

Załącznik 2a

AUTOREFERAT

**Osiągnięcia naukowe oraz informacje o osiągnięciach
dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki**

(w języku polskim)

Dr inż. Jarosław Marcisz

Instytut Metalurgii Żelaza im. St. Staszica w Gliwicach

Zakład Technologii Wytwarzania i Aplikacji Wyrobów

Spis treści

1. Imię i nazwisko	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	3
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z Art. 16 Ust. 2 ustawy	4
4.1 Główne publikacje w tematyce osiągnięcia naukowego, stanowiące źródło monografii.....	16
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych	18
5.1 Monografie.....	20
5.2 Recenzje projektów i manuskryptów	22
5.3 Współpraca z przemysłem	22
6. Zestawienie ważniejszych osiągnięć	25

1. Imię i nazwisko: Jarosław MARCISZ

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

Doktor nauk technicznych, dyscyplina inżynieria materiałowa,

Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii, Politechnika Śląska, 2006.

Tytuł rozprawy doktorskiej: *Ilościowa charakterystyka procesów wydzielenia i rozpuszczania nanosiareczków oraz określenie ich wpływu na wybrane właściwości niskowęglowej stali konstrukcyjnej*

Promotor: prof. dr hab. inż. Bogdan Garbarz (IMŻ)

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Zbigniew Kędzierski (Akademia Górniczo-Hutnicza)

prof. dr hab. inż. Jan Cwajna (Politechnika Śląska).

Magister inżynier, specjalność metaloznawstwo i obróbka cieplna, Wydział Metalurgii i Inżynierii Materiałowej, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, 1998.

Temat pracy dyplomowej: Odształcenie i rekrystalizacja monokryształów stopu CuAl5 o orientacji początkowej (110)[001]

Promotor: Dr hab. inż. Mirosław Wróbel, recenzent: Prof. dr hab. inż. Marek Blicharski.

Technik elektronik, specjalność elektryczna i elektroniczna automatyka przemysłowa, Technikum Elektryczne w Kielcach, 1992.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Instytut Metalurgii Żelaza im. Stanisława Staszica

ul. Karola Miarki 12-14

44-100 Gliwice

Okres zatrudnienia: od 1 października 1998 do obecnie

do 2002 – Zakład Metaloznawstwa, Pracownia Transmisyjnej Mikroskopii Elektronowej, stanowisko specjalista inżynierijno-techniczny

od 2002 do obecnie: Zakład Technologii Wytwarzania i Aplikacji Wyrobów, stanowiska: do roku 2006 asystent, następnie od roku 2006 adiunkt

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z Art. 16 Ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311)

a) tytuł osiągnięcia naukowego (monografii)

**Statyczne i dynamiczne właściwości mechaniczne oraz mikrostruktura
stali bainitycznych nanostrukturalnych**
*(Static and dynamic mechanical properties and microstructure
of nanostructured bainitic steels)*

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy)

Jarosław Marcisz

Statyczne i dynamiczne właściwości mechaniczne oraz mikrostruktura stali bainitycznych nanostrukturalnych, 2018, liczba stron: 213, liczba arkuszy wydawniczych: 14,5

Wydawca: Instytut Metalurgii Żelaza im. St. Staszica

ISSN: 0137-9941

ISBN: 978-83-938130-2-5

Recenzenci wydawniczy:

- 1. Prof. dr hab. inż. Tomasz CZUJKO (Wojskowa Akademia Techniczna)**
- 2. Dr. hab. inż. Adam GRAJCAR, prof. Pol. Śl. (Politechnika Śląska)**

c) omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Tematyka pracy wpisuje się w światowe trendy projektowania materiałów konstrukcyjnych o wysokiej wytrzymałości i ciągliwości. Monografia stanowi oryginalną pozycję w dziedzinie stali nanostrukturalnych i jest pierwszą tego rodzaju pracą w Polsce, która wszechstronnie przedstawia projektowanie, technologię wytwarzania, zakres i metody badań oraz co istotne, zastosowanie tego gatunku stali. Badania nowoczesnych stali bainitycznych nanostrukturalnych zrealizowane w pracy obejmują szereg aspektów koniecznych do analizy na etapie wdrażania niestosowanego dotychczas materiału. Uzyskane wyniki wskazały na potrzebę kontynuacji pogłębionych badań w celu poznania nie tylko właściwości, ale przede wszystkim mechanizmów odkształcenia, umocnienia i pękania, występujących zarówno podczas produkcji jak i eksploatacji wyrobów z tej stali. Wieloaspektowość zagadnień przedstawionych w pracy, które stanowią nowość naukową, dotyczy innowacyjnego gatunku stali bainitycznej nanostrukturalnej oraz

analizy wyników badań dla wskazania optymalnych rozwiązań do jej zastosowań w warunkach wysokoenergetycznych oddziaływań udarowych. Zjawiska występujące podczas wysokoenergetycznego udarowego oddziaływania punktowego oraz wynikające z tego zakres i metodyka badań znajdują się na granicy kilku dziedzin i stanowią zagadnienie interdyscyplinarne. Poza aspektami materiałoznawczymi, związanymi z mikrostrukturą i właściwościami materiału, mamy tutaj do czynienia z problemami badawczymi dotyczącymi odkształcenia dynamicznego z ekstremalnie wysokimi prędkościami, propagacji fal sprężystych i plastycznych oraz mechaniki pękania dynamicznego. Atutem monografii są dane dotyczące opracowanej i zrealizowanej w warunkach przemysłowych technologii wytwarzania blach arkuszowych z innowacyjnego gatunku stali obejmujące wszystkie etapy, od wytapiania i odlewania, przez przeróbkę plastyczną metodami kucia i walcowania na gorąco do finalnej dedykowanej obróbki cieplnej. Osiągnięciem praktycznym opracowanym w wyniku realizacji kilku projektów, w tym wdrożeniowych, jest wykonanie blach pancernych i odpornych na ścieranie nowej generacji oraz wskazanie obszarów gospodarki dla ich zastosowań.

Stale nanostrukturalne ultrawytrzymałe są sklasyfikowane w oparciu o rodzaj mikrostruktury oraz o poziom wytrzymałości. Często przyjmuje się dla tych stali minimalną wartość wytrzymałości, wyznaczonej w statycznej próbie rozciągania (R_m) równą 1,5 GPa. Jest to wartość umowna i jedna z wielu charakteryzujących właściwości użytkowe tej grupy gatunkowej stali. Dla materiałów konstrukcyjnych podstawowym kryterium zastosowania jest często granica plastyczności. Znanych jest wiele gatunków stali konstrukcyjnych o wysokiej wytrzymałości, porównywalnej do stali bainitycznych nanostrukturalnych, będących przedmiotem tej monografii ale przy znacznie wyższej stopowości.

Stale nanostrukturalne są klasyfikowane na podstawie rozmiaru elementów mikrostruktury (ziarn, listew), stanowiących ośnowę materiału, które są oddzielone granicami wysokokątowymi. Powszechnie przyjmuje się wartość 100 nm, jako maksymalny rozmiar ww. elementów mikrostruktury. Tak przyjęte kryterium, pozwala na zakwalifikowanie do tej grupy materiałów, stali bainitycznych nanostrukturalnych, ponieważ szerokość listew bainitu bezwęglkowego wynosi poniżej 100 nm. Faza o tak określonej wielkości przeważa w strukturze materiału i w ten sposób determinuje w znacznej mierze jego właściwości. Należy zaznaczyć, że w przypadku stali bainitycznych nanostrukturalnych, mikrostrukturę stanowi dodatkowo austenit resztkowy o ułamku objętości do ok. 30%, w postaci listew o szerokości poniżej 100 nm oraz ziarn o wielkości powyżej 100 nm, który istotnie wpływa na właściwości użytkowe. Istnieją metody wytwarzania materiałów nanostrukturalnych w wyniku odkształcenia plastycznego, często wielokrotnego o dużej wartości, ale są one trudne do zastosowania w warunkach masowej produkcji przemysłowej. Mikrostruktura stali bainitycznych nanostrukturalnych, powstaje wyłącznie w wyniku przemiany fazowej, bez udziału odkształcenia plastycznego w procesie jej tworzenia.

W monografii przedstawiono charakterystyki materiałowe stali bainitycznej nanostrukturalnej istotne dla określonych zastosowań, w szczególności na elementy konstrukcyjne, użytkowane w warunkach działania wysokoenergetycznych obciążeń udarowych. **Wskazano cechy materiału, które gwarantują spełnienie wymaganych właściwości użytkowych dla ww. zastosowań. W związku z powyższym, poddano analizie wciąż aktualne zagadnienie, dotyczące korelacji (jeśli taka istnieje) pomiędzy właściwościami mechanicznymi wyznaczanymi w testach statycznych i dynamicznych. W tym celu przeprowadzono badania stali ultrawytrzymałych nanostrukturalnych bainitycznych w szerokim zakresie prędkości i wartości odkształcenia, w warunkach obciążeń quasi-statycznych oraz dynamicznych (w tym udarowych), z zastosowaniem różnych technik badawczych. Zaproponowano optymalny zakres badań w celu kwalifikacji materiału do stosowania w warunkach obciążeń udarowych. Na podstawie badań mikrostruktury opisano mechanizmy odkształcenia, w szczególności w wyniku oddziaływania dynamicznych obciążeń udarowych, wywołujących zjawisko lokalizacji naprężeń i odkształceń. Wytypowano obszary zastosowań stali bainitycznych nanostrukturalnych w przemyśle obronnym i cywilnym, biorąc pod uwagę ich ograniczenia dotyczące właściwości użytkowych i technologicznych, jak i technologii wytwarzania. Zdając sobie sprawę ze złożoności zagadnienia dotyczącego zastosowania nowego materiału konstrukcyjnego, w szczególności na odpowiedzialne elementy konstrukcji jakimi są osłony balistyczne, poddano analizie czynniki decydujące o możliwości aplikacji dla wybranych rodzajów wyrobów. Podejmując badania nowego materiału, odniesiono się do użytkowanych obecnie materiałów w szerokim aspekcie dotyczącym właściwości użytkowych, procesu wytwarzania w skali masowej i kosztów wytwarzania.**

Zdecydowana większość prac nad stalami bainitycznymi nanostrukturalnymi jest realizowana dla składu Fe-C-Mn-Si-Cr-Mo o zawartości węgla wyższej od 0,60%. Autorzy tych prac wykazują możliwość uzyskania wysokiej wytrzymałości statycznej (> 2 GPa), przy akceptowalnym poziomie wydłużenia całkowitego (>10%). Odrębnym, istotnym zagadnieniem dla stali nanobainitycznych o ww. zakresie zawartości węgla, jest uzyskanie wymaganego poziomu udarność oraz powtarzalności właściwości mechanicznych, z uwagi m.in. na segregację. Wysoki stopień segregacji silnie wpływa na lokalne zmiany mikrostruktury i właściwości, w szczególności na ciągliwość materiału. Jest to związane głównie z zawartością, morfologią i stabilnością mechaniczną austenitu resztkowego. Ponadto wysoka zawartość węgla w badanych stalach bainitycznych nanostrukturalnych (często powyżej 0,80%), wymaga zachowania odpowiedniego reżimu technologii produkcji, np. w zakresie szybkości chłodzenia po walcowaniu i kuciu, w celu uniknięcia pęknięć. Bardzo często, w analizowanych publikacjach stosowano chłodzenie zanurzeniowe i wygrzewanie izotermiczne w roztworach soli. Jest to metoda trudna do realizacji w warunkach przemysłowych, w szczególności w procesie produkcji blach

arkuszowych. Wysoka zawartość węgla w stalach bainitycznych nanostrukturalnych, skutkująca niską temperaturą M_s , wymusza stosowanie niskich temperatur wygrzewania izotermicznego, co znacznie wydłuża czas tego etapu wytwarzania.

Z ww. powodów, na podstawie analizy danych literaturowych oraz wyników badań własnych, opracowano i wytypowano do eksperymentów laboratoryjnych i przemysłowych materiał, o maksymalnej zawartości węgla 0,60%. W procesie przetwarzania wlewków zaproponowano wydłużone wygrzewanie przed kuciem, w celu zmniejszenia stopnia segregacji. Proces chłodzenia przed wygrzewaniem izotermicznym, realizowano swobodnie lub w sposób przyspieszony w powietrzu. Taki sposób chłodzenia stosunkowo mało skomplikowany technicznie, jest ograniczony do określonych wymiarów przekroju elementów (grubości blach). Wyniki badań przedstawione w pracy są ściśle ukierunkowane na przemysłowy proces wytwarzania blach pancernych i odpornych na ścieranie nowej generacji o grubości do ok. 15 mm. W związku z powyższym poza aspektami dotyczącymi właściwości technologicznych i kosztów wytwarzania, w szerokim zakresie wykonano badania właściwości dynamicznych. Dostępność danych literaturowych szczególnie w dziedzinie badań dynamicznych, w tym w testach ostrzałem, tej grupy gatunkowej stali jest ograniczona. Przedstawiane są dane fragmentaryczne, które nie obejmują zestawu podstawowych charakterystyk materiałów, stosowanych w warunkach obciążeń dynamicznych. Projekty dotychczas wykonane i obecnie realizowane przez zespół badawczy, w skład którego wchodzi autor monografii, w dziedzinie opancerzenia pojazdów specjalnych i elementów infrastruktury, wskazały niezbędny, specyficzny zakres badań, zarówno w celu wyznaczenia charakterystyk statycznych jak i dynamicznych. W monografii, w odróżnieniu od dostępnych publikacji, przedstawiono dane materiałowe w oparciu o szeroki zakres badań, koniecznych dla wdrożenia produktów z nowej grupy gatunkowej stali do zastosowań specjalnych. Zdaniem autora uzyskane wyniki badań właściwości i mikrostruktury nowej grupy gatunkowej stali bainitycznych nanostrukturalnych, umożliwią poszerzenie spektrum jej zastosowań.

W monografii omówiono podstawy technologii wytwarzania oraz charakterystyki materiałowe statyczne i dynamiczne, stali bainitycznych nanostrukturalnych. Poddano analizie kryteria dotyczące składu chemicznego i parametrów poszczególnych etapów technologii wytwarzania, w celu uzyskania określonego rodzaju mikrostruktury i właściwości użytkowych. W zakresie składu chemicznego ustalono, że optymalna zawartość węgla z punktu widzenia technologii wytwarzania i otrzymania wymaganych właściwości, zawiera się w przedziale 0,55÷0,60%. Dla tego zakresu zawartości węgla, stal nanostrukturalną charakteryzuje również odpowiednia, z punktu widzenia izotermicznej bainitycznej przemiany, temperatura M_s . Stwierdzono, że zawartość krzemu wystarczająca dla zapewnienia braku wydzielen węglików, wynosi 1,5÷1,8%. Zawartość manganu dla

wymaganej hartowności, przy jednoczesnym ograniczeniu segregacji (pasmowości mikrostruktury), wynosi $1,6 \div 1,9\%$. Zawartości chromu i molibdenu, które zapewniają hartowność stali (w tym krytyczną szybkość chłodzenia), dla ustalonego sposobu chłodzenia i wymiarów przekroju poprzecznego wyrobów, wynoszą odpowiednio $1,4 \div 1,5\%$ oraz $0,6 \div 0,8\%$. **Wyznaczono zakresy zawartości poszczególnych pierwiastków w stali bainitycznej nanostrukturalnej, zapewniające uzyskanie wytrzymałości wyższej od 2,0 GPa przy wydłużeniu min. 12%. Właściwości te nie zostały dotychczas uzyskane dla znanych gatunków stali o porównywalnej stopowości (max 6%) do badanego gatunku.** Zastosowanie temperatury wygrzewania izotermicznego w zakresie $210 \div 275^\circ\text{C}$ i czasu od 70 do 120 godzin lub wygrzewania dwuetapowego, umożliwiają regulowanie zestawem właściwości mechanicznych w szerokim zakresie: $R_{p0,2}$ $1100 \div 1450$ MPa, R_m $1650 \div 2140$ MPa i A od 10 do 20%. Ułamek objętości austenitu resztkowego, w badanym materiale wynosił od 14 do 31%. Na podstawie wyników badań właściwości mechanicznych w testach statycznych i mikrostruktury, wytypowano materiał do dalszych badań, w warunkach oddziaływań udarowych. Poza wartościami R_m , $R_{p0,2}$ i A, poddano analizie charakter krzywych rozciągania, w aspekcie współczynnika i zakresu umocnienia odkształceniowego, wartości ilorazu $R_m/R_{p0,2}$ oraz różnicy $A_5 - A_{gt}$. Dla stali bainitycznej nanostrukturalnej Fe-0,58%C-1,95%Mn-1,81%Si-1,32%Cr-0,70%Mo, na podstawie wyników statycznej próby rozciągania, ustalono następujące kryteria, jednoczesne spełnienie których, kwalifikuje materiał do badań dynamicznych: $R_{p0,2}$ min 1250 MPa; R_m min 1950 MPa, A_5 min 12%, A_{gt} min 10%, $A_5 - A_{gt}$ min 1,5% oraz iloraz $R_m/R_{p0,2}$ od 1,4 do 1,6. Dodatkowo w testach statycznych wyznaczono dla stali bainitycznej nanostrukturalnej – wariant $210^\circ\text{C}/120$ godzin, wytrzymałość na ściskanie (R_{mc} ok. 2700 MPa) i ścinanie (R_t ok. 1500 MPa). Udarność KV badanych stali bainitycznej nanostrukturalnej wynosiła od 22 do 32 J w temperaturze otoczenia oraz od 11 do 14 J w temperaturze -40°C . Kryterium udarności stali w wariantach przeznaczonych do badań dynamicznych, określono na poziomie 12 J dla temperatury minus 40°C . Stal nanobainityczna wykazuje wysoką zdolność do zginania statycznego. Na podstawie wyników testów statycznych, wytypowano wariant obróbki cieplnej $210^\circ\text{C}/120$ godzin, dla którego przeprowadzono pełny cykl badań właściwości w warunkach obciążeń dynamicznych.

Wyznaczono wytrzymałość na dynamiczne ściskanie (w tym ściskanie udarowe), w zakresie prędkości do ok. 270 s^{-1} oraz na ścinanie w zakresie prędkości stempla do 0,8 m/s. Wytrzymałość na ściskanie udarowe stali bainitycznej w wariacie 210/120 wynosiła $2700 \div 2800$ MPa, a na ścinanie $1500 \div 1550$ MPa (dla prędkości stempla w zakresie $0,30 \div 3,5$ mm/s). Wyznaczono energię ścinania od ok. 14 J/mm^3 do 7 J/mm^3 , która maleje ze wzrostem prędkości stempla od 0,03 do 800 mm/s. W strefie ścinania przeprowadzono badania zmian mikrostruktury i zawartości austenitu resztkowego, który ulega przemianie wywołanej odkształceniem plastycznym w martenzyt. Stwierdzono, że w wyniku odkształcenia dynamicznego, ułamek objętości austenitu w obszarze pasma ścinania, zmniejszył się z ok. 20% do ok. 10%.

Wyznaczono dynamiczną granicę plastyczności dla prędkości odkształcenia rzędu kilku tysięcy s^{-1} . Wartość dynamicznej granicy plastyczności stali bainitycznej w wariacie 210/120 wynosi ok. 2700 MPa. Wyznaczono także wytrzymałość na ścinanie dla prędkości stempla ok. 10 m/s. Stal w wariacie 210/120 charakteryzuje dynamiczna wytrzymałość na ścinanie ok. 1500 MPa. W obszarach pasm ścinania wyznaczono zmiany zawartości austenitu resztkowego, wywołane przemianą indukowaną odkształceniem plastycznym. Ułamek objętości austenitu resztkowego zmniejszył się z ok. 20% do ok. 9%. Na podstawie krzywych ścinania oraz przy założeniu bardzo wąskiej strefy odkształcenia, odpowiadającej średniej szerokości adiabatycznych pasm ścinania, wyznaczono energię tworzenia się tych pasm, która dla stali bainitycznej w wariacie 210/120 wynosi ok. 19 J/mm^3 , przy prędkości stempla 10 m/s. Dane te mogą być wykorzystane w numerycznej analizie procesu penetracji blachy pancernej, określonym rodzajem pocisku, dla którego dominującym mechanizmem przebijania jest ścinanie adiabatyczne (ang. adiabatic plugging).

W testach dwukrotnego ściskania dynamicznego, w szerokim zakresie prędkości odkształcenia, od kilkudziesięciu do kilku tysięcy s^{-1} , wyznaczono krytyczną wartość odkształcenia, po przekroczeniu której, materiał poddany powtórnemu obciążeniu, istotnie zmienia właściwości, w szczególności zdolność do umocnienia odkształceniowego i ciągliwość, czyli pośrednio zdolność do absorpcji energii. Dla prędkości odkształcenia 50 s^{-1} , krytyczna wartość wynosi ok. 10%, a dla prędkości 900 s^{-1} ok. 5%. Po przekroczeniu ww. wartości odkształcenia, stal bainityczna nanostrukturalna, wykazuje brak umocnienia odkształceniowego oraz obniżoną ciągliwość, objawiającą się pękaniem.

W testach ostrzałem blach ze stali bainitycznych nanostrukturalnych wyznaczono granicę V_{50} oraz parametry zgodnie z wymaganiami Stanag 4569, dla kilku wariantów obróbki cieplnej. Blachy ze stali bainitycznej, w wytypowanych wariantach obróbki cieplnej, wykazały wysoką odporność na przebicie oraz dodatkowo odporność na pęknięcie, w testach ostrzałem wielokrotnym. Blacha o grubości 8,0 mm (wariant 210/120) z marginesem bezpieczeństwa, spełniła wymagania dla 2 poziomu Stanag 4569. Oznacza to, że spełniła test ostrzałem wielokrotnym za pomocą amunicji kal. 7,62x39 mm API BZ, w zakresie prędkości $695 \div 760 \text{ m/s}$, przy wymaganiach $695 \div 715 \text{ m/s}$. Blachy ze stali bainitycznej nanostrukturalnej, wykazują pozytywną cechę, którą powinny charakteryzować się materiały ochronne, jaką jest brak skłonności do generowania odłamków wtórnych, w miejscach uderzenia pocisków. Uzyskane wyniki badań wykazały, że stal bainityczna nanostrukturalna wykazuje zdolności ochronne w wariantach izotermicznej obróbki cieplnej o maksymalnej temperaturze przemiany 225°C i czasie min. 96 godzin. Niska temperatura przemiany (bliska temperaturze M_s dla średniego składu chemicznego stali), zapewnia wysoką wytrzymałość, która stanowi jedno z podstawowych kryteriów, w ocenie ochrony balistycznej. Jednocześnie długi czas przemiany izotermicznej, stosowany dla niskich temperatur, przyczynia się do stabilizacji mechanicznej austenitu resztkowego, która zachodzi długotrwale nawet po zakończeniu (lub znacznym spowolnieniu) przemiany, stwierdzonym na

podstawie badań dylatometrycznych. Obecność stabilnego austenitu resztkowego, w postaci cienkiej warstwy (filmu) oddzielającej listwy bainitu, wpływa pozytywnie na zdolność materiału do absorpcji energii i na ciągliwość dynamiczną. Niezbędna jest także określona ilość austenitu, w postaci odrębnych ziarn o niższej zawartości węgla niż austenit listwowy, który podczas odkształcenia dynamicznego ulega przemianie w martenzyt. Zachodzenie przemiany odkształceniowej jest jednym z mechanizmów absorpcji i dyssypacji energii udarowej. **Określenie właściwych udziałów poszczególnych faz (austenitu i bainitu) oraz frakcji morfologicznej austenitu (blokowy i listwowy) dla zapewnienia maksymalnej odporności na przebicie, jest wciąż przedmiotem badań i analiz, m.in. w aspekcie mechanizmów odkształcenia dynamicznego.** Wzrost wytrzymałości w wyniku zmiany parametrów obróbki cieplnej, np. obniżenia temperatury przemiany izotermicznej, w przypadku stali bainitycznych nanostrukturalnych, niekoniecznie jest przyczyną spadku ciągliwości (udarność). Na podstawie analizy wykonanych testów ostrzałem, ustalono minimalny poziom udarność ok. 12 J przy temperaturze -40°C, który dla stali bainitycznych nanostrukturalnych, zapewnia zdolność do absorpcji energii udarowej bez pęknięć.

Scharakteryzowano zmiany mikrostruktury, wywołane odkształceniem dynamicznym w testach ściskania, ścinania i po ostrzale blach. W materiale stwierdzono występowanie adiabatycznych pasma ścinania o wysokiej twardości, dochodzącej do 1000 HV. Wewnątrz pasm oraz na granicy pasmo-osnowa występowały pęknięcia. Stal bainityczna nanostrukturalna, wykazuje wysoką zdolność do hamowania rozprzestrzeniania się tych pęknięć. Szczegółowe badania mikrostruktury tych pasm wykazały, że składają się one z dwóch stref. W osi pasma występuje obszar o mikrostrukturze drobnoziarnistej, o ekstremalnie wysokiej twardości. Rodzaj mikrostruktury pasm, m.in. brak austenitu resztkowego, obecność martenzytu zbliźniaczonego wewnątrz równoosiowych ziarn o średniej cięciwie ok. 100÷200 nm, wskazują że w tym obszarze zaszły przemiany fazowe. Lokalny wzrost temperatury spowodował powstanie austenitu, który na skutek ochłodzenia przez otaczającą osnowę, uległ przemianie w martenzyt. Należy zwrócić uwagę, że koncentracja naprężeń w tym obszarze, istotnie zmienia warunki termodynamiczne oraz ustalone dla warunków równowagi temperatury i czasu przemian fazowych, a także powstający w wyniku tych przemian rodzaj mikrostruktury. Poza obszarem w osi pasma, występuje strefa o wydłużonych w wyniku odkształcenia listwach bainitu, ukierunkowanych wzdłuż długości pasma. W tej strefie występuje listwowy austenit resztkowy, ale jego zawartość jest niższa niż w osnowie. **Adiabatyczne pasma ścinania odgrywają istotną rolę w procesie absorpcji energii oraz wpływają na właściwości materiału. Z jednej strony stanowią uprzywilejowane miejsca pęknięcia (ścianania), a z drugiej ich obecność umacnia strefę w której występują i w ten sposób stanowi ona barierę dla penetracji pocisku. Innym aspektem zjawiska powstawania pasm odkształcenia (w tym adiabatycznych pasm ścinania), jest wydatek**

energetyczny procesu ich tworzenia. Ich liczba i ułamek objętości mają znaczenie w procesie pochłaniania i rozpraszania energii.

Przedstawione wyniki badań nowej grupy gatunkowej stali bainitycznej nanostrukturalnej i ich analiza, wskazują na konieczność opracowania charakterystyk materiałowych, w jak najszerszym zakresie prędkości odkształcenia i rodzajów testów. Dla materiałów stosowanych w warunkach obciążeń dynamicznych, istotna jest znajomość ich reakcji zarówno na obciążenie statyczne, jak i udarowe. **Znaczącym aspektem w ocenie zachowania się materiałów, jest zjawisko lokalizacji naprężenia, wywołujące powstawanie niejednorodności odkształcenia. Powstające pasma ścinania są często elementami decydującymi o wytrzymałości i odporności materiału na pęknięcie, które bezpośrednio wpływają na proces absorpcji energii.** Przedstawiony szeroki zakres badań stali bainitycznych nanostrukturalnych, w tym w testach ostrzałem, wskazuje na szereg możliwości zastosowań tego gatunku. Obecnie trwają intensywne prace dotyczące wytwarzania z tych stali elementów osłon antyudarowych. Ponadto realizowane są badania odporności na zużycie ściernie i erozyjne. Podejmowane są także próby spawania stali bainitycznych nanostrukturalnych, metodami elektronowymi oraz standardowymi np. TIG.

W wyniku przeprowadzonych badań potwierdzono, że stal nanostrukturalna bainityczna wykazuje niespotykane dotychczas właściwości mechaniczne, w zakresie wytrzymałości statycznej i dynamicznej, odpowiednio powyżej 2000 MPa i 2500 MPa, przy zadawalającej ciągliwości, w szczególności odporności na pęknięcie, w tym przy prędkościach odkształcenia do kilku tysięcy s^{-1} . Zestaw właściwości i rodzaj mikrostruktury, wytworzone wyłącznie w wyniku izotermicznej przemiany bainitycznej, predysponują materiał do zastosowań, w warunkach wysokoenergetycznych punktowych oddziaływań udarowych. W testach ostrzałem wielokrotnym blach ze stali nanobainitycznych, poza odpornością na przebicie, stwierdzono pozytywne cechy materiału takie jak: niewystępowanie odłamków wtórnych, brak pęknięć blach i mały zasięg zmian właściwości, w miejscu uderzenia rdzenia pocisku.

Opracowano kompleksowe charakterystyki materiałowe wysokowytrzymałych stali nanostrukturalnych Fe-C-Mn-Si-Cr-Mo o mikrostrukturze listwowego bainitu bezwęglowego (przesyconego węglem) i austenitu resztkowego oraz przeprowadzono analizę zachowania się materiału w szerokim zakresie prędkości odkształcenia. Wskazano dominujące mechanizmy odkształcenia, umocnienia, absorpcji energii i kryteria pęknięcia. Właściwości stali wyznaczono w szerokim zakresie prędkości i sposobu odkształcenia, w celu identyfikacji czynników decydujących o użyteczności materiału. Podstawowym materiałem badań była stal o składzie chemicznym Fe-0,58%C-1,95%Mn-1,81%Si-1,32%Cr-0,70%Mo. Omówiono aspekty przemysłowej technologii wytwarzania i zastosowania blach ze stali bainitycznej nanostrukturalnej, stanowiących elementy opancerzenia pojazdów specjalnych i obiektów infrastruktury. Wciąż poszukuje się optymalnej kombinacji

właściwości z punktu widzenia zarówno procesu wytwarzania jak i spełnienia wymagań dla określonych zastosowań. Proces wytwarzania stali bainitycznej nanostrukturalnej jest przedmiotem szczegółowych badań i analiz, ukierunkowanych z jednej strony na uzyskanie wymaganej jakości wyrobów i powtarzalności właściwości, a z drugiej na racjonalizację kosztów produkcji. Z tych powodów aktualnym zagadnieniem jest dobór składu chemicznego stali, w szczególności ograniczenie zawartości węgla i krzemu, z uwagi na jakość półwyrobów w procesach przetwarzania metodami kucia i walcowania na gorąco oraz optymalizacja zawartości manganu, chromu i molibdenu, w celu zapewnienia m.in. hartowności przy jak najniższej cenie. Odrębnym, bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na właściwości użytkowe stali bainitycznych nanostrukturalnych jest zawartość, postać i skład chemiczny austenitu resztkowego, decydujące o jego stabilności termodynamicznej i mechanicznej. Faza ta, której ułamek objętości zawiera się w przedziale 10÷30%, wywiera istotny wpływ na wytrzymałość i ciągliwość materiału w warunkach obciążeń statycznych i dynamicznych.

Nowość naukową opracowania, stanowią zagadnienia dotyczące opisu dynamicznego procesu odkształcenia wysokowytrzymałego gatunku stali bainitycznej nanostrukturalnej. Obciążenia dynamiczne realizowano metodami ściskania, rozciągania i ścinania w bardzo szerokim zakresie prędkości odkształcenia. Każdy z wymienionych sposobów deformacji charakteryzuje specyficzny stan naprężeń i odkształceń. Istotnym i charakterystycznym zjawiskiem występującym podczas testów dynamicznych jest lokalizacja naprężenia, wywołująca nierównomierność odkształcenia i w konsekwencji powstanie adiabatycznych pasm ścinania. Pasma te stanowią jeden z podstawowych elementów mikrostruktury powstającej w warunkach odkształcenia dynamicznego stali bainitycznej nanostrukturalnej i odgrywają znaczącą rolę w procesie absorpcji i dyssypacji energii odkształcenia. Istotne jest, aby w trakcie doboru rodzajów i parametrów testów laboratoryjnych, uwzględnić lokalne zjawiska odkształcenia, np. podczas ściskania lub ścinania. W pracy przedstawiono wyniki testów odkształcenia dynamicznego z zastosowaniem różnych technik badawczych i przeprowadzono szczegółowe badania zmian mikrostruktury, w szczególności w miejscach lokalizacji naprężeń, wywołujących niestabilność procesu odkształcenia w objętości badanej próbki.

Materiały użytkowane w warunkach obciążeń dynamicznych, w szczególności udarowych powinny charakteryzować się wysoką zdolnością do pochłaniania i rozpraszania energii, przy zachowaniu odporności na pękanie. Pochłanianie energii może być realizowane w wyniku odkształcenia plastycznego lub zmian mikrostruktury, wywołanych tym odkształceniem. Procesy powstawania nowych elementów mikrostruktury (faz lub składników strukturalnych) podczas odkształcenia dynamicznego, np. w wyniku przemian fazowych, absorbują część energii dostarczonej do układu. Przykładem materiałów stosowanych w warunkach wysokoenergetycznych udarowych oddziaływań punktowych są blachy pancerne. Istotną cechą dla tego rodzaju materiałów, jest zachowanie zdolności

ochronnych w testach ostrzałem wielokrotnym. Lokalne zmiany właściwości materiału powstające w miejscu oddziaływania rdzenia pocisku, powinny zapewnić właściwości ochronne blach, w przypadku wystąpienia powtórnego obciążenia, podczas dalszej eksploatacji. Tego rodzaju testy były również przedmiotem monografii.

Wprowadzenie i rozpowszechnienie nowego gatunku stali, wymaga szeregu prac, w szczególności realizacji projektów wdrożeniowych, w celu wykazania wyższych właściwości użytkowych, przy co najmniej porównywalnych kosztach wytwarzania, w odniesieniu do obecnie stosowanych gatunków, dla określonych zastosowań. Proces ten jest długotrwały i powinien zmierzać do powstania norm i dokumentów dopuszczających nowy materiał do produkcji i użytkowania. Wyroby ze stali bainitycznych nanostrukturalnych znajdują się obecnie na dobrej drodze, aby zostały zastosowane w kilku dziedzinach gospodarki. Autor monografii ukierunkował badania stali bainitycznych nanostrukturalnych, na niełatwą dziedzinę materiałów do zastosowań specjalnych. Tego rodzaju materiały, z uwagi na bezpieczeństwo osób chronionych, wymagają często specyficznych badań atestacyjnych. Bezspornie, zaletą stali bainitycznych nanostrukturalnych, jest możliwość ich wytwarzania przez krajowy przemysł stalowy w skali masowej, bez znaczących inwestycji w infrastrukturę. Drugą istotną cechą tej grupy gatunkowej stali, jest uzyskanie nieosiągalnego dla znanych dotychczas stali, zestawu właściwości mechanicznych (szczególnie kombinacji wytrzymałości i ciągliwości) przy stopowości do 6% i niskich kosztach wytwarzania. Wyniki przedstawione w pracy, wykazały pozytywną reakcję materiału na obciążenia udarowe, w aspekcie pochłaniania i rozpraszania energii oraz odporności na pękanie.

Osiągnięciem technologicznym autora monografii jest wykonanie w ramach realizacji projektu wdrożeniowego, pierwszego w kraju wytopu przemysłowego stali bainitycznej nanostrukturalnej. Finalnym wyrobem były blachy arkuszowe (3÷12 x 1000÷1200 x 1500÷2000 mm) walcowane na gorąco, które poddano innowacyjnej obróbce cieplnej, polegającej na austenitzowaniu, regulowanym chłodzeniu i wygrzewaniu izotermicznym, w wyniku której uzyskano wymagane właściwości mechaniczne oraz, co istotne, wysoką odporność na przebicie w warunkach ostrzału wielokrotnego. Prace wdrożeniowe dotyczące zastosowań tego gatunku stali w osłonach balistycznych są kontynuowane, w ramach kolejnych projektów aplikacyjnych. Osiągnięciem naukowym jest opracowanie charakterystyk materiałowych tego gatunku stali, w bardzo szerokim zakresie prędkości odkształcenia, realizowanego w testach rozciągania, ściskania oraz ścinania. Coraz obszerniejsza baza danych materiałowych, powstała w okresie realizacji kilkunastu prac badawczych, jest wciąż aktualizowana. Zakres zrealizowanych dotychczas i obecnie realizowanych projektów, pod kierownictwem autora monografii, obejmuje szereg zagadnień technologicznych, związanych z procesami wytapiania i odlewania stali, przeróbki plastycznej na

gorąco metodami kucia i walcowania oraz finalnej obróbki cieplnej, określonego rodzaju asortymentu, głównie blach arkuszowych, w celu uzyskania wymaganych właściwości użytkowych. Poza głównymi procesami technologii wytwarzania, opracowywane są wszystkie zabiegi pomocnicze, takie jak wyżarzanie zmiękczone, prostowanie, cięcie strumieniowo-ściernie (wodne) lub laserowe, gięcie itp., niezbędne do przeprowadzenia pełnego cyklu produkcyjnego.

Autor monografii, przedstawiając analizę wyników badań, zwraca uwagę na konieczność ich kontynuacji w celu pełnego wyjaśnienia mechanizmów odkształcenia, w szczególności w warunkach oddziaływań dynamicznych. W trakcie realizacji badań ustalono kilka aspektów dotyczących optymalizacji poszczególnych etapów technologii wytwarzania, w szczególności innowacyjnego procesu finalnej obróbki cieplnej. Ponadto będą prowadzone dalsze prace w celu doboru właściwości użytkowych stali, dedykowanych dla konkretnych zastosowań, np. jako blachy pancerne nowej generacji lub elementy odporne na ścieranie. Istotnym jest wciąż aktualne zagadnienie dotyczące opisu mechanizmów odkształcenia, umocnienia, kryteriów pęknięcia w szerokim zakresie prędkości odkształcenia, w tym w trakcie oddziaływania pocisku z blachą. Przedstawione powyżej zagadnienia badawcze oraz aplikacyjne są obecnie i będą realizowane w ramach kolejnych projektów, prac doktorskich itp.

Podsumowanie osiągnięcia naukowego

Tematyka pracy wpisuje się w światowe trendy projektowania materiałów konstrukcyjnych o wysokiej wytrzymałości i ciągliwości. Opracowanie stanowi oryginalną pozycję w dziedzinie stali nanostrukturalnych i jest pierwszą tego rodzaju pracą w Polsce, która wszechstronnie przedstawia projektowanie, technologię wytwarzania, zakres i metody badań oraz co istotne zastosowanie tego gatunku stali.

Badania nowoczesnych stali bainitycznych nanostrukturalnych zrealizowane w pracy obejmują szereg aspektów koniecznych do analizy na etapie wdrażania niestosowanego dotychczas gatunku stali. Uzyskane wyniki wskazały niejednokrotnie na potrzebę kontynuacji badań w celu poznania nie tylko właściwości, ale przede wszystkim mechanizmów odkształcenia, umocnienia, pęknięcia, które występują zarówno podczas produkcji jak i eksploatacji wyrobów z tej stali. Wieloaspektowość zagadnień przedstawionych w pracy, które stanowią nowość naukową, dotyczy innowacyjnego gatunku stali bainitycznej nanostrukturalnej oraz analizy wyników badań dla wskazania optymalnych rozwiązań do zastosowań w warunkach wysokoenergetycznych oddziaływań udarowych.

Zjawiska występujące podczas wysokoenergetycznego udarowego oddziaływania punktowego oraz wynikające z tego zakres i metodyka badań znajdują się na granicy kilku dziedzin i stanowią zagadnienie interdyscyplinarne. Poza aspektami materiałoznawczymi, związanymi z

mikrostrukturą i właściwościami materiału, mamy tutaj do czynienia z zagadnieniami dotyczącymi odkształcenia dynamicznego z ekstremalnie wysokimi prędkościami, propagacji fal sprężystych i plastycznych oraz mechaniki pękania dynamicznego. Atutem monografii są dane dotyczące opracowanej i zrealizowanej w warunkach przemysłowych technologia wytwarzania blach z innowacyjnego gatunku stali obejmującej pełny cykl produkcyjny, od wytapiania i odlewania, przez przeróbkę plastyczną metodami kucia i walcowania na gorąco do finalnej dedykowanej obróbki cieplnej. Osiągnięciem praktycznym opracowanym w wyniku realizacji kilku projektów, w tym wdrożeniowych, jest wykonanie blach pancernych i odpornych na ścieranie nowej generacji oraz wskazanie obszarów gospodarki dla ich zastosowań.

Osiągnięciem naukowym jest opis mechanizmów odkształcenia, umocnienia i kryteriów pękania, w bardzo szerokim zakresie prędkości odkształcenia, realizowanego w testach rozciągania, ściskania i ścinania oraz opracowanie charakterystyk materiałowych nowego gatunku stali wysokowytrzymałej.

Osiągnięciem technologicznym autora monografii jest wykonanie w ramach realizacji projektu wdrożeniowego, pierwszego w kraju wytopu przemysłowego stali bainitycznej nanostrukturalnej. Finalnym wyrobem były blachy arkuszowe walcowane na gorąco, które poddano innowacyjnej obróbce cieplnej, w wyniku której uzyskano wymagane właściwości mechaniczne oraz wysoką odporność na przebicie w warunkach ostrzału wielokrotnego. Obecnie w ramach realizowanego projektu wdrożeniowego wykonano dwa wytopy stali nanostrukturalnej zmodyfikowane w zakresie składu chemicznego i dedykowane dla produkcji blach pancernych nowej generacji.

Wprowadzenie i rozpowszechnienie nowego gatunku stali, wymaga szeregu prac, w szczególności realizacji projektów wdrożeniowych, w celu wykazania wyższych właściwości użytkowych, przy co najmniej porównywalnych kosztach wytwarzania, w odniesieniu do obecnie stosowanych gatunków, dla określonych zastosowań. Autor monografii ukierunkował badania stali bainitycznych nanostrukturalnych, na niełatwą dziedzinę materiałów do zastosowań specjalnych.

Bezspornie, zaletą stali bainitycznych nanostrukturalnych, jest możliwość ich wytwarzania przez krajowy przemysł stalowy w skali masowej, bez znaczących inwestycji w infrastrukturę. Drugą istotną cechą tej grupy gatunkowej stali, jest uzyskanie nieosiągalnego dla znanych dotychczas stali, zestawu właściwości mechanicznych (szczególnie kombinacji wytrzymałości i ciągliwości) przy stopowości do 6% i niskich kosztach wytwarzania. Wyniki przedstawione w pracy, wykazały pozytywną reakcję materiału na obciążenia udarowe, w aspekcie pochłaniania i rozpraszania energii oraz odporności na pęknięcie.

4.1 Główne publikacje w tematyce osiągnięcia naukowego, stanowiące źródło monografii

1. B. Garbarz, **J. Marcisz**, W. Burian, Ultrawyrzymałe stale maraging i nanostrukturalne stale bainityczne nowej generacji, Materiały konferencyjne XI Międzynarodowej Konferencji Naukowej pt. Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej, Politechnika Częstochowska, Maj 2010, s. 207-210
2. **J. Marcisz**, B. Garbarz, M. Adamczyk, A. Wiśniewski, New generation maraging steels for armours, South African Ballistics Organization SABO Symposium, 21-22 September 2010, Overberg Test Range (South Africa), Materiały Konferencyjne – niepublikowane
3. B. Garbarz, **J. Marcisz**, M. Adamczyk, A. Wiśniewski, Ultrahigh-strength nanostructured steels for armours, Problemy Mechatroniki, Uzbrojenie, Lotnictwo, Inżynieria Bezpieczeństwa, 1(3), 2011, s. 25-36
4. B. Garbarz, **J. Marcisz**, W. Burian, A. Wiśniewski, Mechanizmy odkształcenia dynamicznego w ultra-wyrzymałych stalach nanostrukturalnych przeznaczonych na pancerze, Problemy Techniki Uzbrojenia. Biuletyn Naukowy Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia, Zeszyt 118, nr 2/2011, s. 41-49
5. **J. Marcisz**, B. Garbarz, W. Burian, A. Wiśniewski, New Generation Maraging Steel and High-Carbon Bainitic Steel for Armours, **26th International Symposium on Ballistics**, 12-16 September 2011, Miami-Florida, USA, p. 1595-1606
6. **J. Marcisz**, B. Garbarz, M. Adamczyk, A. Wiśniewski, New nano-precipitates hardened steels of wide range of strength and toughness and high resistance to piercing with projectile. Problemy Mechatroniki, Uzbrojenie, Lotnictwo, Inżynieria Bezpieczeństwa (Problems of Mechatronics. Armament, Aviation, Safety Engineering), 4 (10), 2012, s. 39-54
7. B. Garbarz, W. Burian, **J. Marcisz**, A. Wiśniewski, The nano-duplex NANOS-BA steel for application in construction of armours. Problemy Mechatroniki, Uzbrojenie, Lotnictwo, Inżynieria Bezpieczeństwa (Problems of Mechatronics. Armament, Aviation, Safety Engineering), 4 (10), 2012, s. 7-21
8. **J. Marcisz**, B. Garbarz, W. Burian, J. Stępień and L. Starczewski, Ballistic testing of nano-precipitation hardened and nano-duplex steels, **27th International Symposium on Ballistics**, 22-26 April 2013, Freiburg, Germany, pp. 1834-1845
9. W. Burian, **J. Marcisz**, B. Garbarz, L. Starczewski, Nanostructured bainite-austenite steel for armours construction, **Archives of Metallurgy and Materials**, vol. 59, no 3, 2014, pp. 1211-1216

10. **J. Marcisz**, W. Burian, J. Stępień and L. Starczewski, M. Wnuk, J. Janiszewski, Static, dynamic and ballistic properties of bainite-austenite steel for armours, **28th International Symposium on Ballistics**, 2014, Atlanta, USA, pp. 1348 – 1361
11. W. Burian, **J. Marcisz**, L. Starczewski, Osłony antyudarowe na bazie perforowanych blach ze stali bainitycznej o strukturze nanokrystalicznej. Materiały konferencyjne, XX Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Uzbrojenie 2015, Jachranka 8-11.06.2015
12. **J. Marcisz**, B. Walnik, W. Burian, A. Iwaniak, J. Wieczorek, D. Paluch, Odporność na zużycie erozyjne nanostrukturalnej stali bainityczno-austenitycznej, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza*, t. 67, nr 1, 2015, s. 14-21
13. **J. Marcisz**, J. Janiszewski, W. Burian, B. Garbarz, J. Stępień, L. Starczewski, Badania właściwości dynamicznych wysokowytrzymałej stali nanostrukturalnej, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza*, t. 67, nr 2, 2015, s. 96-105
14. **J. Marcisz**, W. Burian, J. Stępień, L. Starczewski, M. Wnuk, Stalowo-kompozytowe panele do ochrony przed przebicciem pociskami kumulacyjnymi z zastosowaniem blach z nanokrystalicznej stali bainityczno-austenitycznej, *Problemy Mechatroniki, Uzbrojenie, Lotnictwo, Inżynieria Bezpieczeństwa*, 6, 1 (19), 2015, s. 71-90
15. B. Garbarz, **J. Marcisz**, W. Burian, Technological peculiarities of manufacturing nanobainitic steel plates. Materiały konferencyjne METEC 2015, Dusseldorf, Germany, 15-19 czerwca 2015
16. **J. Marcisz**, B. Garbarz, Niekonwencjonalne technologie obróbki cieplnej ultrawytrzymałych stali konstrukcyjnych. *Stal, Metale i Nowe Technologie*, Zeszyt 7-8.2015, s. 22-28
17. W. Burian, **J. Marcisz**, L. Starczewski, Osłony antyudarowe na bazie perforowanych blach ze stali bainitycznej o strukturze nanokrystalicznej. *Biuletyn WITU*, Zeszyt 136, nr 4/2015, s. 105-123
18. W. Burian, **J. Marcisz**, L. Starczewski, M. Wnuk, A probabilistic model of optimising perforated high-strength steel sheet assemblies for impact-resistant armour systems, *Problemy Mechatroniki (Problems of Mechatronics)*, vol. 8, no 1(27), 2017, s. 71-87
19. B. Walnik, **J. Marcisz**, A. Iwaniak, J. Wieczorek, Badania zużycia ściernego nanostrukturalnej stali bainitycznej, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza*, t. 69, nr 3, 2017, s. 55-60
20. **J. Marcisz**, W. Burian, J. Janiszewski, R. Rozmus, Microstructural changes of the nanostructured bainitic steel induced by quasi-static and dynamic deformation, **Archives of Metallurgy and Materials**, 62 (2017), 4, pp. 2317-2329
21. **J. Marcisz**, B. Walnik, J. Gazdowicz, W. Burian, Wybrane właściwości mechaniczne i technologiczne wysokowytrzymałych nanostrukturalnych stali bainitycznych, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza*, t. 70, nr 1, 2018, s. 12-19

22. W. Burian, P. Żochowski, M. Gmitrzuk, **J. Marcisz**, L. Starczewski, B. Juszczyk, and M. Magier, Protection effectiveness of perforated plates made of high strength steel, **International Journal of Impact Engineering**, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2018.12.006>
23. **J. Marcisz**, B. Walnik, Etapowa obróbka cieplna stali nanobainitycznych, *STAL Metale & Nowe Technologie*, lipiec-sierpień 2018, s. 33-38
24. M. Węglowski, **J. Marcisz**, B. Garbarz, Właściwości technologiczne i zastosowania wysokowęglowych stali nanobainitycznych, *Biuletyn Instytutu Spawalnictwa*, Nr 3, (2018), s. 37-46
25. M. Węglowski, W. Grobosz, **J. Marcisz**, B. Garbarz, Charakterystyka złączy spawanych i zgrzewanych tarciowo wysokowęglowych stali nanobainitycznych, *Biuletyn Instytutu Spawalnictwa*, Nr 4, (2018), s. 32-37

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Po ukończeniu Technikum Elektrycznego rozpocząłem studia dzienne na Wydziale Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Akademii Górniczo-Hutniczej. W trakcie studiów wybrałem specjalność metaloznawstwo i obróbka cieplna. Czynnie uczestniczyłem w pracach studenckiego koła naukowego i w seminariach organizowanych w Zakładzie Metaloznawstwa i Obróbki Ciepłej. W tym okresie powstała pierwsza publikacji naukowa, której byłem współautorem. Za wyniki w nauce Rektor Akademii dwukrotnie przyznał mi odznakę Stanisława Staszica. Od czwartego roku studiów zostałem stypendystą Instytutu Metalurgii Żelaza, zobowiązując się jednocześnie do podjęcia pracy w Instytucie po ukończeniu studiów.

Pracę w Instytucie Metalurgii Żelaza rozpocząłem w 1998 roku na stanowisku specjalisty inżynierijno-technicznego w Zakładzie Metaloznawstwa w Laboratorium Transmisyjnej Mikroskopii Elektronowej, a następnie po otwarciu przewodu doktorskiego kontynuowałem pracę w w/w Zakładzie jako asystent. W okresie pracy w Laboratorium TME brałem udział w projektach z udziałem partnerów przemysłowych dotyczących procesu ciągłego odlewania, produkcji prętów do zbrojenia betonu z wykorzystaniem technologii (Tempcore, QTB), itp. oraz prowadziłem badania naukowe z zastosowaniem transmisyjnego mikroskopu elektronowego (samodzielna preparatyka i obsługa mikroskopu). Po reorganizacji Instytutu od 1.10.2002 roku pracuję w Zakładzie Technologii Wytwarzania i Aplikacji Wyrobów (TWiAW). W roku 2004 rozpocząłem studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej w zakresie tematycznym: *Fizyczne i matematyczne modelowanie procesów technologicznych*. Po uzyskaniu stopnia doktora w roku 2006 rozpocząłem pracę na stanowisku adiunkta. W okresie pracy w Zakładzie TWiAW kontynuowałem współpracę z przemysłem stalowym oraz rozpocząłem badania i prace wdrożeniowe dla przemysłu zbrojeniowego. Nawiązałem liczne kontakty z jednostkami naukowymi oraz partnerami przemysłowymi, które przyniosły efekty w postaci realizacji wielu projektów, głównie w konsorcjach

naukowo-przemysłowych. Wciąż kontynuuję współpracę z licznymi partnerami przemysłowymi z szeroko rozumianego przemysłu stalowego (od wytwórców, przez przetwórstwo do użytkowników wyrobów stalowych), obronnego i motoryzacyjnego.

Na dorobek naukowy składają się łącznie 122 publikacje (w czasopismach i materiałach konferencyjnych), w tym 96 po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. 61 publikacji zostało opublikowane w recenzowanych czasopismach zagranicznych i krajowych, z czego 9 w czasopismach z listy filadelfijskiej, dla których indeks Hirscha wynosi 3, a sumaryczna liczba cytowań wynosi 33 -wg bazy Web of Science, 45 wg bazy Scopus, 181-wg bazy Google scholar. Zestawienie opublikowanego dorobku naukowo-badawczego przedstawiono w poniższych tablicach 1 i 2. Całkowita liczba punktów zgodnie z wytycznymi MNiSW wynosi 717.

Tablica 1. Liczba publikacji naukowych zamieszczonych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC) wraz z punktacją MNiSW (wg załącznika A do komunikatu MNiSW z dn. 25.01.2017)

Czasopismo-liczba publikacji czasopiśmie	Rok publikacji	Liczba publikacji	Impact Factor zgodnie z rokiem opublikowania lub innym	Liczba punktów
Materials Chemistry and Physics	2003	1	1,799 (2008)	35
Archives of Metallurgy and Materials	2004	1	0,23 (2008)	30
Steel Research Int.	2008	1	0,344	25
Steel Research Int.	2010	1	0,453	25
Archives of Metallurgy and Materials	2014	2	1,090	30
Archives of Metallurgy and Materials	2017	2	0,625	30
International Journal of Impact Engineering	2018	1	3,344	45
Razem	2003-2018	9	9,6	280

Tablica 2. Liczba publikacji naukowych zamieszczonych w czasopismach krajowych i międzynarodowych wraz z punktacją MNiSW (wg załącznika B do komunikatu MNiSW z dn. 25.01.2017)

L.p.	Czasopismo	Liczba punktów	Liczba publikacji	Suma punktów wg MNiSW
1	Prace Instytutu Metalurgii Żelaza	7	38	266
2	Hutnik – Wiadomości Hutnicze	7	6	42
3	Inżynieria Materiałowa	13	1	13
4	Problemy Mechatroniki	8	10	80
5	Stal, metale i nowe technologie	3	2	6
6	Biuletyn Instytutu Spawalnictwa	11	2	22
7	Inżynieria powierzchni	8	1	8
Razem	-	-	61	437

5.1 Monografie

Poza monografią habilitacyjną stanowiącą główne osiągnięcie naukowe jestem autorem lub współautorem pięciu opracowań z dziedziny inżynierii materiałowej, w tym samodzielnych dwóch i jednego odrębnego rozdziału w opracowaniu zbiorowym. Poszczególne prace i ich krótka charakterystyka zostały przedstawione poniżej.

1. **J. Marcisz, 2015, Optymalizacja obróbki cieplnej stali maraging.** Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2015 (wydanie I), liczba stron 92, recenzenci: Prof. Józef Paduch (IMŻ), Prof. Henryk Adrian (AGH)
2. **J. Marcisz, 2017, Optymalizacja obróbki cieplnej stali maraging.** Monografia. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, **Wydanie II (uzupełnione)**, ISBN 978-83-7775-455-9, liczba stron 101, recenzenci: Prof. Józef Paduch (IMŻ), Prof. Henryk Adrian (AGH)

Prace zawierają wyniki badań właściwości i mikrostruktury wysokowytrzymałych stali *maraging* po zastosowaniu nowatorskiej obróbki cieplnej nazwanej starzeniem krótkotrwałym. Starzenie to polega na zastosowaniu znacznie krótszego czasu i wyższej temperatury w odniesieniu do parametrów obróbki cieplnej stosowanych standardowo dla tej grupy gatunkowej stali. W zakresie obróbki cieplnej krótkotrwałej przedstawiono wyniki badań stali *maraging* poddanej starzeniu krótkotrwałemu oraz starzeniu standardowemu a następnie impulsowemu nagrzewaniu wysokotemperaturowemu. Oba procesy nagrzewania poddano analizie w aspekcie poprawy plastyczności materiału przy minimalnym spadku wytrzymałości. Procesy chwilowego nagrzewania są szczególnie istotne dla oceny zmian właściwości materiału w trakcie użytkowania. Monografia została w całości opracowana przeze mnie na podstawie wyników zrealizowanych prac badawczych oraz zleconych z przemysłu. Zagadnienie optymalizacji starzenia jest realizowane w ścisłej współpracy z zakładami przemysłu obronnego (np. MESKO), które wykorzystują stale *maraging* w produkcji korpusów rakiet i innych elementów uzbrojenia. Omówiona w monografii tematyka ma duże znaczenie praktyczne, ale także naukowe w aspekcie mechanizmów umocnienia wydzieleniowego i odkształcenia plastycznego (umocnienia) tego rodzaju materiału. Zaproponowano wykorzystanie krótkotrwałej obróbki cieplnej w technologiach przemysłowych z zastosowaniem nagrzewania indukcyjnego oraz w złożu fluidalnym. Starzenie krótkotrwałe jest uzasadnione ekonomicznie, ponieważ zmniejsza koszty energii i skraca czas operacji wytwarzania, tym samym zwiększając wydajność procesu produkcji. Dodatkowo zmniejszenie zużycia energii wpływa pozytywnie na środowisko naturalne. Jestem głównym autorem patentu dotyczącego tej metody obróbki cieplnej.

3. Monografia pod redakcją Adama Wiśniewskiego (współautorzy: B. Garbarz, W. Burian, A. Żak, P. Żochowski), 2016, **Supertwarde stale nanostrukturalne do zastosowania w pancerzach**, Wydawnictwo Bellona, **J. Marcisz, Rozdział 5 – Stale maraging nowej generacji**. ISBN 978-83-11-14142-1, liczba stron rozdziału 5 wynosi 61 (liczba stron monografii 267)

Monografia powstała w wyniku realizacji projektu, którego celem było opracowanie nowych materiałów stalowych o strukturze nanokrystalicznej przeznaczonych do zastosowania w konstrukcji pancerzy chroniących przed przebiciem pociskami przeciwpancernymi oraz opracowanie modeli pancerzy zawierających warstwy z tych materiałów. Istotną przesłanką do podjęcia badań nad materiałami o właściwościach dotychczas nieosiągalnych wynikała z zapotrzebowania na pancerze nowej generacji, które powinny charakteryzować się lepszymi parametrami ochronnymi bez ograniczania mobilności jednostek bojowych. Zaplanowany do realizacji zakres prac badawczo - rozwojowych obejmował opracowanie materiałów na bazie żelaza o strukturze nanokrystalicznej w formie elementów przeznaczonych do konstrukcji pancerzy warstwowych i do innych specjalnych zastosowań oraz opracowanie konstrukcji i modeli demonstracyjnych pancerzy warstwowych (kompozytowych) nowej generacji. Mój udział w pracy polegał na opracowaniu całości rozdziału 5 dotyczącego nowoczesnych stali maraging (w klasach wyższych od 350) i ich innowacyjnej obróbki cieplnej.

4. Praca zbiorowa pod redakcją Jana Materniaka, 2017, **Podstawy technologii obróbki plastycznej i obróbki cieplnej stosowanych w produkcji elementów amunicji i rakiet**, **J. Marcisz, J. Stępień – Rozdział II pt.: Technologie obróbki cieplnej stosowane w produkcji elementów amunicji i rakiet**, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, ISBN 978-83-7775-457-3, liczba stron rozdziału II wynosi 31

Opracowanie dotyczy wybranych procesów obróbki plastycznej i obróbki cieplnej. Jest z założenia przeznaczona dla pracowników biur technologicznych i konstrukcyjnych fabryki MESKO S.A. Szczególnie zależało autorom opracowania na przybliżeniu tych technologii, które mają istotne znaczenie w produkcji amunicji. Opracowanie w pierwszej kolejności jest przydatne dla pracowników o mniejszym stażu pracy jak również nowo przyjętych do pracy. Może być pomocne dla osób, które nie ukończyły w technikum lub na uczelni specjalności obróbka plastyczna i obróbka cieplna. Materiały szkoleniowe, takie jak przedstawione opracowanie, są opracowywane i wykorzystywane z bardzo dobrym wynikiem w wielu fabrykach w kraju i za granicą. W monografii jestem współautorem rozdziału pt.: Technologie obróbki cieplnej stosowane w produkcji elementów amunicji i rakiet.

5. Praca zbiorowa pod redakcją Jana Materniaka, 2017, **Rozwiązania technologiczne produkcji amunicji artyleryjskiej i raketowej w Mesko**, Autorzy: J. Materniak-Politechnika Poznańska; **J. Marcisz**, J. Stępień - Instytut Metalurgii Żelaza; Z. Hajdak, Z. Kaczmarek, B. Kowalik, J. Król, P. Pikuła, D. Szałata - MESKO S.A., Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Wydanie I, liczba stron 188, (praca niepublikowana - informacje zawarte w monografii stanowią tajemnicę przedsiębiorstwa).

W opracowaniu przedstawiono zagadnienia dotyczące technologii produkcji elementów amunicji w zakresie podstawowych charakterystyk materiałowych istotnych z punktu widzenia wytwarzania, głównie metodami odkształcenia plastycznego na zimno i na gorąco oraz uzyskania finalnych właściwości użytkowych, w szczególności wytrzymałości i ciągliwości w wyniku obróbki cieplnej. Scharakteryzowano rozwiązania konstrukcyjne i procesy technologiczne stosowane w produkcji wybranych elementów amunicji artyleryjskiej i raketowej w MESKO S.A., ze szczególnym uwzględnieniem procesów obróbki plastycznej na zimno i na gorąco oraz danych niezbędnych do wyznaczenia parametrów tych procesów. W opracowaniu wykorzystano najnowsze źródła danych literaturowych, a przede wszystkim wieloletnie doświadczenie technologów i konstruktorów zakładów produkujących amunicję. W związku z powyższym praca stanowi profesjonalną pomoc techniczną i naukową dla pracowników wydziałów technologicznych i konstruktorów elementów amunicji, wytwarzanych z zastosowaniem metod obróbki plastycznej i cieplnej. Mój udział w opracowaniu obejmował zagadnienia doboru i badań jakości materiałów wsadowych, projektowania parametrów obróbki cieplnej wstępnej i końcowej oraz procedur badań kontrolnych, odbiorowych, realizację tych badań i analizę wyników. Praca ma charakter opracowania naukowego z silnym akcentem na wykorzystanie praktyczne i zawiera szczegóły technologii produkcji metalowych elementów raket, pocisków i elementów uzbrojenia. Z tego powodu jej rozpowszechnianie leży w dyspozycji właściciela tych technologii.

5.2 Recenzje projektów i manuskryptów

Opracowałem recenzje trzech wniosków na projekty w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (POIG) Poddziałanie 1.1.2-Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych. W latach 2014-2018 byłem recenzentem 4 publikacji w czasopismach: Archives of Metallurgy and Materials, Archives of Foundry Engineering oraz Prace IMŻ.

5.3 Współpraca z przemysłem

W okresie mojej działalności naukowo-badawczej kontakt z przemysłem stanowił podstawowe źródło inspiracji oraz wytyczał zakres tematyki projektów badawczo-wdrożeniowych. W początkowym okresie pracy w Instytucie współpracowałem szeroko z wytwórcami półwyrobów i wyrobów stalowych w

zakresie modyfikacji technologii i badań jakości w celu optymalizacji procesu wytwarzania. Były to projekty dotyczące procesu ciągłego odlewania, m.in. w zakresie poprawy jakości powierzchniowej metodami regulowanego chłodzenia natryskowego w strefie wtórnej oraz technologii „Tempcore”, stosowanej w produkcji prętów żebrowanych do zbrojenia betonu metodą krótkotrwałego wodnego chłodzenia powierzchniowego (hartowania powierzchniowego) oraz samoodpuszczania. Prace realizowane w tym zakresie dotyczyły uruchomienia linii produkcyjnej (firma Ferropol), ustalenia parametrów tej linii, badań właściwości i mikrostruktury oraz modyfikacji parametrów linii istniejących w kraju (Huta Ostrowiec-obecnie CELSA, Huta Zawiercie-obecnie CMC).

W roku 2006 rozpocząłem współpracę z zakładami przemysłu obronnego, która jest do chwili obecnej kontynuowana. Prace te dotyczą szerokiej gamy wyrobów wytwarzanych z różnych gatunków stali niestopowych (BW11, C35, C55, C50, C60), niskostopowych (15HGMV, 40H), wysokostopowych (maraging MS300, MS350) oraz stopów tytanu (Ti6Al4V). Współpraca polega na wspólnej realizacji projektów badawczo-wdrożeniowych, bieżących badaniach wspomagających kontrolę jakości produkcji oraz modyfikacji parametrów stosowanych technologii. W ramach współpracy kierowałem projektem rozwojowym, w którym powstały demonstratory technologii w postaci łuski i ogniwa stalowego taśmy rozsypnej do amunicji kal. 30 mm. Wyniki tego projektu zostały wdrożone do praktyki przemysłowej. W programie Innotech zrealizowałem jako kierownik i lider konsorcjum, projekt wdrożeniowy z firmą Mikanit-producentem warstwowych paneli ochronnych stosowanych w pojazdach opancerzonych. Projekt ten zakończył się przygotowaniem do wdrożenia seryjnej produkcji paneli. Kolejny projekt wdrożeniowy ze środków POIR, kierowany przeze mnie, realizowany w szerokim konsorcjum naukowo-przemysłowym (IMŻ (lider)-WITPiS-ZM Tarnów S.A. -ALCHEMIA S.A. – Heatmasters Poland sp. z o.o.) dotyczy innowacyjnych stali nanostrukturalnych do zastosowań w opancerzeniu kontenera obserwacyjno-obronnego. W projekcie założono wytworzenie demonstratorów technologii w postaci lekkich opancerzonych kontenerów.

Brałem udział w wielu projektach i pracach badawczych realizowanych we współpracy z przemysłem stalowym, zbrojeniowym i motoryzacyjnym jako współwykonawca. W projektach i pracach zakończonych wdrożeniem produkcji silników rakietowych (startowych i marszowych) z wysokowytrzymałych stali maraging współpracowałem i nadal współpracuję z MESKO S.A. Ponadto realizowałem projekty, z wdrożeniem wyników do praktyki przemysłowej, dotyczące seryjnej produkcji korpusów rakiet kalibru powyżej 100 mm ze stali niskowęglowej stopowej ulepszanej cieplnie i zgniatanej obrotowo.

Wykonałem we współpracy z zakładem przemysłu motoryzacyjnego szereg prac badawczych i analiz w kierunku optymalizacji jakości materiału i technologii obróbki cieplnej. Prace te są kontynuowane w zakresie zastosowania wysokowytrzymałych stali na elementy układu przenoszenia napędu do zastosowań w pojazdach specjalnego przeznaczenia, np. o wysokich mocach i momentach obrotowych.

Moje prace w zakresie współpracy z zakładami z sektora stalowego dotyczyły szerokiej gamy wyrobów, np. walcówki przeznaczonej do ciągnięcia drutu z wysokimi prędkościami i szyn kolejowych (ArcelorMittal), wlewków ciągłych (Ferrostal Łabędy i HSW-HSJ Stalowa Wola), okuć stalowych amunicji czołgowej 125 mm (FPS Bolechowo), łożysk, półosi i innych elementów przenoszenia napędu (NEAPCO), obręczy kolejowych (Huta Bankowa) i wyrobów wytwarzanych metodami przyrostowymi (druk 3D) ze stopu Inconel (RCIT).

Obecnie uczestniczę w projektach realizowanych w szerokich konsorcjach naukowo-przemysłowych w programie Techmatstrateg I i II pt. *Materiały o strukturze nanokrystalicznej i amorficznej do konstrukcji wkładek kumulacyjnych do zastosowania w przemyśle wydobywczym* i pt. *Nowoczesne stopy na bazie żelaza i na bazie miedzi przeznaczone do wytwarzania wyrobów o projektowanej strukturze i właściwościach z zastosowaniem technologii przyrostowej* jako kierownik zadań. Projekty znajdują się w początkowej fazie realizacji.

Od roku 2006 (po uzyskaniu stopnia dra) wygłosiłem 28 referatów, w tym 16 na konferencjach międzynarodowych. Łącznie brałem aktywny udział w ww. okresie w 33 konferencjach, sympozjach i seminariach naukowych. Na uwagę zasługuje mój wielokrotny udział w *Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej* (ośmiokrotnie: 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2017, 2018), w konferencji *Modern Steel & Iron Alloys* (trzykrotnie: 2014, 2016, 2018) oraz w *International Symposium on Ballistics* (dwukrotnie: 2011-Miami, 2013-Freiburg), w konferencji *EUROMAT 2015-European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes* oraz w prestiżowej konferencji *The Iron & Steel Technology Conference and Exposition 2012* organizowanej przez AIST w Atlancie. Uczestniczyłem także trzykrotnie (2009, 2015 i 2017) w konferencji krajowej pt. *Perspektywy rozwoju krajowej produkcji napędów raketowych i amunicji - AMUNICJA* w Kołobrzegu. W każdej z wymienionych wyżej konferencji brałem czynny udział z wygłoszeniem referatu w formie prezentacji w sesji plenarnej.

6. Zestawienie ważniejszych osiągnięć

Ważniejsze osiągnięcia naukowe, wdrożeniowe, patenty oraz dotyczące współpracy naukowej i popularyzacji nauki zamieszczono w tablicy 3.

Tablica 3. Zestawienie ważniejszych osiągnięć

Kryterium według Rozporządzenia 1165 MNiSW z dnia 1 września 2011 (§ 3 p.4, § 4 i § 5)	Wypełnienie kryterium (tak/nie i liczba)	
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	Tak/9	
Zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne i technologiczne	Tak/8	
Udzielone patenty, zgłoszenia patentowe międzynarodowe i krajowe	Tak/3	
Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach	Nie	
Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych	Tak/64 (monografie 6)	
Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych	Tak	
Materiały konferencyjne	Tak/24	
Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR)	9,6	
Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)/Scopus	35/45	
Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS)/ Scopus	3/3	
Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach	Kierowanie projektami	Tak/5
	Udział w projektach	Tak/15
Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową	Nie	
Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach oraz aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych	Międzynarodowych (wygłoszenie/udział)	Tak 16/28
	Krajowych (wygłoszenie/udział)	Tak 12/33
Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych	Tak	
Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych/Udział w organizacji konferencji międzynarodowych	Tak/4	
Otrzymane nagrody i wyróżnienia (inne niż wymienione powyżej)	Nie	
Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	Tak/8 (w tym 3 jako lider konsorcjum naukowo-przemysłowego i kierownik)	
Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych oraz z przedsiębiorcami	Tak/3	
Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	Nie	
Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych	Tak	
Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki	Tak	
Opieka naukowa nad studentami	Nie	
Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego	Nie	
Staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich	Nie	
Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie	Tak/ponad 100	
Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	Tak	
Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych	Tak	

J. Martin