dlatego celem mojej rozprawy habilitacyjnej pt. „Materiałowo-technologiczne uwarunkowania jakości odlewów z metalowych materiałów kompozytowych” stało się określenie zbioru cech jakości tych tworzyw opartych na analizie materiałowo-technologicznych uwarunkowań jakości i metodyce diagnozowania tych materiałów. Osiągnięcie podanego celu wymagało realizacji następującego programu badań: przedstawienie stanu zagadnienia dotyczącego jakości odlewów kompozytowych poprzez opis jakości odlewów, definiowanie cechy i wybranie narzędzia zarządzania jakością oraz analizę procesu technologicznego odlewów z materiałów klasycznych i kompozytów metalowych typu „in-situ” i „ex-situ”. Uwzględniłam projektowanie technologii odlewniczej, materiały na odlewy a także opisałam topienie metalu, wypełnianie formy metalem, krzepnięcie, krystalizację, stygnięcie oraz usunięcie odlewu z formy (rozdział pierwszy pracy). Dalszą część rozprawy przedstawiłam w formie zbioru artykułów odpowiednio opatrzonego komentarzem i dzielącą prace na, kolejne rozdziały. I tak w rozdziale drugim pracy określiłam zbiór cech jakości odlewów kompozytowych i usystematyzowałam je. Układ rozdziału obejmuje przedstawienie wybranych właściwości odlewanych metalowych materiałów kompozytowych. W przedstawionych pracach źródłowych scharakteryzowałam właściwości, między innymi takie jak: twardość, wytrzymałość na rozciąganie kompozytów o osnowie siluminowej z nasycanym zbrojeniem glinokrzemianowym. W innych pracach źródłowych (przedstawionych w tym rozdziale) opisałam właściwości tribologiczne i dokonałam analizy mikroskopowej zmian stanu powierzchni w celu identyfikacji mechanizmów zużycia materiałów kompozytowych o zróżnicowanej budowie. Przedstawiłam również próby eksploatacji kompozytów zawieszinowych w symulowanych warunkach podwyższonej temperatury. Określiłam wpływ szybkości chłodzenia (opisany za pomocą krzywych krzepnięcia) na strukturę odlewów zawieszinowych. Porównałam również materiały kompozytowe chłodzone w formie piaskowej i kokili. Przeprowadziłam analizę mikrostruktury rodzajów zbrojeń ceramicznych wykorzystywanych do wytwarzania kompozytów z nasycanym zbrojeniem w kontekście jej wpływu na potencjalne powstawanie wad mikrostrukturalnych gotowych wyrobów. Ustalenia wagi poszczególnych cech opisujących jakość odlewów kompozytowych (rozdział trzeci) dokonałam na podstawie analizy struktury badanych tworzyw i diagramu Pareto-Lorenza. W rozdziale tym opisałam również porowatość odlewów kompozytowych i określiłam mechanizm jej powstawania wraz z opisem jej postaci (typów) i wartościowaniem. Stwierdziłam, że porowatość odlewów kompozytowych w znacznej mierze różni się od porowatości w odlewach z materiałów klasycznych. Przeanalizowałam dobór powiększenia i jednorodność wielkości, kształtu, rozmieszczenia badanych obiektów (fazy zbrojącej) w odlewach kompozytowych. Stwierdziłam, że zbiór cech można rozszerzyć o podzbiór cech jakości opisujących materiał osnowy, zbrojenia, połączenia mię-



dzy tymi komponentami i różnego rodzaju typy porowatości występujące tylko w przypadku odlewów kompozytowych i to jeszcze z uwzględnieniem podziału na sposób wytwarzania kompozytów typu „in situ” i „ex situ”. W zbiorze tym określiłam podzbiór cech jakości odlewów kompozytowych, tj. jednorodność rozmieszczenia fazy zbrojącej w odlewie, jednorodność kształtu fazy zbrojącej w odlewie, jednorodność wielkości fazy zbrojącej w odlewie, porowatość odlewu kompozytowego, struktura zbrojenia, udział fazy zbrojącej w odlewie, struktura osnowy odlewu kompozytowego oraz struktura powierzchni rozdziału między komponentami. Z analizy Pareto-Lorenza wynika, że do priorytetowych (o najwyższej wadze) cech jakości wpływających na jakość odlewu należą: jednorodność rozmieszczenia fazy zbrojącej w odlewie, jednorodność kształtu fazy zbrojącej w odlewie i jednorodność wielkości fazy zbrojącej w odlewie. Cechy te określiłam jako priorytetowe, a ponieważ dotyczą one jednorodności zbrojenia, dla potrzeb pracy zaproponowałam autorską definicję jednorodności. Rozprawa ta, oprócz opisu cech jakości, przedstawia również materiałowo-technologiczne uwarunkowania jakości tych materiałów, dlatego zaproponowałam opis tego zagadnienia za pomocą diagramu Ishikawy, wzbogaconego o wagi (określone w %) dla zaproponowanych cech jakości. Wagi te są zależne od procesu technologicznego i materiału, przedstawiłam je w podsumowaniu pracy w formie tabelarycznej. Dobór metod opisu, miar wartościowania cech jakości odlewów kompozytowych przedstawiłam w rozdziale czwartym. Kolejność własnych prac źródłowych w tym rozdziale była podyktowana przedstawieniem badań nieniszczących, niszczących. W pracach źródłowych przedstawiłam opis struktury materiałów kompozytowych za pomocą: defektoskopii radiologicznej, tomografii komputerowej, defektoskopii ultradźwiękowej, emisji akustycznej, porozymetrii rtęciowej, mikroskopii sił atomowych, mikroskopii i dyfrakcji rentgenowskiej. W kolejnych pracach źródłowych w tym rozdziale zaproponowałam stereologiczne i statystyczne metody opisu struktury odlewów kompozytowych. Dla każdej specyficznej cechy jakości odlewów kompozytowych określiłam odpowiednią metodę opisu opartą na diagramie macierzowym. W podsumowaniu zamieściłam również informacje dotyczące miar wyodrębnionych cech jakości, dzieląc je na zmienne opisowe i ilościowe.

### **III. Działalność dydaktyczno-wychowawcza**

Oprócz działalności naukowo-badawczej za szczególnie istotną uważam działalność dydaktyczną, na którą składają się:

- kierownictwo projektu współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki „Autoryzowane szkolenia AutoCAD” (Umowa nr: UDA-POKL.08.01.01-32-032/09-00) w latach 2010–2011;
- zajęcia laboratoryjne i wykłady z przedmiotów: Materiałoznawstwo, Techniki wytwarzania, Technologia wytwarzania i odtwarzania warstwy wierzchniej, Degradacja środowiska materiałów, Nauka o materiałach;
- promotorstwo licznych prac dyplomowych magisterskich i prac dyplomowych inżynierskich;
- opiekunstwo grup studenckich w latach 2003–2007;

- recenzowanie podręcznika dla technikum i innych prac w zakresie technik żeglugi śródlądowej – jako rzeczoznawca MEN od 2009 roku.

W roku 2009 zostałam odznaczona Medalem Komisji Edukacji Narodowej.

Przez cały okres mojej pracy angażowałam się również w uzupełnianie, rozwijanie i modernizowanie bazy laboratoryjnej Instytutu Podstawowych Nauk Technicznych Akademii Morskiej w Szczecinie. Starłam się korzystać ze wszystkich możliwych okazji do wzbogacania swojej wiedzy i kompetencji zawodowych uczestnicząc w licznych seminariach, konferencjach oraz współpracy z przemysłem.

#### **IV. Działalność organizacyjna**

W latach 2005–2008 byłam członkiem Komisji redagującej plany i programy studiów Wydziału Mechanicznego oraz Wydziałowej komisja ds. dydaktyki. Pełniłam funkcję zastępcy dyrektora w Instytucie Nauk Podstawowych Technicznych Akademii Morskiej w Szczecinie (od roku 2005 do roku 2008). Od 2000 roku jestem członkiem Stowarzyszenie Technicznego Odlewników Polskich (gdzie w latach 2004–2009 pełniłam funkcję sekretarza) oraz Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych (od 2000) i Polskiego Towarzystwa Stereologicznego (również od 2001).

