

Prof. dr hab. inż. Władysław Gašior
Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej
im. Aleksandra Krupkowskiego
Polskiej Akademii Nauk
30-059 Kraków, ul. Reymonta 25
Tel: (12) 295 28 16;
e-mail: w.gasior@imim.pl

RECENZJA

dorobku naukowo-badawczego oraz dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej dr inż. Jacka Sitko.

Recenzja wykonana została na podstawie powołania na recenzenta przez Radę Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej.

Dr inż. Jacek Sitko ukończył studia na Politechnice Śląskiej na Wydziale Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu na kierunku Inżynieria Materiałowa i specjalności Materiały Metaliczne, uzyskując stopień magistra inżyniera. Temat jego pracy magisterskiej, którą obronił 16 czerwca 1997 roku to: „*Wpływ parametrów hartowania indukcyjnego na strukturę i twardość stali 40, 40H i 40HM*”. Promotorem pracy był dr hab. inż. Henryk Woźnica, prof. nzw. Politechniki Śląskiej z Wydziału Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu.

W kolejnych pięciu latach, pracując na Wydziale Organizacji i Zarządzania, w Katedrze Podstaw Systemów Technicznych Politechniki Śląskiej, jako asystent naukowo-dydaktyczny, mgr inż. Jacek Sitko przygotował rozprawę doktorską, którą obronił 22 października 2002 na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii uzyskując stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie metalurgia. Promotorem rozprawy doktorskiej, pod tytułem: „*Czynniki technologiczne kształtujące profil i właściwości warstwy zewnętrznej bimetalowych żeliwnych walców hutniczych*”, był dr hab. inż. Franciszek Binczyk, prof. nzw. Politechniki Śląskiej pracujący na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii. Promotorami rozprawy doktorskiej byli profesorowie: prof. dr hab. inż. Adam Gierek z Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej oraz prof. dr hab. inż. Stanisław Pietrowski z Katedry Systemów Produkcji Politechniki Łódzkiej.

W tym samym roku, 1 listopada, został zatrudniony na stanowisku nauczyciela akademickiego naukowo-dydaktycznego w Politechnice Śląskiej na Wydziale Organizacji i Zarządzania w Instytucie Inżynierii Produkcji, gdzie pracuje do chwili obecnej.

Działalność dydaktyczna, popularyzatorska oraz organizacyjna.

Działalność dydaktyczną Habilitant rozpoczął bezpośrednio po obronie pracy magisterskiej, tzn. z chwilą zatrudnienia na etacie asystenta naukowo-dydaktycznego na Wydziale Organizacji i Zarządzania w Instytucie Inżynierii Produkcji, Politechniki Śląskiej. Zakres tej działalności obejmował wykłady, ćwiczenia, laboratoria, projekty, seminaria prowadzone na studiach stacjonarnych magisterskich i inżynierskich a także na studiach niestacjonarnych i podyplomowych. Tematyka prowadzonych zajęć dydaktycznych obejmowała takie zagadnienia jak: Materiałoznawstwo, Grafika Inżynierska, Informatyka oraz Materiałoznawstwo. W roku 2000 ukończył studia podyplomowe z tematyki *"Zarządzanie jakością w przedsiębiorstwie"*. Wykorzystując zdobytą wiedzę z obszaru zarządzania jakością i technologią oraz informatyki w kolejnych latach opublikował artykuły w Archives of Foundry Engineering oraz rozdziały w monografiach wydanych, między innymi, przez Wyższą szkołę Handlową w Kielcach, wydawnictwo PA NOVA z Gliwic oraz inne. Zdobytą wiedzę z obszaru Zarządzania i Inżynierii Produkcji dr inż. Jacek Sitko wykorzystał redagując monografię w jednym z czasopism branżowych. Zdobywane latami doświadczenie z analizy problemów materiałowych, produkcyjnych, użytkowych i przetwórczych wykorzystał w opracowaniu i opublikowaniu podręcznika dla studentów pt: *„Wprowadzenie do nauki o materiałach”* wydanej przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej w Gliwicach w roku 2015.

Habilitant był promotorem wielu prac magisterskich oraz inżynierskich a także wielu recenzji takich prac przygotowanych na uczelni. Opieka nad studentami stworzyła mu możliwość nawiązania współpracy z licznymi zakładami przemysłowymi oraz hutami. Prowadzona współpraca dotyczyła, między innymi, analizy czynników wpływających na jakość wybranych gatunków blach stalowych, analizy możliwości dostosowania procesu produkcji do wymagań rynkowych, wpływu reklamacji na poprawę jakości, analizy problemów podczas wdrażania Systemu Zarządzania Jakością czy zarządzania produkcją.

Będąc adiunktem opracował i prowadził wykłady na kierunku Zarządzanie i Inżynierii Produkcji oraz Logistyka a także laboratoria i ćwiczenia. Działalność ta obejmowała takie przedmioty jak: materiałoznawstwo, systemy kontroli jakości w procesach produkcyjnych, podstawy inżynierii produkcji, technologie materiałowe, mechanika techniczna, mechanika i

budowa maszyn, towaroznawstwo, ekonomika transportu oraz zarządzanie jakością. Wykłady z nauki o materiałach prowadził w języku angielskim.

Opiekując się przez wiele lat Laboratorium Materiałoznawstwa, Monitorowania i Diagnozowania Technologii habilitant opracował stanowiska do badań metalograficznych i materiałowych z wykorzystaniem aparatury renomowanych firm, która jest również używana przez studentów dwóch wydziałów: Zarządzania i Inżynierii Produkcji oraz Logistyki.

Od początku pracy na Politechnice Śląskiej dr inż. Jacek Sitko uczestniczył w organizowaniu i prowadzeniu rekrutacji na Wydziale Organizacji i Zarządzania, był współautorem planów zajęć dla wybranych roczników studiów dziennych i zaocznych I i II stopnia w latach 2001-2009 a także twórcą dokumentacji dla celów pozyskania Praw Doktoryzowania na Wydziale Organizacji i Zarządzania, Politechniki Śląskiej w dyscyplinie naukowej: Inżynierii Produkcji, w roku 2010. Od wielu lat pomaga w organizowaniu zajęć pracownikom dydaktycznym oraz osobom przygotowującym wnioski o projekty badawcze europejskie oraz z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju i Narodowego Centrum Nauki. Od wielu lat Habilitant bierze udział w organizowaniu imprez popularyzujących naukę takich jak Dni Otwarte, Noc Naukowców czy otwarte wykłady z materiałoznawstwa, które cieszą się dużym zainteresowaniem zarówno dorosłych jak i dzieci oraz młodzieży.

Osiągnięcia naukowo-badawcze

Dr inż. Jacek Sitko jest autorem lub współautorem prac naukowych, które dotyczą zagadnień z obszaru procesów metalurgicznych oraz organizacji i zarządzania produkcją, co jest ściśle związane z aktualnym jego zatrudnieniem. Wyniki prowadzonych przez niego indywidualnych i zespołowych badań opublikowane zostały w czasopismach o zasięgu krajowym i zagranicznym, materiałach konferencyjnych oraz rozdziałach w monografiach.

Referaty wygłoszone na konferencjach w kraju i za granicą, udział w opracowaniu sprawozdań z prac badawczych, patenty i wnioski patentowe a także monografia, która stanowi osiągnięcie naukowe Habilitanta poddawane ocenie w postępowaniu habilitacyjnym, to inne pozycje wchodzące w dorobek naukowy.

W dorobku publikacyjnym posiada ponad 100 pozycji w czasopismach cytowanych w Journal Citation Reports oraz na liście ministerialnej A i B, zeszytach naukowych i innych wydawnictwach. Ponadto, jest autorem jednego podręcznika akademickiego pt. „Wprowadzenie do nauki o materiałach”, wydanego przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej

w Gliwicach, w roku 2015 (ISBN 978-83-7880-330-0) oraz jednej monografii pt. „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*” z 2019 roku wydanej przez wydawnictwo P.A. NOVA z Gliwic (ISBN 978-83-65265-27-2). Był także dwukrotnie redaktorem monografii i jeden raz recenzował artykuł dla czasopisma naukowego.

Czasopisma naukowe, w których dr inż. Jacek Sitko publikował artykuły samodzielnie lub jako współautor to: Archives of Metallurgy and Materials, Materials Science Forum, Archives of Foundry Engineering, Energies, Materials Today: Proceedings, Acta Montanistica Slovaca, Management Systems in Production Engineering, Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji, Metalurgija, Technicka Diagnostica, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie, Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management, Zeszyty Naukowe Akademia Morska w Szczecinie, Systemy Zarządzania w Inżynierii Produkcji, Archiwum Odlewnictwa, Hutnik -Wiadomości Hutnicze, Materiały Inżynierskie, Rudy i Metale Nieżelazne, Acta Metallurgica Slovaca, Energetyka, Problemy Energetyki i Gospodarki Paliwowo-Energetycznej.

Wyniki zespołowych badań naukowych, w których uczestniczył dr inż. Jacek Sitko prezentowane były osobiście na kilkudziesięciu konferencjach krajowych i międzynarodowych w Polsce, Słowacji, Czechach i Serbii.

Dorobek naukowy Habilitanta to również współudział w realizacji badań naukowych w projektach oraz pracach badawczo-rozwojowych, które realizowane były na zlecenie zakładów przemysłowe, między innymi: Hutę Cynku „Miasteczko Śląskie” i Zakłady Górniczo-Hutnicze „Bolesław”. Ponadto, jest współautorem 1 patentu, 3 zgłoszeń patentowych i 4 wdrożonych technologii w Hutach: „Miasteczko Śląskie”, „Zabrze” i „Buczek” oraz w Zakładach Górniczo-Hutniczych „Bolesław”. Uczestniczył również w realizacji 3 projektów europejskich we współpracy Polski i Czech.

Dr inż. Jacek Sitko według bazy Web of Science, posiada indeks Hirscha 3, sumaryczny Impact Factor 6.857 a artykuły, w których partycypował były cytowane 28 razy.

Wykonał jedną recenzję artykułu dla czasopisma Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji oraz odbył 3 staże zagraniczne miesięczne w uczelniach słowackich. Ponadto, jest członkiem dwóch towarzystw: Polskiego Naukowo-Technicznego Towarzystwa Eksploatacyjnego od 2012 roku i Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją od 2010 roku. Za działalność naukową Habilitant został uhonorowany w roku 2000 Nagrodą II stopnia Rektora Politechniki Śląskiej.

Osiągnięciem naukowym wskazanym przez Habilitanta, które stanowi podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego jest monografia zatytułowana:

„Wpływ wybranych żużli metalurgicznych na poprawę właściwości materiałów inżynierskich i pigmentów”

W skład jej wchodzi: wykaz stosowanych oznaczeń i jednostek, wprowadzenie, 8 rozdziałów z podrozdziałami, podsumowanie, wykaz literatury oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Monografia została wydana przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2023 r. s. 186. ISBN 978-83-7880-898-5. Recenzentami monografii byli: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Konopka z Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej (Katedra Metalurgii i Technologii Metali) oraz Dr hab. inż. Bogusław Pisarek z Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej (Katedra Systemów Produkcji).

Wprowadzając czytelnika w problemy dyskutowane i badane w monografii, Habilitant sklasyfikował i scharakteryzował odpady powstające w procesach metalurgicznych. Zaliczył do nich żużle powstające w wyniku produkcji żelaza i metali nieżelaznych oraz ich stopów, szlamy powstałe po procesie rafinacji elektrolitycznej, braki metalurgiczne i odlewnicze a także zużyte materiały formierskie i ceramiczne oraz zgorzeliny walcownicze i pyły z oczyszczania gazów wypływających z pieców stosowanych w metalurgii. Ponieważ odpady te, jak podkreślone jest w tym rozdziale, w wielu przypadkach zawierają cenne metale lub wykazują dobre właściwości ściernie lub mechaniczne zagospodarowanie ich to nie tylko problem ekologiczny ale również ekonomiczny. Ponadto, gospodarka ekologiczna bezodpadowa to zagadnienie, które nabiera coraz większego znaczenia w skali światowej a w dobie ubywania zasobów naturalnych, również stanowi cenne źródło dostarczające gospodarce niektórych cennych metali i jest zgodnie z różnymi perspektywicznymi propozycjami, przepisami i rozporządzeniami powstającymi w Komisjach Unii Europejskiej i organizacjach ekologicznych działających świecie. Na co zwraca się uwagę w tej części monografii.

Pierwszy rozdział monografii zatytułowany: *”Materiały inżynierskie”* wprowadza definicje materiału oraz podział na dwie grupy, które różnią się między sobą przeznaczeniem oraz właściwościami. Jest to podział autorski Habilitanta. Pierwsza, to materiały konstrukcyjne, których głównym celem jest wspomaganie człowieka w pracach fizycznych a ich główną cechą powinny być wysokie (bardzo dobre) właściwości fizyczne i mechaniczne. Druga grupa, to materiały o wysokim stopniu komplikacji lub przetworzenia, których zadaniem jest wspomaganie działania umysłowego, funkcjonowaniu organizmu czy optymalizacji procesów

biologicznych i chemicznych. W tym rozdziale monografii pokazano również schematycznie wzrost zapotrzebowania na materiały inżynierskie na przestrzeni kilku tysięcy lat, czyli od początków ludzkości do czasów współczesnych, oraz związany z tym procesem rozwój technologii ich produkcji.

W pierwszym podrozdziale tej części monografii, zatytułowanym: „*Podział materiałów inżynierskich konstrukcyjnych*” przedstawiony został podział materiałów inżynierskich. Wyróżnionych zostało pięć grup tych materiałów a mianowicie: stopy metali, ceramika, polimery, szkło i kompozyty z nich produkowane. Następnie, materiały te zostały scharakteryzowane pod kątem właściwości fizycznych, mechanicznych, struktury krystalograficznej i innych oraz zastosowania w życiu i przemyśle.

Drugi z podrozdziałów zatytułowany: „*Dobór materiałów konstrukcyjnych*” omawia zasadę doboru tych materiałów do produkcji określonego wyrobu oraz przedstawia w formie tabelarycznej przynależność wyszczególnionych materiałów do odpowiednich grup wymienionych powyżej. Wyszczególnia ich 6 właściwości jakie są brane pod uwagę przy ich wykorzystaniu jako konstrukcyjnych. Właściwości ekonomiczne to cena i dostępność. Obszar właściwości mechanicznych objętościowych to przede wszystkim gęstość oraz parametry charakteryzujące wytrzymałość, pełzanie, plastyczność, twardość, pękanie, odporność na zmęczenie i zmęczenie cieplne, sprężystość i tłumienie. Właściwości niemechanicznie objętościowe obejmują właściwości fizyczne takie jak: cieplne, magnetyczne, optyczne i elektryczne natomiast do właściwości powierzchniowych należą odporność na korozję i utlenianie a do właściwości produkcyjnych i estetycznych: łatwość wykonania, łączenia i wykończenia oraz wygląd, wykończenie powierzchni i odczucie przy dotyku. Przedstawione zostały również w tym podrozdziale takie zagadnienia jak: dobór kształtu, materiału i technologii wykonania przedmiotu, mapy materiałowe pokazujące związki między określonymi właściwościami materiału (np. właściwości fizyczne a mechaniczne) a także plan realizacji określonego wyrobu, który pokazuje kolejne etapy tworzenia począwszy od idei do produktu finalnego.

Kolejny podrozdział: „*Materiały odpadowe jako materiały inżynierskie*” charakteryzuje odpady poprodukcyjne wykorzystywane do różnych celów dzieląc je na takie, które są bezpośrednio używane do różnych zastosowań bez dodatkowych operacji uszlachetniających (kruszywa do budowy dróg) oraz takie, które są wykorzystywane dopiero po przystosowaniu ich do specjalnego wykorzystania albo po kolejnym wykorzystaniu w jakimś procesie technologicznym. Zarówno w jednej jak i drugiej grupie większość z tych materiałów to żużle

pochodzące z procesów metalurgicznych przy otrzymywaniu stali i stopów oraz produkcji metali nieżelaznych a ponadto: szlamy poelektrolityczne, pyły stalownicze, zużyte masy formierskie czy odpady z odlewni.

Ostatni z podrozdziałów tego rozdziału monografii pt: *”Rola odpadów poprodukcyjnych w uszlachetnianiu i poprawie właściwości materiałów inżynierskich”* dotyczy wykorzystania żużli metalurgicznych jako modyfikatorów struktury stopów odlewniczych oraz materiałów do ich rafinacji.

Rozdział drugi monografii koncentruje się na charakterystyce odpadów hutniczych do których zaliczono: żużel wielkopiecowy i pyły stalownicze, żużel z procesów otrzymywania metali nieżelaznych i szlamy anodowe oraz odpady materiałów formierskich i zgorzelinę. W dalszej części charakteryzowane są cytowane odpady hutnicze pod kątem ich składu chemicznego, właściwości, zagrożenia dla środowiska naturalnego, roli w procesie metalurgicznym oraz jego właściwości fizyczne, w szczególności lepkość i wzajemna zwilżalność.

Omawiając żużel wielkopiecowy, autor przedstawił w skrócie warunki powstawania, skład chemiczny i mineralogiczny, odporność na działanie wody oraz możliwości wykorzystania przy produkcji cementu oraz innych materiałów stosowanych w budownictwie a także w budowie dróg i autostrad. Aktualnie, żużel wielkopiecowy, jak wskazuje autor, jest w całości zużywany na produkcję żużla kawałkowego i granulowanego, pumeksu oraz wełny mineralnej. Metody wytwarzania powyższych produktów z żużli wielkopiecowych oraz ich zastosowanie w gospodarce stanowią temat kolejnych fragmentów monografii. Podobną charakterystykę jak cytowanych powyżej produktów żużla wielkopiecowego przedstawiono w odniesieniu do cytowanych powyżej odpadów hutniczych. Należy zaznaczyć, że chociaż szlam anodowy zaliczany jest do odpadów, to jednak jest on faktycznie cennym materiałem polimetaliczny, który zawiera, oprócz metali szlachetnych, inne drogocenne metale stosowane w przemyśle.

W rozdziale trzecim, Habilitant przedstawił *„Metody oceny właściwości fizykochemicznych żużli metalurgicznych”* takich jak: skład chemiczny i fazowy, gęstość nasypowa, skład granulometryczny, zasadowość i aktywność chemiczna. W części tej nie tylko prezentowane są metody oceny, jak na to wskazuje tytuł, lecz zawarte są w nim również informacje poszerzające wiedzę na temat wymienionych właściwości i ich znaczenia dla dalszego przechowywania i zagospodarowania.

Kolejny rozdział monografii habilitacyjnej to: „*Możliwości zagospodarowania żużli hutniczych*”. Zawiera on informacje, które dotyczą prowadzonych badań nad wykorzystaniem żużli metalurgicznych jeszcze w szerszej skali niż wcześniej opisane. Problematyka odnosi się do żużli wielkopieczowych i pochodzących z przemysłu miedziowego. Jak podano, badania te koncentrują się na odzysku żelaza zawieszonoego w formie kropeł w żuźlu wielkopieczowym, jeszcze większym wykorzystaniem go w budownictwie i budowie dróg oraz jako materiału ściernego. W odniesieniu do żużla miedziowego, badania wskazują na możliwość większego wykorzystania jako substytutu gliny morskiej, cementów odpornych na działanie wody morskiej oraz substytutu piasku w wysokowartościowych cementach.

Rozdział piąty prezentuje „*Przykłady zastosowania żużli w praktyce przemysłowe*”. Omawiane są w nim takie zagadnienia jak: procesy topienie, rafinacji i oczyszczania ciekłych stopów metali (rafinacja stopów miedzi i aluminium), rafinacja żużlowa, rafinacja barbotażowa – gazowa i gazowo – żużlowa, materiały w obróbce ściernej i mechanicznej maszyn i urządzeń, budowa fundamentów i konstrukcji inżynierskich, żużel wielkopieczowy jako składnik cementów budowlanych, cementy żużlowe w technologii cementów natryskowych, przemysł drogowy.

„*Odzysk metali z żużli, pyłów i szlamów anodowych*” stanowi temat rozdziału szóstego monografii. Autor opisał w tej części metody odzysku, z cytowanych odpadów, wielu metali o większym lub mniejszym znaczeniu dla gospodarki, w tym metali szlachetnych oraz o znaczeniu strategicznym jak cynk, miedź, kobalt czy nikiel. W opracowaniu tym cytowane są tabele z analizą chemiczną pokazującą procentowy skład materiałów odpadowych i odzyskanych metali oraz opisywane są, czasem dość szczegółowo, technologie prowadzące do otrzymania konkretnego pierwiastka (metal) z wspomnianych odpadów hutniczych.

Podsumowanie tej części monografii, która stanowi wprowadzenie do postawienia tezy osiągnięcia habilitacyjnego, stanowią wnioski z analizy literaturowej uzasadniające zagospodarowanie odpadów hutniczych ze względów gospodarczych oraz ochrony środowiska.

Część badawcza osiągnięcia habilitacyjnego czyli „*Badania własne*” (Rozdział 8) w pierwszym podrozdziale zawiera 2 tezy oraz zakres badań, który obejmuje zagadnienia związane z rafinacją stopów mieszkankami zawierającymi żużle metalurgiczne z różnych procesów, wykorzystania żużli jako pigmentów oraz wpływu dodatku żużla wielkopieczowego na wybrane właściwości wybranych gatunków betonów. Przy czym, to ostatnie zagadnienie dotyczące betonów jest opracowaniem autora monografii, w oparciu o informacje z literatury. Przedstawione tezy mają następujące brzmienie:

*„Odpowiednio przygotowane mieszanki żużli metalurgicznych mają wpływ na poprawę właściwości materiałów inżynierskich w procesach ich wytwarzania, rafinacji i modyfikacji”
oraz*

„Mając na uwadze skład chemiczny i sposoby otrzymywania naturalnych pigmentów nieorganicznych, takich jak ochry (pigmenty otrzymywane z glin zawierających tlenki żelaza) oraz umbry (pigmenty otrzymywane z rud żelaza), można przypuszczać, że żużle z pieców przewalowych powinny nadawać się do otrzymywania pigmentów żelazowych”.

W kolejnych częściach opisu badań własnych została przedstawiona procedura oceny stabilności składu chemicznego żużli metalurgicznych oraz pyłów z elektrycznych pieców stalowniczych. Do analizy użyto 10 próbek żużli tego samego rodzaju. Próbki żużli pochodziły częściowo z pobranych do badań własnych a częściowo z literatury. Analiza składu chemicznego (mineralogicznego) została opracowana w oparciu o wyliczone wartości średnie, wariancję, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności jako iloraz odchylenia standardowego do wartości średniej a wyniki podane zostały w kolejnych czterech tabelkach. Opierając się na uzyskanych wartościach współczynnika zmienności mniejszych od 40% autor wnioskuje, że skład chemiczny żużli jest stabilny oraz że mogą być wykorzystane w niektórych procesach lub materiałach inżynierskich.

W podrozdziale 8.3 pt. *„Przygotowanie materiału do badań”* omówiono proces odzysku żelaza z żużli stalowniczych poprzez odpowiednie zmielenie i separację magnetyczną uzyskując frakcję wzbogaconą i zubożoną w żelazo (frakcje magnetyczna i niemagnetyczna). Pierwsza z nich ponadto, charakteryzowała się bardzo małym stężeniem węgla w porównaniu do drugiej, która może być zawracana do przerobu w piecach przewalowych.

Wyniki badań rafinacji staliwa odpornego na ścieranie przy pomocy mieszanki żużli z podaniem metodyki badawczej i przygotowania próbek do badań stanowią kolejną część osiągnięcia (monografii). Próbnom rafinacji mieszankami żużli poddanych zostało 5 staliw oznaczonych: L45G, L40HM, L40GM, L20HGSNM, L30HGN2M oraz L40H3T, których skład chemiczny był zgodny z odpowiednią polską normą. Próbki do badań zostały przygotowane zarówno z materiału przed jak i po rafinacji, który poddany został następnie 2 rodzajom obróbki cieplnej: normalizacji tzn. wygrzewaniu w 900°C przez 2 godziny a następnie chłodzeniu w powietrzu oraz ulepszeniu cieplnemu czyli wygrzewaniu w 920°C przez 2 godziny, hartowaniu w wodzie a następnie odpuszczaniu w 450°C i studzeniu w powietrzu. Następnie wykonane zostały pomiary wytrzymałościowe, twardości, wydłużenia oraz przewężenia. Wyniki przedstawiono w tabelkach oraz na rysunkach właściwość-rodzaj staliwa,

w postaci wykresów pudełkowych dla 2 staliw: L45G oraz L40HM. Dla tych samych staliw, jako narzędzie analizy statystycznej, wykorzystano nieparametryczny test Wilcozona. Wnioski wyprowadzone z uzyskanych wyników badań wskazują, zdaniem autora, że rafinacja żużłami po separacji magnetycznej, pozwala na polepszenie właściwości mechanicznych tych staliw.

Badania rafinacji żużłowej brązu BA93 na skurcz i lejność zostały wykonane żużłem syntetycznym a nie żużłami po procesach metalurgicznych. W związku z tym należy traktować ten krótki rozdział jako ciekawostkę i nie uważać jako części badań nad wykorzystaniem żużli metalurgicznych uzyskanych po procesie technologicznym w innych procesach. Wynik tego badania wskazuje na brak wpływu procesu rafinacji na skurcz i 25% poprawę lejności.

Poza możliwością wykorzystania żużli metalurgicznych w procesach rafinacji stopów autor przedstawił w monografii opracowanie z obszaru inżynierii materiałów ceramicznych na temat wpływu żużła wielkopieczowego na właściwości wiążące i odporność chemiczną cementów budowlanych. Skoncentrował się na 4 cementach z różną zawartością żużła a uzyskane z danych literaturowych informacje przedstawił na wykresach i w komentarzach. W podsumowaniu wskazane zostały cementy, które powinny być używane w temperaturach niższych a które w wyższych a także takie, które powinny być użyte do produkcji betonów samo-zagęszczających się.

Modyfikacja siluminu czyli stopu na osnowie aluminium i krzemu z dodatkiem magnezu oznaczonego EN AC – AlSi7Mg stanowi kolejną część monografii. Ponieważ silumin pod- i nadeutektyczny charakteryzuje się powstawaniem, w trakcie krystalizacji, dużych ziaren eutektyki (roztwór stały α +Si) lub krzemu, poddaje się je modyfikacji w celu rozdrobnienia struktury. Istotne znaczenie dla procesu modyfikacji mają dodatki metali, które występują w żużlu z procesu otrzymywania miedzi oraz żużlu stalowniczym z przerobu pyłów stalowniczych, które mają wpływ na modyfikację stopu (stąd chyba idea wprowadzenia ich do siluminu z żużła). Do badań modyfikacji użyty został stop podeutektyczny przygotowany w laboratorium oraz dwa wspomniane wyżej żużle. Analiza chemiczna stopu, oprócz metali bazowych czyli Al i Si, ujawniła w nim niewielkie ilości magnezu, miedzi i żelaza (< 1% mas.) a także tytanu, manganu i niklu (< 0.2% mas.). Po odpowiednim przygotowaniu żużli, przeprowadzone zostały eksperymenty modyfikacji stopu, która zgodnie z ideą, miała doprowadzić do poprawy właściwości mechanicznych i użytkowych stopu na skutek zmiany jego mikrostruktury. Ocenę tych zmian wykonano prowadząc analizę termiczną różniczkową, obserwacje mikrostruktury próbek oraz pomiary twardości. Wnioski jakie zostały przedstawione w oparciu o wyniki badań temperatury likwidus a także zmianę mikrostruktury

stopu po modyfikacji mówią o zadowalających właściwościach modyfikujących żużla miedziowego. Wykonane pomiary twardości na badanych stopach przed i po modyfikacji pokazują różnicę około 1 HB między twardością stopu modyfikowanego żużlem miedziowym a stopu niemodyfikowanego i modyfikowanego żużlem stalowniczym.

Zagadnienie modyfikacji powierzchniowej stopu odlewniczego niklu IN-713C wybranymi żużlami jest tematem przedostatniej części poświęconej badaniom. W pierwszym podrozdziale prezentowane jest opracowanie, na podstawie danych literaturowych, na temat wpływu różnych parametrów na właściwości mechaniczne i wytrzymałość wysokotemperaturową a także wpływu modyfikowania powierzchniowego mieszanką zawierającą glinian kobaltu na mikrostrukturę stopu IN-713C. Prezentowane wnioski wskazują, że efekt modyfikujący ograniczony jest jedynie do warstwy powierzchniowej i związany jest z wydzielaniem kobaltu w reakcji glinianu kobaltu z glinem i niektórymi metalami, składnikami stopu, takimi jak Ti, Hf, Cr czy Nb. Na poparcie tej hipotezy przedstawiono szereg reakcji chemicznych, bez podania ich efektu energetycznego, przy założeniu, że metale reagujące nie występują w roztworze, co oczywiście nie jest prawdą, gdyż mamy do czynienia ze stopami. Stwierdzono, że wszystkie reakcje glinianu kobaltu z cytowanymi wcześniej metalami są możliwe z uwagi na ich ujemne wartości zmiany entalpii swobodnej. Przedstawiono, dodatkowo, graficznie model modyfikacji powierzchni w wyniku powstawania kobaltu we wskazanych reakcjach chemicznych.

W części omawiającej metodykę badań wpływu mieszanki żużli na modyfikację powierzchni stopu IN-731C w procesie odlewania, wskazano czym może być spowodowana taka modyfikacja. Przedstawiono obliczenia zmiany entalpii swobodnej reakcji niektórych tlenków przy pomocy węgla (CuO, MnO, TiO, FeO, Fe₂O₃, MgO, Na₂O, K₂O, Cr₂O₃, ZnO) oraz glinianu kobaltu ze zredukowanymi węglem metalami z żużli, wskazując na ich podstawie, na możliwe reakcje jakie mogą zachodzić na granicy warstwa modyfikująca - ciekły stop. Wykonano również obliczenia termochemiczne dla cytowanych powyżej reakcji chemicznych wnioskując, że dla większości analizowanych reakcji tlenków z węglem może zachodzić redukcja do metali (z wyjątkiem MgO, TiO, MnO), gdyż ich zmiana entalpii swobodnej jest ujemna. Zatem mogą one uczestniczyć w modyfikacji powierzchni odlewów. Do eksperymentów zastosowane zostały dwa żużle: miedziowy i z przerobu pyłów stalowniczych. Redukcja tlenków z żużli węglem była prowadzona w temperaturze 950°C (dalej podana jest temperatura 850°C) przed procesem odlewania stopu oraz prawdopodobnie podczas procesu odlewania, który odbywał się w zakresie temperatur od 1350 do 1450°C. Próby odlewania

zostały wykonane dla 3 różnych mieszanek modyfikujących stosowanych do pokrywania form odlewniczych oraz jedną próbę odlewania do formy bez pokrycia mieszaną modyfikującą. Wykonane obserwacje makrostruktury dla próbek pobranych z odlewów pokazują zwiększoną liczbę ziaren dla próbek z odlewów, których powierzchnia form odlewniczych była pokryta albo glinianem kobaltu albo mieszaną glinianu kobaltu z mieszaną żużlową. Odlewy wykonane do formy bez żadnej warstwy modyfikującej lub z mieszaną modyfikującą żużlową bez glinianu kobaltu mają identyczną makrostrukturę (dlaczego?). Pierwsze, charakteryzuje zwiększona liczba ziaren i niższa średnia powierzchnia ziarna. Drugie mają duże ziarna i znacznie mniejszą ich liczbę. Największą liczbę ziaren na mm² obserwuje się dla odlewów z warstwą modyfikującą wlewnicy zawierającą glinian kobaltu oraz mieszaną żużlową, jednak jest ona tylko niewiele większa od odlewów z warstwą z glinianu kobaltu. Przedstawiono 2 modele graficzne objaśniające procesy modyfikacji powierzchniowej. Pierwszy opisuje modyfikację mieszaną bez glinianu kobaltu w warstwie modyfikującej ale z mieszaną żużlową i koksikiem a drugi modyfikację mieszaną zawierającą glinian kobaltu, mieszaną żużlową i koksik. Obydwie warstwy modyfikujące zawierały również krzemian cyrkonu jako uzupełnienie składu mieszanki.

Część monografii dotycząca otrzymywania pigmentu do barwienia żywic opisuje przygotowanie proszku żużla z pieca przewałowego oznaczonego BOL-REC do badania jego przydatności w barwieniu żywicy CLEAR ON. Eksperymenty przeprowadzono z użyciem frakcji o najmniejszej wielkości ziaren żużla. Żywicę mieszano z różnymi ilościami proszku a następnie badano przezroczystość przyrządem do badania przepuszczalności światła. Wyniki badań wskazują, że stężenie pigmentu w żywicy w ilości 1% bardzo silnie ogranicza przepuszczalność światła (prawie 80%) a przy większych stężeniach właściwość ta praktycznie jest zlikwidowana.

Rozdział; „*Podsumowanie wyników badań własnych*” kończy badawczą część monografii, jako osiągnięcia Habilitanta, a po niej rozdziały: „*Bibliografia*” i „*Streszczenie*”.

Uwagi recenzenta.

Cała część monografii (rozdziały od 2 do 7) opisująca wykorzystanie żużli do wielu celów a obejmująca niemal połowę monografii, ma sens w przypadku książki dla studentów lub innych osób. Poza tym, że mówi o żużlach i ich przerobie, nie ma związku z tematyką zaproponowaną do badań w osiągnięciu habilitacyjnym.

Teza jest mało precyzyjna. Pojęcie właściwości materiałów jest bardzo obszerne i obejmuje bardzo szeroką ich grupę. Dlatego teza powinna informować o jakie właściwości chodzi np. mechaniczne, elektryczne, termiczne czy jeszcze inne. Druga teza, której udowodnienie zajmuje w monografii 1 stronę mogła zostać pominięta bez uszczerbku dla osiągnięcia.

Rozdział 8.3, dotyczy przygotowania materiałów do badań i w całości opisuje żuźle stalownicze i odzysk z nich żelaza w przemyśle. Natomiast nie mówi o przygotowaniu innych żużli. Nie podano poza tym, którą frakcję stosuje się do rafinacji staliw magnetyczną czy niemagnetyczną. W dalszej części mówi się o zastosowaniu mieszanki żużli natomiast w opisie tabelki 22 i 23 jest informacja, że zastosowano żuźel po separacji magnetycznej, co też nie wyjaśnia problemu.

W omawianej metodyce badań w rozdziale 8.4.1, w przeważającej jego części (prawie 5 stron) opisywane są metody rafinacji staliwa stosowane w przemyśle a tylko niewielka jej część koncentruje się na istocie problemu (ok. 1/2 stron) czyli na metodach eksperymentach i materiale badawczym. W związku z tym tytuł powinien być inny lub objętość podrozdziału znacznie ograniczona.

Nie przedstawiono wyników badań właściwości mechanicznych (podobnie jak dla staliwa L45G kilka serii) dla pozostałych staliw (Rozdział 8.4.2). Stąd nasuwają się pytania. Dlaczego? Czy ich nie wykonywano? Dlaczego nie podano w tekście informacji dlaczego zmieniona została procedura badań? Normalizacja i ulepszenie cieplne nie zostały wykonane dla wszystkich badanych staliw (brak tabel z wynikami i wyjaśnienia). W konsekwencji wykresy właściwości mechanicznych przed i po rafinacji nie zostały pokazane oraz analiza statystyczna nie została wykonana dla wszystkich staliw? Objasnienia rysunków 50-55 powinny informować, w pierwszej kolejności, jakiej właściwości dotyczą a następnie o rodzaju materiału i po jakiej operacji ulepszającej.

Brak danych co do ilości prób rafinacji żużlem syntetycznym i opracowania statystycznego dla brązu BA93 (rozdział 8.5). Należy wnioskować, że wykonana została tylko jedna próba. Trudno zatem za wiarogodną uznać zaobserwowaną zmianę lejnoci. Ponadto brakuje odpowiedzi, dlaczego następuje zmiana lejnoci. Bez analizy chemicznej stopu po rafinacji i porównania z tą przed rafinacją trudno postawić właściwą diagnozę. I kolejna wątpliwość: Czy w ogóle w stopie szeroko stosowanym w przemyśle jest dopuszczalna pewna zmiana składu chemicznego, w tym ta powodująca wzrost lejnoci?

Nie można wyciągać wniosków w oparciu tylko o jeden pomiar analizy termicznej (rozdziały 8.7.1, 8.7.2 dotyczące modyfikacji siluminu żużłami). Widomo, że każdy pomiar jest obarczony błędem pomiarowym i do ustalenia właściwej wartości temperatury przemiany wymaganych jest wykonanie kilku pomiarów. Ponadto, pomiary powinny być prowadzone z identyczną szybkością chłodzenia i rozpoczynać się od tej samej temperatury. Oczywiście nie można wykluczyć, że efekt modyfikujący istnieje ale istotne jest jaki ten efekt i czym spowodowany. Zmiana struktury obserwowana dla modyfikacji żużłem miedziowym w porównaniu do siluminu wyjściowego jest widoczna. Ale powinno zostać wyjaśnione czy taka zmiana jest korzystna oraz czym jest spowodowana. Próby wyjaśnienia zmiany strukturalnej przy pomocy analizy termicznej są niewystarczające i wątpliwe, podobnie jak pojawienie się w stopie fazy międzymetalicznej Al_5FeSi przy rafinacji żużłem miedziowym. Gdyby tak było, również w przypadku zastosowania do modyfikacji żużła stalowniczego, obserwowany byłby podobny efekt wzrostu temperatury likwidus. Wprowadzenie żelaza z żużła do siluminu, co sugerowane jest w monografii, powoduje zmianę składu stopu a zatem również jego niektórych właściwości mechanicznych. Nasuwa się zatem pytanie czy takie zmiany dopuszcza polska norma dla określonego siluminu? Ewidentnym mankamentem tej części pracy jest brak analizy chemicznej stopu i żużła użytego do modyfikacji (przed i po procesie) a także badań mikrostrukturalnych z analizą składu chemicznego wybranych obszarów stopu lub/i analizą rentgenowską, które pozwoliłyby na sformułowanie właściwych wniosków co do sensowności modyfikacji siluminu żużłami.

(Rozdział 8.8.1-8.8.6 modyfikacja powierzchniowa stopu IN-713C). Należy zauważyć, że wymienione w stopie metale reagujące z glinianem kobaltu są w roztworze a ich stężenie jest małe lub bardzo małe a ponadto, że ich zmiany cząstkowej energii swobodnej w układach dwuskładnikowych są bardzo ujemne. Ten fakt musi budzić wątpliwość co do zachodzenia wskazanych reakcji chemicznych. Poza tym, prezentowane reakcje powinny prowadzić, w wysokich temperaturach, do powstawania odpowiednich glinianów tytanu, niobu, hafnu czy chromu a nie do ich tlenków. Muszę zauważyć, że w przypadku, gdzie możliwych jest kilka prawdopodobnych reakcji, jedynym rozstrzygającym dowodem powinna być analiza chemiczna warstwy powierzchniowej lub wykonanie dodatkowego doświadczenia na reakcję ciekłego stopu ze składnikami powłoki modyfikującej i analiza chemiczna powłoki po reakcji. Inaczej wnioski mogą być zupełnie nietrafione.

Doświadczenia opisane są niedokładnie. Temperatura procesu odlewania jest podana jako 1350 - 1450°C. Taka różnica temperatury odlewania musi powodować różne szybkości

chłodzenia a zatem również inną makrostrukturę odlewu. Stąd, dla właściwej oceny efektu końcowego, należało prowadzić badania dla stałej temperatury odlewania.

Skład procentowy mieszanek zawiera tylko informacje dla niektórych składników. Trzecia forma: 40 % krzemian cyrkonu + 60% mieszanka żużli +5% glinian =**105%**? Czwarta forma: 3% glinian kobaltu + 3% koksik + ?% krzemian cyrkonu + ?% mieszanki żużli. Składy mieszanki 2 i 4 różnią się ilością glinianu kobaltu i węgla (koksiku) (5% i 3%). W efekcie nie wiadomo, czy gdyby ilości te były identyczne, wówczas nie uzyskano by jeszcze bardziej zbliżonej liczby ziaren na mm². Świadczyło by to o znikomym wpływie żużli na modyfikację warstwy powierzchniowej czyli zbędnym stosowaniu żużli w tych mieszankach.

Na rys. 81a-d rysunki a i c są identyczne. Wątpliwym jest, aby makrostruktura odlewu uzyskanego w dwóch różnych procesach: bez mieszanki modyfikującej oraz z mieszanką żużlową miały identyczne makrostrukturę. Gdyby tak było rzeczywiście, byłby to ewidentny dowód na to, że stosowanie mieszanki żużli z węglem jako reduktorem jest bezowocne, gdyż nie daje efektu modyfikacji powierzchni, który ma się manifestować drobnoziarnistą strukturą warstwy powierzchniowej odlewu. Brak informacji o powiększeniu na rysunku lub w tekście.

W pokazanych 2 modelach, wskazuje się na cynk jako metal biorący udział w modyfikacji powierzchni. Należy zauważyć, że proces przygotowania form odlewniczych polega na prażeniu warstwy modyfikującej w temperaturze 850°C przez 1 godzinę. W tych warunkach cynk posiada wysoką prężność (temperatura wrzenia 907°C) co spowoduje najprawdopodobniej jego całkowite odparowanie. Stąd, należałoby raczej nie pokazywać go w modelach 1 i 2.

Mieszanka modyfikująca zawiera znaczne ilości krzemianu cyrkonu w postaci mączki a dodatkowo występuje w niej krzemionka koloidalna. Jednak nie przeprowadzone zostały obliczenia ich redukcji węglem chociaż krzem silnie reaguje z glinianem kobaltu a zmiana entalpii swobodnej tej reakcji (Tabela 29, rys. 76) jest najniższa z analizowanych.

Osiągnięcie naukowe wskazane przez Habilitanta do oceny w toku postępowania jest monografią, której tytuł brzmi:

„Wpływ wybranych żużli metalurgicznych na poprawę właściwości materiałów inżynierskich i pigmentów”

Ponieważ autor opublikował w roku 2019 książkę dla studentów, której tytuł to:

„Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych”

Recenzent pozwolił sobie na przeczytanie obydwóch pozycji z dorobku Habilitanta i stwierdził, że bardzo duża część monografii habilitacyjnej (osiągnięcia) jest tożsama z cytowaną powyżej książką. Szczegóły podaję poniżej.

Wprowadzenie: prawie całe wprowadzenie z książki „*Charakterystyk odpadów hutniczych*” jest identyczny jak w osiągnięciu habilitacyjnym.

Rozdział 1: „*Materiały inżynierskie*” jest rozdziałem nowym (18 stron).

Rozdział 2: „*Charakterystyka odpadów hutniczych*” – niemal dokładna kopia identycznego rozdziału w książce „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*” o takim samym tytule.

Rozdział 3: „*Metody oceny właściwości fizykochemicznych żużli metalurgicznych*” niemal w całości skopiowany do osiągnięcia habilitacyjnego z książki „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*”.

Rozdział 4: „*Możliwości zagospodarowania żużli hutniczych*” prawie w całości skopiowany z książki „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*”.

Rozdział 5: „*Przykłady zastosowania żużli w praktyce przemysłowej*” niemal w całości skopiowany z książki „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*” do osiągnięcia habilitacyjnego.

Rozdział 6: „*Odzysk metali z żużli, pyłów i szlamów anodowych*” z małymi korektami niemal w całości skopiowany z książki „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*” do monografii habilitacyjnej.

Rozdział 7: „*Analiza literaturowa – wnioski*” (1 strona) część nowa.

Rozdział 8: „*Badania własne*” od podrozdziału 8.1 do 8.2.3 (8 stron) nowe opracowanie.

Podrozdziały od 8.3 do 8.4.2.: „*Przygotowanie materiału do badań*”, „*Wpływ rafinacji staliwa odpornego na ścieranie mieszką żużli na jego właściwości mechaniczne*”, „*Metodyka badań rafinacji staliwa odpornego na ścieranie mieszką żużli*”, „*Wyniki badań rafinacji staliwa odpornego na ścieranie mieszką żużli*” w znacznej części przekopiowane z książki „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*” do monografii habilitacyjnej.

Podrozdział 8.5: „*Badania rafinacji żuźlowej brązu BA93*” (1 strona) jest nowym.

Podrozdział 8.6: „*Wpływ żużla wielkopieczowego na właściwości wiążące i odporność chemiczną cementów budowlanych*” w całości skopiowany z książki „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*” do monografii habilitacyjnej.

Podrozdział 8.7: „*Badania modyfikującego działania mieszanki żużli na stop EN AC-*AlSi7Mg**” jest w znacznej części kopią rozdziału „*Próba zastosowania żużli hutniczych w modyfikacji stopów Al-Si*” z książki „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*” z tą różnicą, że w książce jest to jeden rozdział a w osiągnięciu podzielono go na 3 podrozdziały.

Podrozdział 8.8: „*Badania wpływu mieszanki żużlowej na liczbę ziaren L_z i średnią powierzchnię ziarna A_z w mikrostrukturze odlewniczego stopu IN-713C w procesie modyfikowania powierzchniowego*” jest nowym rozdziałem (18 stron).

Podrozdział 8.9: „*Badania możliwości wykorzystania żużli w produkcji pigmentów*” został w całości skopiowany z książki „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*”.

Ponadto, chciałbym zauważyć, że osiągnięcie nie wnosi nowych treści do dziedziny inżynieria materiałowa, gdyż:

- a) Nie daje odpowiedzi na pytanie czym są spowodowane obserwowane niektóre zmiany właściwości ze względu na brak dodatkowych weryfikujących badań.
- b) Brak wielokrotnych badań dla wielu modyfikowanych stopów, co uniemożliwia właściwą ocenę statystyczną zmian niektórych właściwości i sensowność stosowania modyfikujących mieszanek żużlowych.
- c) Obliczenia termochemiczne, które de facto bardzo zgrubnie mogą wyjaśniać zachodzące reakcje i procesy, powinny zostać przeprowadzone przy bardziej wiarogodnych założeniach.

Biorąc pod uwagę wcześniejsze uwagi do osiągnięcia oraz fakt, że jej prawie 70% jest **autoplgiatem** książki „*Procesy zagospodarowania odpadów hutniczych*” wydanej w 2019 roku wnioskuję, żeby **zaprześcić dalszego postępowania w procesie habilitacyjnym** dr inż. Jacka Sitko.

Opinia końcowa

Oceniając dorobek dr inż. Jacka Sitko w obszarach i zgodnie z kryteriami oceny podanymi w rozporządzeniu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego dotyczącymi udokumentowanego dorobku naukowo-badawczego, działalności popularyzatorskiej, dydaktycznej, organizacyjnej i współpracy międzynarodowej oraz przedłożonego osiągnięcie w formie monografii, wyrażam opinię, że Habilitant nie spełnia wymagań oraz obowiązujących standardów w postępowaniu habilitacyjnym, określonym w ustawie o stopniach i tytule z kolejnymi zmianami. W związku z tym, wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej o nie dopuszczenie dr inż. Jacka Sitko do dalszego postępowania o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego.

