

2. ZAŁĄCZNIK do Wniosku

AUTOREFERT

Dorobek i osiągnięcia naukowe określone
w art. 16 ust. 2 ustawy

Dr inż. Krystian Janiszewski

Zakład Metalurgii Ekstrakcyjnej i Odlewnictwa

Instytut Technologii Metali

Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii

Politechnika Śląska

Katowice, styczeń 2016 r.

SPIS TREŚCI

1. Imię i nazwisko.....	3
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe.....	3
3. Przebieg pracy zawodowej	3
4. Wskazanie osiągnięcia naukowego	3
5. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze, organizacyjne i dydaktyczne.....	14
5.1. Działalność prowadzona przed doktoratem	14
5.2. Działalność prowadzona po uzyskaniu doktoratu.....	15

1. Imię i nazwisko

Krystian Janiszewski

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

Uzyskany stopień: **Doktor nauk technicznych**

Politechnika Śląska,

Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii

Dyscyplina naukowa: Metalurgia

Specjalność: Metalurgia żelaza i stali

Temat pracy doktorskiej: **Wpływ osadowego odtleniania na efektywność procesu filtracji ciekłej stali z wtrąceń niemetalicznych**

Promotor: dr hab. inż. Zdzisław Kudliński, prof. nzw. w Pol. Śl.

Recenzent zewnętrzny: Prof. Ing. Jiří Bažan, CSc VŠB – Technická Univerzita Ostrava

Recenzent wewnętrzny: Prof. dr hab. inż. Remigiusz Sosnowski, Politechnika Śląska

Data obrony: 09.11.2004 r.

Uzyskany tytuł: **Magister inżynier**

Politechnika Śląska,

Wydział Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu

Kierunek: Metalurgia

Specjalność: Ochrona Środowiska i Zagospodarowanie Odpadów

Temat pracy dyplomowej magisterskiej: **Zagospodarowanie złomu zużytych samochodów**

Promotor: dr inż. Stanisław Turek, Politechnika Śląska

Data obrony: 06.07.1999 r.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- Od 1 października 1999 do 30 września 2004 studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej.
- Od 1 września 2005 r. – nadal, na stanowisku adiunkta w Katedrze Metalurgii a następnie Instytucie Technologii Metali na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej.

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. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a) tytuł osiągnięcia naukowego:

Monografia pt.: „Rafinacja ciekłej stali z dyspersyjnej fazy niemetalicznej”

b) autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa:

Podstawą do ubiegania się przeze mnie o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie metalurgia jest monografia (Mój udział wynosi 100%):

Janiszewski K.: *Rafinacja ciekłej stali z dyspersyjnej fazy niemetalicznej.*
2015, Wydawnictwo Naukowe „Śląsk”, ISBN 978-83-7164-892-2

w której zebrałem i rozszerzyłem o nowe wyniki badań opublikowanych jako jednolity tekst publikacji w następujących artykułach (spis prac w porządku chronologicznym):

1. **Janiszewski K., Kudliński Z.:** *The influence of non metallic inclusions physical state on effectiveness of the steel filtration process*, Steel Research International, 77 (2006) 3, 169-176. ISSN 1611-3683, (IF: 0,478 stan na rok 2006, obecnie 1,027). **Mój udział procentowy szacuję na 90%.**
2. **Janiszewski K., Pieprzyca J.:** *Filtracja stali w kadzi pośredniej urzędzenia COS – badania modelowe.* III Międzynarodowa konferencja COS, Krynica, 11-13 czerwca 2008, 55-60, (IF: 0,00). **Mój udział procentowy szacuję na 80%.**
3. **Janiszewski K.:** *Rafinacja ciekłej stali w atmosferze ochronnej*, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 77, 2010, 1, 8-13, ISSN 1230-3534, (IF: 0,00) **Mój udział wynosi 100%.**
4. **Janiszewski K.** *Influence of slenderness ratios of a multi-hole ceramic filters at the effectiveness of process of filtration of non-metallic inclusions from liquid steel.* Archives of Metallurgy and Materials, 57 (2012) 1, 135-143, DOI: 10.2478/amm-2013-0029, ISSN 1733-3490, (IF: 0,763 stan na rok 2012, obecnie 1,090). **Mój udział wynosi 100%.**
5. **Janiszewski K.** *The slenderness ratio of the filter used in the process of liquid steel filtration as the additional parameter of the filter form.* Steel Research International, 84 (2013) 3, 288-296, DOI: 10.1002/srin. 201200077, ISSN 1611-3683 (IF: 1,027). **Mój udział wynosi 100%.**
6. **Janiszewski K.:** *Industrial application of liquid steel filtration out of dispersed nonmetallic phase in the continuous casting machine*, Metalurgija 52 (2013) 1, 71-74. ISSN 0543-5846, (IF: 0,755 stan na rok 2013, obecnie 0,959). **Mój udział wynosi 100%.**
7. **Janiszewski K.** *Refining of liquid steel in a tundish using the method of filtration during its casting in the CC machine.* Archives of Metallurgy and Materials, 58 (2013), 2, 513-521, ISSN 1733-3490. DOI: 10.2478/v10172-012-0169-2, (IF: 0,763 stan na rok 2013, obecnie 1,090). **Mój udział wynosi 100%.**
8. **Janiszewski K.:** *Causes of increased number of non-metallic inclusions in filtered steel.* Solid State Phenomena Vol. 246 (2016), 244-247. doi:10.4028/www.scientific.net/SSP.246.244. (IF: 0,00) **Mój udział wynosi 100%.**

Wyniki moich badań wchodzących w skład monografii prezentowałem także na wielu międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych – **Załącznik 3: Wykaz opublikowanych prac naukowo-badawczych: pkt II L poz. 1-11, 13, 14, 16-18 - wykaz wystąpień konferencyjnych oraz pkt III B poz. 6-9, 12 aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych - numeracja zgodna z załącznikiem 3.**

c) Omówienie celu naukowego w/w prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Przedstawiona do oceny monografia pt. „Refinacja stali z dyspersyjnej fazy niemetalicznej” oparta na pracach **pkt I B poz. 1-8**, oraz rozszerzona i uzupełniona o inne wyniki badań dotyczy wielu oryginalnych aspektów związanych z procesami rafinacji stali z drobnodispersyjnej fazy niemetalicznej przy pomocy wielootworowych filtrów ceramicznych. Istotny autorski wkład do nauki w obszarze dyscypliny naukowej „Metalurgia” przedstawianego osiągnięcia dotyczy publikacji, po raz pierwszy w literaturze światowej, warunku termodynamicznego samorzutnej adsorpcji ciekłej fazy niemetalicznej na powierzchni filtrów ceramicznych (filtracji stali z ciekłych wtrąceń niemetalicznych). Wprowadzeniu do opisu geometrii filtra nowego parametru - smukłości filtra oraz wyjaśnieniu możliwej przyczyny prezentowanego w wielu pracach wzrostu liczby najmniejszych wtrąceń niemetalicznych (od 0,5-6,5 μm) w stali filtrowanej. Rozważania teoretyczne, poparto zaplanowanym i zrealizowanym cyklem badań laboratoryjnych. Elementem aplikacyjnym prezentowanych wyników badań było przygotowanie i przeprowadzenie eksperymentów w skali przemysłowej, w których ilość ciekłej stali poddawanej procesowi filtracji była jak dotąd największa na świecie. Wynosiła odpowiednio; 990 Mg ciekłej stali podczas pierwszego eksperymentu i 1650 Mg ciekłej stali podczas drugiego eksperymentu.

Zapewnienie konkurencyjności na poziomie globalnym obejmuje wszystkie dominujące w rozwoju cywilizacyjnym gałęzie przemysłu: motoryzacyjny, maszynowy, spawalnictwo i inne. Wyniki prowadzonych badań własności użytkowych wyrobów stalowych zwróciły uwagę na konieczność ograniczenia zawartości w stali wtrąceń niemetalicznych jako czynnika generującego różnorodność wad wyrobów stalowych i obniżającego ich żywotność. W tym celu przyjęto termin „czystość metalurgiczna stali”, który posiada ścisły związek z zawartością w stali wtrąceń niemetalicznych i stanowi kryterium oceny jej jakości. Jednak pozostaje problem usunięcia z stali wtrąceń niemetalicznych o małych wymiarach – poniżej 30 μm , będących głównie produktem osadowego jej odtleniania, jako drobnodispersyjna faza niemetaliczna. Realizacja programu idei czystości metalurgicznej stali prowadzona jest w warunkach wytwarzania stali za pomocą specjalnych zabiegów technologicznych. W wyniku tego prowadzono różne eksperymenty, zarówno w skali laboratoryjnej, półprzemysłowej jak i przemysłowej tworząc w hutach wydziały tzw. obróbki pozapiecowej. Niestety nie zapewniają one aż tak wysokiej czystości metalurgicznej wytapianej stali, która byłaby w stanie sprostać wytapieniu najbardziej wymagających jej gatunków przy stosunkowo niskich nakładach finansowych. Stało się to siłą napędową zintensyfikowania badań a alternatywą okazało się wprowadzanie wielootworowych filtrów ceramicznych, które przy niewielkich nakładach finansowych pozwoliły dodatkowo wyeliminować około 30% wtrąceń niemetalicznych.

Wyniki tych badań, mimo określonych uproszczeń, stały się inspiracją do kontynuacji badań problematyki filtracji stali w rozszerzonym zakresie obejmującym

rozważania teoretyczne, badania laboratoryjne i eksperymenty prowadzone w warunkach przemysłowych. W prowadzonych badaniach procesu filtracji stali filtrami ceramicznymi uwzględniano nie tylko rodzaj ceramiki filtra, ale także parametry geometryczne (konstrukcyjne) filtra, sposób osadowego odtleniania stali, postać fizyczną produktów odtleniania, skład chemiczny odtlenianej stali oraz rodzaj atmosfery, otaczającej stanowisko badawcze.

Na tej podstawie w pracy postawiono następującą tezę:

„Powstającą w procesie osadowego odtleniania fazę niemetaliczną, która w części pozostaje w objętości ciekłej stali po obróbce pozapiecowej można skutecznie usuwać za pomocą wielootworowych filtrów ceramicznych. Zastosowanie filtracji jako stałego zabiegu technologicznego w procesie odlewania stali pozwoli na istotną poprawę jej czystości metalurgicznej”.

Oryginalne badania naukowe przedstawiające wkład Autora do dorobku nauki w obszarze metalurgii w Polsce jak i w świecie zrealizowane i przedstawione w opublikowanych pracach obejmują:

- opracowanie warunku termodynamicznego zjawiska samorzutnej adsorpcji ciekłej dyspersyjnej fazy niemetalicznej na powierzchni wielootworowych filtrów ceramicznych,
- dobór najlepszego materiału filtra (wykazującego największą skuteczność procesu filtracji) oraz przeprowadzenie eksperymentów procesu filtracji stali z stałej dyspersyjnej fazy niemetalicznej w warunkach laboratoryjnych,
- wprowadzenie w opisie wielootworowych filtrów ceramicznych nowego pojęcia – smukłości filtra S_F , jako parametru konstrukcyjnego,
- dokonanie analizy i określenie przyczyn prezentowanego w wielu pracach (zarówno w literaturze krajowej jak i światowej) wzrostu liczby najmniejszych wtrąceń niemetalicznych w stali filtrowanej,
- określenie hydrodynamiki przepływu i mieszania ciekłej stali w kadzi pośredniej wyposażonej w wielootworowe filtry ceramiczne,
- przygotowanie i przeprowadzenie eksperymentów w skali przemysłowej w warunkach technologicznych stalowni konwertorowej, których wyniki potwierdziły skuteczność nowej metody rafinacji stali z produktów reakcji osadowego jej odtleniania.

Utleniający charakter procesów stalowniczych jest zasadniczym powodem silnego natlenienia kąpieli metalowej w końcowej fazie okresu wytapiania stali.

Dużą zawartość tlenu w ciekłej stali, w postaci roztworu Fe-O, wpływa negatywnie na własności mechaniczno wytrzymałościowe stali i własności użytkowe gotowych wyrobów stalowych. Dlatego obowiązującym zabiegiem technologicznym w każdym procesie wytapiania stali jest jej odtlenienie. Jego głównym celem jest zmniejszenie w możliwie największym stopniu zawartości tlenu w ciekłej stali. Najbardziej rozpowszechnioną metodą odtleniania ciekłej stali jest metoda osadowego odtleniania. Obok wielu niekwestionowanych zalet tej metody należy wskazać na istotną dla jakości stali jej wadę polegającą na potencjalnej możliwości zanieczyszczenia stali fazą niemetaliczną, będącą produktem reakcji chemicznej odtleniania stali. Fakt ten niejednokrotnie utrudnia zapewnienie odpowiedniej czystości metalurgicznej stali, wymaganej przez współczesnych odbiorców wyrobów stalowych.

W analizie dotychczasowego stanu wiedzy związanej z problematyką filtrowania ciekłej stali wyrażano pogląd o istotnym wpływie stanu fizycznego wtrąceń niemetalicznych na mechanizm i skuteczność procesu filtracji, co prezentowałem w opublikowanych pracach, m.in. w **pkt I B poz. 1 (Załącznik 3)**.

Ciekłe produkty osadowego odtleniania stali, najczęściej pomijane w dotychczas prowadzonych badaniach procesu filtracji ciekłej stali, mogą być adsorbowane przez powierzchnię filtracyjną wielootworowych filtrów ceramicznych. Stanowią one integralną część zanieczyszczeń niemetalicznych ciekłej stali będących produktem osadowego odtleniania, zwłaszcza odtleniaczami kompleksowymi typu Fe-Mn-Si lub zestawem odtleniaczy pojedynczych. W przypadku odtleniania stali glinem, żelazokrzemem i żelazomanganem należy dążyć do powstania produktów odtleniania o składzie odpowiadającym wzorowi $2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2 \cdot 2MnO$, które są już ciekłe w temperaturze powyżej $1200^\circ C$ ($1473 K$). Odtlenianie kompleksowe jest bardziej skutecznym procesem od odtleniania odtleniaczem pojedynczym. Wynika to z faktu, że w zarodku „kompleksowym” poszczególne jego składniki wzajemnie się rozpuszczają a ich aktywności są mniejsze od jedności w przeciwieństwie do pojedynczych tlenków (powstałych przy odtlenianiu odtleniaczem pojedynczym), których aktywność wynosi jeden. Są złożonym wielofazowym układem niemetalicznym z grupy krzemianów i glinianów. Pomijanie ich w analizie mechanizmu filtracji ciekłej stali filtrami ceramicznymi i ocenach skuteczności procesu filtracji jest błędem merytorycznym. Dla potwierdzenia zaprezentowanego poglądu określono konieczny warunek termodynamiczny samorzutnej adsorpcji ciekłych wtrąceń przez powierzchnię filtra. Warunek ten przedstawia równanie (1) w postaci energii Gibbsa układu:

$$\Delta G = \pi \cdot R_w^2 \cdot \sigma_{WN-CS} \cdot B < 0 \quad (1)$$

Postać funkcji kąta zwilżania ceramiki filtra przez ciekłe wtrącenia niemetaliczne przedstawia równanie (2):

$$\left[\left(\sqrt[3]{\frac{4 \cdot (1 - \cos Q_{NMI-F})}{(2 + \cos Q_{NMI-F})}} \right)^2 \cdot \frac{(2 - \cos Q_{NMI-F} - \cos^2 Q_{NMI-F})}{(1 - \cos Q_{NMI-F})} - 4 \right] = f(Q_{NMI-F}) = B < 0 \quad (2)$$

Dla przedziału kątów zwilżania ceramiki filtra przez ciekłe wtrącenie niemetaliczne $0 \leq Q_{WN-F} \leq 90^\circ$ funkcja B przyjmuje wartości ujemne, co spełnia warunek ujemnej wartości zmiany powierzchniowej energii swobodnej ΔG układu. Stanowi to dowód potwierdzający istotny udział zjawiska zwilżania materiału ceramicznego filtra przez ciekłe wtrącenia niemetaliczne w mechanizmie procesu filtracji ciekłej stali z ciekłych wtrąceń niemetalicznych. Analiza termodynamiczna zmian powierzchniowej energii swobodnej układu trójfazowego: ciekła stal – ciekłe wtrącenie niemetaliczne – ceramika filtra wskazuje na możliwość samorzutnej adsorpcji ciekłego wtrącenia niemetalicznego przez powierzchnię ceramiczną (filtracyjną) wielootworowego filtra ceramicznego.

Większą efektywność procesu filtrowania stali wielootworowymi filtrami ceramicznymi stwierdzono w odniesieniu do wytopów stali odtlenianych jednocześnie kilkoma odtleniaczami (Al, Fe-Si, Fe-Mn) w porównaniu z wytopami stali odtlenianej tylko glinem (Al). Ze wzrostem wymiarów ciekłych wtrąceń niemetalicznych skuteczność filtracji rośnie. Tendencja ta jest w zgodzie z opracowanym równaniem zmiany powierzchniowej energii swobodnej (1). Przykładowo; przykładowo: dla kąta zwilżania $Q_{WN-F} = 10^\circ$, napięcia międzyfazowego $\sigma_{WN-CS} = 0,30 N/m$ i stałego promienia wtrącenia niemetalicznego $R_w = 5 \mu m$ zmiana powierzchniowej energii swobodnej układu $\Delta G = - 0,0008895 \cdot 10^{-7} J$. Zwiększenie napięcia międzyfazowego σ_{WN-CS} do wartości $1,2 N/m$ powoduje prawie pięciokrotne zwiększenie wartości zmiany powierzchniowej energii swobodnej ΔG : do $-0,003558 \cdot 10^{-7} J$. Analizując dalej, dla tych samych wartości

$Q_{WN-F} = 10^\circ$, napięcia międzyfazowego $\sigma_{WN-CS} = 0,30$ N/m i stałego promienia wtrącenia niemetalicznego $R_w = 30 \mu\text{m}$ ($30 \cdot 10^{-6}$ m) zmiana powierzchniowej energii swobodnej układu ΔG wzrasta prawie dziesięciokrotnie: do $\Delta G = -0,03202 \cdot 10^{-7}$ J. Zwiększenie napięcia międzyfazowego σ_{WN-CS} do wartości 1,20 N/m powoduje czterokrotne zwiększenie wartości zmiany energii swobodnej: do $\Delta G = -0,1281 \cdot 10^{-7}$ J. Potwierdza to przyjęte założenie, iż większe wtrącenia niemetaliczne są skuteczniej zatrzymywane przez ceramikę filtra, od wtrąceń mniejszych. Na tej podstawie można przyjąć, że zjawisko zwilżania ceramiki filtra przez ciekłe wtrącenie niemetaliczne jest istotnym czynnikiem mechanizmu procesu filtracji ciekłej stali z ciekłych wtrąceń niemetalicznych.

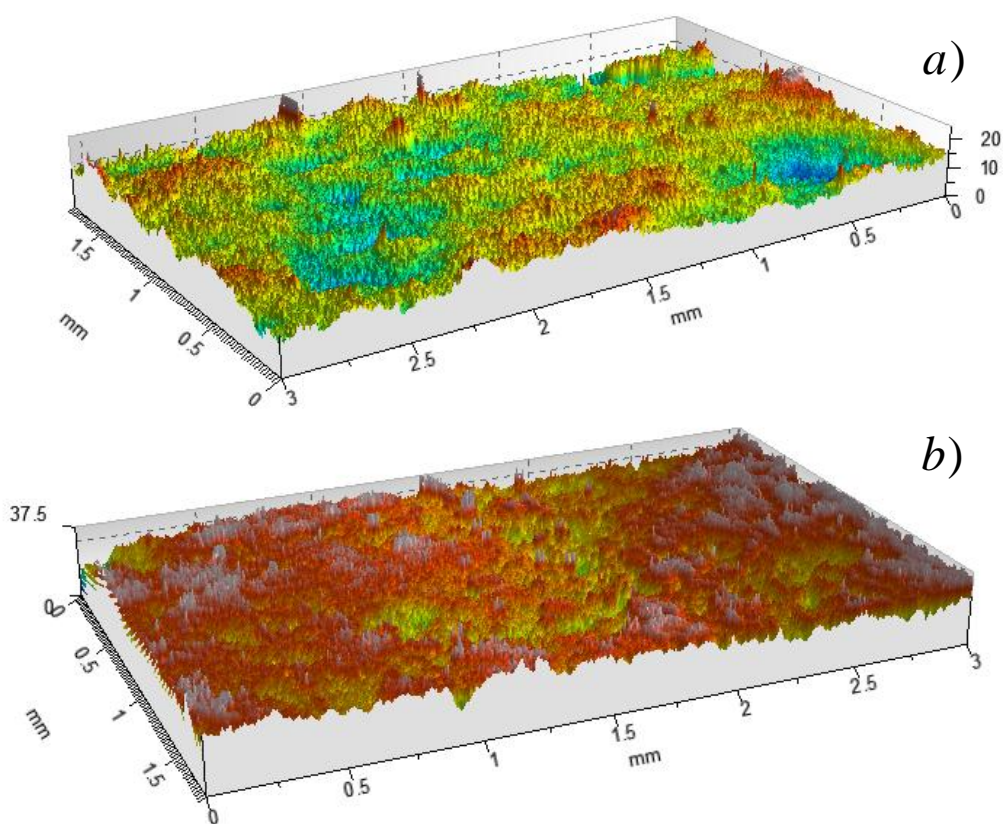
W wielu pracach prezentowanych w literaturze światowej i własnej zauważono zjawisko zwiększenia liczby wtrąceń niemetalicznych w stali filtrowanej. Było to podstawą do zaplanowania i przeprowadzenia serii eksperymentów laboratoryjnych. Miały one pomóc w ocenie prawdopodobnych przyczyn występującego zjawiska – wtórnego utlenienia stali tlenem z otaczającej atmosfery powietrza. Podczas wytopów doświadczalnych zastosowano atmosferę ochronną argonu. W analizie porównawczej uwzględniono wytopy doświadczalne filtrowane w atmosferze powietrza w warunkach laboratoryjnych Katedry Metalurgii Politechniki Śląskiej, przedstawione w wcześniejszych pracach [**pkt II E poz. 2-4, 6., pkt II L poz. 1-6. i pkt III B poz. 6-9 Mat. konf.**]. Przy porównaniu zastosowano zasadę zachowania zbliżonego gatunku stali, tej samej masy ceramicznej i parametrów konstrukcyjnych filtra, jednakowego sposobu odtleniania stali przed filtracją oraz porównywalnej technologii przygotowania stali do procesu filtrowania. Celem wykonania wytopów doświadczalnych przygotowano stanowisko badawcze. Skuteczność filtracji stali filtrami ceramicznymi w atmosferze powietrza i argonu, określano zmianą udziału powierzchniowej fazy niemetalicznej η_{WN} . Dla porównywanych wytopów stali odtlenianych glinem i odtleniaczem kompleksowym, większą skuteczność filtracji, odniesioną do wszystkich wtrąceń niemetalicznych, stwierdzono w przypadku filtrowania stali w atmosferze ochronnej argonu. Wskaźnik skuteczności filtracji η_{WN} wzrósł: w pierwszym przypadku wyniósł 36% (z 9,03% do 45,05%), natomiast stopień zmiany liczby wszystkich wtrąceń również wzrósł i wyniósł 30% (z 38,15% do 8,31%). Ponadto, pozytywny wpływ atmosfery ochronnej argonu na skuteczność procesu filtracji stali stwierdzono w odniesieniu do wtrąceń o średnicy Fereta $F_x > 6,5 \mu\text{m}$, bez względu na sposób odtleniania osadowego stali przed filtracją. W części wytopów doświadczalnych nadal obserwowano zwiększenie liczby wtrąceń niemetalicznych typu Al_2O_3 o średnicy Fereta $F_x < 6,5 \mu\text{m}$. Ostatecznie zjawisko to wyjaśniono dopiero w monografii habilitacyjnej, co w dużym skrócie przedstawiono w pracy [**Załącznik 3 pkt I B poz. 8**].

W pracy, dokonując przeglądu dostępnych materiałów źródłowych podjęto próbę wyjaśnienia pewnej zależności jak dotąd przez autorów prac pomijanej. Jak wcześniej wspomniano wzrost liczby najmniejszych wtrąceń w stali filtrowanej przypisywano wtórnemu utlenieniu stali tlenem z otaczającej atmosfery powietrza. Niestety pomimo zastosowania ochronnej atmosfery argonu w części przypadków zjawiska nie wyeliminowano. Było to przyczyną do bardziej wnikliwej analizy problemu. W efekcie podjętych badań stwierdzono, że istniejąca sytuacja nie jest wynikiem niewłaściwego prowadzenia procesu wytapiania, odlewania i filtrowania ciekłej stali, lecz zjawiskiem jak najbardziej naturalnym. Zjawiskiem, które występuje zawsze, gdy korzystamy z nowych powierzchni a taką właśnie są ścianki filtra. Koniecznym, więc była szczegółowa ocena profili powierzchni, filtrów użytych do badań, na których zawsze

występują tzw. „stożki chropowatości”. Jeżeli zastosowany materiał jest nowy, to naturalnym zjawiskiem będzie ich ścieranie na skutek erozji ceramiki wywołanej przepływem stali. Analizę topografii powierzchni filtrów przedstawiono za pomocą profilografów 2D i 3D sporządzonych przy zastosowaniu profilografu optycznego, bezkontaktowego MicroProf firmy FRT. Na rys. 1a i b przedstawiono obrazy 3D topografii powierzchni filtra przed i po filtracji, które wyraźnie uwidaczniają występujące różnice. Na obu próbkach widoczne są stożki chropowatości materiału, które w wyniku sił tarcia i erozji zostały częściowo ścięte (wygładzone), lecz na próbce filtra po procesie filtracji (rys. 1b) uwidoczniły się również głębsze doliny. Rozkład chropowatości na wybranych przekrojach wyraźnie uwidocznił, że przy tej samej odległości poziomej występuje duża różnica w wysokości. W przypadku nowego filtra wynosi odpowiednio $1,63\ \mu\text{m}$. Po procesie filtracji, kiedy następuje wyrównanie powierzchni różnica zmniejsza się do $0,245\ \mu\text{m}$. Stanowi to podstawę do postawienia tezy o istotnym wpływie erozji ceramiki filtra (ściananiu stożków chropowatości) na wzrost liczby najdrobniejszych wtrąceń niemetalicznych w stali filtrowanej.

Celem opisu powierzchni dwóch próbek pod kątem różnic obu parametrów należało również przeanalizować obrazy 2D profili powierzchni filtra. Analizując profile powierzchni posłużono się przede wszystkim dwoma parametrami, które najlepiej je opisują. Są to, maksymalna wysokość profilu, oznaczona symbolem Rz oraz odchylenie średnie arytmetyczne profilu chropowatości Ra.

Dla profilu powierzchni przed filtracją parametr $Rz = 3,94\ \mu\text{m}$ a $Ra = 0,056\ \mu\text{m}$. Natomiast dla profilu powierzchni po filtracji $Rz = 7,68\ \mu\text{m}$ a $Ra = 1,28\ \mu\text{m}$. Ocenę profili powierzchni prowadzono także w oparciu o dodatkowe dwa parametry takie jak liczba wysp i średnia powierzchnia wysp.



Rys.1. Obraz 3D zmiany topografii powierzchni filtra: a) powierzchnia filtra przed procesem filtracji, b) powierzchnia filtra po procesie filtracji.

Ocena polegała na zliczaniu, w połowie wysokości analizowanego profilu powierzchni ilości wierzchołków o identycznej wysokości. Otrzymane wyniki potwierdziły wcześniejszą ocenę i wyniosły odpowiednio: dla profilu powierzchni filtra przed filtracją liczba wysp wynosi 5801 a średnia ich powierzchnia to $0,00046 \text{ mm}^2$. Analogicznie po procesie filtracji liczba wysp zmniejszyła się i wynosi jedynie 952, natomiast średnia ich powierzchnia zdecydowanie wzrosła do wartości $0,00229 \text{ mm}^2$.

Podsumowując dokonaną ocenę porównawczą topografii powierzchni można stwierdzić z dużym prawdopodobieństwem, że wzrost liczby wtrąceń niemetalicznych (w przedziale wielkości $0,5\text{-}6,0 \text{ }\mu\text{m}$) w stali po procesie filtracji związany jest ze „ściananiem” stożków chropowatości jak również wymywaniem (z pomiędzy nich) materiału ceramicznego filtra.

Przeprowadzona seria eksperymentów laboratoryjnych nakierowana była na ocenę wpływu smukłości filtra na skuteczność usuwania stałych wtrąceń niemetalicznych typu Al_2O_3 . Natomiast o doborze rodzaju ceramiki filtra do badań zdecydowały własności materiałów ceramicznych – ich zdolność do zatrzymywania tego typu wtrąceń niemetalicznych. Z związku z powyższym zastosowano filtr (RK-5) zawierający w swoim składzie chemicznym powyżej 70 % Al_2O_3 .

Podsumowując należy stwierdzić, że zastosowana technologia wytapiania, odlewania i filtrowania stali w stopniu maksymalnym uniemożliwiła jej wtórne utlenienie tlenem z atmosfery. Zatem, identyfikowana zgodnie z przyjętą metodologią badań zwiększona liczba wtrąceń niemetalicznych w stali filtrowanej o wymiarach $0,5\text{-}6,5 \text{ }\mu\text{m}$ jest pochodzenia egzogenicznego i pochodzi z masy materiału filtra.

Dokonując analizy wyników badań w odniesieniu do stałej niemetalicznej fazy dyspersyjnej skorzystano z zaproponowanego i szeroko opisano we wcześniejszych pracach autora [**Załącznik 3 pkt I B poz. 4, 5, pkt II A poz. 2, pkt II L poz. 16**] pojęcia *smukłości wielootworowego filtra ceramicznego*, który jest parametrem konstrukcyjnym filtra ceramicznego. Zdefiniowano go jako stosunek wysokości kanału filtra H_F do pierwiastka kwadratowego z jego pola powierzchni przekroju poprzecznego. Propozycja wprowadzenia jej do analizy efektywności procesu filtracji wydaje się jak najbardziej zasadna. Prezentowany wzór (3) prezentuje użyty do opisu wyników badań wskaźnik smukłości filtra S_F . Wychodząc z założeń przedstawionych w w/w pracach końcowa postać parametru konstrukcyjnego filtra jest wyrażona wzorem:

$$S_F = 1,129 \cdot \frac{H_F}{d_F} \quad (3)$$

gdzie: S_F - smukłość filtra,

H_F - długość kanału filtra, m

d_F - średnica kanału filtra, m.

Zastosowanie tego parametru w metodyce badań do opisu użytych filtrów pozwala łatwo wyobrazić sobie kształt geometryczny filtra ceramicznego użytego do badań.

Pozytywne wyniki badań laboratoryjnych były podstawą do zaplanowania i przeprowadzenia kolejnego etapu badań o charakterze użytkowym. W celu kontynuacji programu badawczego dotyczącego problemu przepływu ciekłej stali przez każdą pośrednią urządzenie COS wyposażoną w filtry wielootworowe, posłużono się kilkoma metodami modelowymi. Zaprojektowano i wykonano nowoczesny,

zautomatyzowany i wyposażony w bogatą aparaturę kontrolno pomiarową model fizyczny urządzenia COS. Ze względu na różny charakter przepływu ciekłej stali przez każdą pośrednią, w zależności od jej konstrukcji, model zbudowano w ten sposób by możliwa było łatwa jego adaptacja do wymaganych warunków. W związku z tym modele kadzi pośrednich umieszczono na wózkach umożliwiającym łatwą ich wymianę. Dzięki takiemu rozwiązaniu model fizyczny uzyskał cechę modelu uniwersalnego umożliwiającego prowadzenie doświadczeń dla różnych rodzajów i typów kadzi pośrednich. Do badań wykorzystano również zaawansowane metody modelowania numerycznego. Na podstawie równań przepływu Naviera – Stokesa, ciągłości strugi oraz wykorzystując semiempiryczny, dwurównaniowy, standardowy model $k-\varepsilon$ procedur numerycznych opisujących turbulencje przepływu, dokonano obliczeń numerycznych rozpatrywanego zagadnienia. Do rozwiązania tego problemu posłużono się programami FLUENT i COMSOL. Uzyskanie zbieżnych wyników badań tymi metodami pozwoliło na obiektywną weryfikację zastosowanych procedur badawczych oraz uzyskanych rezultatów badań.

Na podstawie przeprowadzonych badań modelowych zostały sformułowane następujące wnioski:

1. Optymalną lokalizacją filtrów wielootworowych w kadzi pośredniej urządzenia COS są obszary, w których standardowo instaluje się regulatory przepływu w postaci tam i przegród przelewowych. Taka lokalizacja charakteryzuje się kilkoma zaletami:
 - a. łatwą adaptacją dotychczasowej konstrukcji kadzi pośredniej, a co za tym idzie ograniczenie kosztów adaptacji do niezbędnego minimum,
 - b. w rejonach tam i przegród przelewowych charakter przepływu stali pozwala na skuteczne prowadzenie rafinacji ciekłej stali za pomocą filtrów ceramicznych.
 - c. tamy i przegrody przelewowe z reguły instalowane są na drodze przepływu ciekłej stali przed wylewami z kadzi pośredniej, co umożliwia doprowadzenie do krystalizatorów stali już przefiltrowanej.
2. Stosowanie filtrów wielootworowych w kadzi pośredniej urządzenia COS niekiedy może powodować ograniczenie kinetyki przepływu przez nią ciekłej stali, co mogłoby powodować zakłócenia w prowadzeniu procesu odlewania. Określenie właściwej powierzchni rafinacyjnej filtrów dla ich konkretnych konstrukcji z punktu widzenia uzyskania właściwej kinetyki przepływu ciekłej stali przez każdą pośrednią możliwe jest dzięki badaniom modelowym.
3. Celem ograniczenia hamującego działania filtrów wielootworowych na kinetykę przepływu można w kadziach wyposażonych w oddzielną strefę wlewową stosować łącznie filtry i przegrody przelewowe. Taka konfiguracja nie powoduje większych zakłóceń przepływu. Pojawia się jednak problem związany z skutecznością rafinacji ciekłej stali w takim układzie. W strefie wlewowej przepływ stali ma charakter burzliwy, co może wpływać destrukcyjnie na sam filtr. Przeprowadzone wstępne badania w warunkach przemysłowych pozwoliły na stwierdzenie ograniczonej wytrzymałości filtra. W związku z tym taka konfiguracja może być skuteczna przy odlewaniu niewielkich ilości stali.
4. Pozytywnym działaniem filtrów wielootworowych jest ich wpływ na homogenizację ciekłej stali pod względem chemicznym. Zaobserwowano równomierne stężenie znacznika w cieczy modelowej po przejściu przez filtr. W warunkach przemysłowych oznacza to możliwość uzyskania polepszenia

jakości strefy przepływu „tłokowego” oraz w mniejszych kadziach ograniczenia niebezpieczeństwa powstawania stref martwych.

5. Przeprowadzone badania modelowe w warunkach nieizotermicznych pozwoliły stwierdzić warstwowy przepływ stali przez kadź pośrednią. W warunkach przemysłowych ma to szczególne znaczenie w trakcie odlewania sekwencyjnego. Zbyt duży gradient temperatury w kadzi głównej i kadzi pośredniej może powodować znaczące zakłócenia przepływu ciekłej stali przez kadź pośrednią.

Uzyskane wyniki badań filtrowania ciekłej stali filtrami ceramicznymi w warunkach laboratoryjnych oraz pozytywne wyniki badań modelowych były podstawą do przygotowania i przeprowadzenia ostatniego etapu badań, przemysłowej aplikacji filtrowania stali w linii technologicznej urządzenia do ciągłego odlewania stali. Eksperymenty wykonano w stalowni ArcelorMittal Poland S. A. Oddział Dąbrowa Górnicza na urządzeniu MCOS-1 (rys. 2).



Rys 2. Wygrzana kadź pośrednia z zabudowanym filtrem ceramicznym.

W odróżnieniu od eksperymentów, których wyniki dotychczas prezentowano w literaturze światowej filtracji poddano nieporównywalnie większą ilość ciekłej stali. Przeprowadzono trzy eksperymenty. Odlano sekwencje 10-cio, 5-cio i trój wytopowe po 330 Mg stali w każdym wytopie. Pierwszy eksperyment przemysłowego filtrowania stali potraktowano jako pilotażowy, mający na celu sprawdzenie hydrodynamiki przepływu stali w kadzi pośredniej, zachowanie się filtrów ceramicznych oraz ocenę makrostruktury wlewków ciągłych. Odlano w systemie sekwencyjnym 10 wytopów stali w gatunku A700 (stal szynowa) każdy po 330 Mg. Łączna masa odlanej stali wyniosła 3300 Mg. Z uwagi na wcześniejsze obawy związane z ryzykiem awarii do pierwszego eksperymentu wytypowano gatunek stali z małą zawartością aluminium. Niska zawartość aluminium gwarantowała, że nie nastąpi „zarośnięcie” otworów filtracyjnych.. Pozytywny wynik pierwszego eksperymentu i jego bezawaryjny przebieg dał możliwość przygotowania i przeprowadzenia kolejnych wytopów z zaplanowanego cyklu badań. Drugi eksperyment filtrowania stali w warunkach przemysłowych, w kadzi pośredniej urządzenia COS, dotyczył sekwencji trój wytopowej stali w gatunku 34 GJ, każdy wytop po 330 Mg. Łączna masa odlanej stali wyniosła 990 Mg. Podczas filtrowania, z jednej połowy kadzi pośredniej pobierano próbki stali filtrowanej, a z drugiej niefiltrowanej do analizy na zawartość tlenu całkowitego. Trzeci eksperyment filtrowania stali w warunkach przemysłowych, dotyczył sekwencji składającej się z pięciu wytopów, stali

w gatunku SE03-u, każdy wytop również po 330 Mg. Łączna masa odlanej stali w tej sekwencji wyniosła 1650 Mg.

Przedstawione wyniki badań są podsumowaniem wieloletnich badań autora dotyczących problematyki rafinacji ciekłej stali z dyspersyjnej fazy niemetalicznej – potocznie określanej wtrąceniami niemetalicznymi.

Na podstawie dokonanego przeglądu materiałów źródłowych, przeprowadzonej analizy teoretycznej oraz uzyskanych wyników własnych badań laboratoryjnych a następnie przygotowanych i przeprowadzonych eksperymentów przemysłowych procesu filtracji ciekłej stali filtrami ceramicznymi można przedstawić następujące wnioski:

- Ciekłe wtrącenia niemetaliczne stanowią integralną część składową zanieczyszczeń niemetalicznych ciekłej stali jako produktu osadowego jej odtleniania odtleniaczami kompleksowymi typu Fe-Mn-Si lub zestawem odtleniaczy pojedynczych. Opracowany warunek termodynamiczny (1) potwierdza możliwość samorzutnej adsorpcji ciekłych wtrąceń niemetalicznych na powierzchni wielootworowych filtrów ceramicznych.
- Ze wzrostem wymiarów (R_w) ciekłych wtrąceń niemetalicznych skuteczność filtracji, mierzona stopniem zmiany udziału powierzchniowego wtrąceń η_{wN} , rośnie: wzrost średnicy wtrącenia ciekłego R_w z przedziału 0,25-1,25 μm do przedziału 7,8-15 μm zwiększa skuteczność filtracji z **20,77%** do **34,24%**.
- Istotny wpływ na efektywność procesu filtracji ciekłej stali z wtrąceń niemetalicznych posiada konstrukcja filtra ceramicznego – szczególnie jego smukłość S_F . Przeprowadzone badania i eksperymenty jednoznacznie wykazały, że wraz ze wzrostem smukłości filtra (od S_F -1,46 do S_F -8,36) rośnie efektywność filtracji ciekłej stali z stałych wtrąceń niemetalicznych. Dla skrajnych wartości smukłości filtra S_F -1,46 i S_F -8,36 średni stopień zmiany udziału powierzchniowego η_{wN} zwiększył się odpowiednio z **45,05%** do **69,06%**.
- Wyniki badań topografii powierzchni wielootworowych filtrów ceramicznych wykazały, że w wyniku kontaktu z przepływającą stalą ulegają one określonemu działaniu erozyjnemu. Identyfikowana zgodnie z przyjętą metodologią badań zwiększona liczba wtrąceń niemetalicznych w stali filtrowanej o wymiarach 0,5-6,5 μm jest pochodzenia egzogenicznego i pochodzi z masy ceramicznej materiału filtra. Udoskonalenie technologii produkcji filtrów ceramicznych poprzez poprawę jakości materiału ceramicznego może przyczynić się do wyeliminowania tego zjawiska.
- Wykonane badania modelowe przepływu ciekłej stali przez każdą pośrednią urządzenia COS wyposażoną w wielootworowe filtry ceramiczne wykazały poprawę dynamiki przepływu i mieszania się stali w przypadku zainstalowania ich w miejscu tradycyjnych przegród przelewowych. Pozytywne wyniki badań modelowych były podstawą przygotowania i przeprowadzenia eksperymentów przemysłowych.
- Wyniki eksperymentów zrealizowanych w warunkach przemysłowych potwierdzają, że zastosowanie wielootworowych filtrów ceramicznych w kadzi pośredniej urządzenia COS jako stałego elementu konstrukcyjnego w przestrzeni roboczej kadzi spowoduje, podczas odlewania, znaczne obniżenie w odlewanej stali zawartości wtrąceń niemetalicznych (średnio o 20%). Zwłaszcza wtrąceń najmniejszych o wymiarach poniżej 30 μm .
- Prezentowane wyniki eksperymentów przemysłowych są jak do tej pory jedynymi (na świecie), podczas których procesowi rafinacji ciekłej stali przy pomocy

wielootworowych filtrów ceramicznych poddano tak duże ilości ciekłej stali odlewanej w systemie sekwencyjnym. Wynosiły odpowiednio; **990 Mg** ciekłej stali (trzy wytopy po 330 Mg) podczas pierwszej próby i **1650 Mg** ciekłej stali (pięć wytopów po 330 Mg) podczas drugiego eksperymentu.

Usuwanie dyspersyjnej fazy niemetalicznej z ciekłej stali podczas odlewania a przed jej zakrzepnięciem, posiada duże i pozytywne znaczenie w kształtowaniu struktury i jakości wlewków stalowych. Przedstawione wyniki badań oraz publikacje dotyczące problematyki czystości metalurgicznej stali pozwalają sądzić, że filtracja ciekłej stali filtrami ceramicznymi może stać się w nieodległej przyszłości skutecznym i tanim sposobem jej rafinacji z wtrąceń niemetalicznych – produktów osadowego odtleniania stali, jak również stałym zabiegiem technologicznym w procesie ciągłego odlewania stali.

5. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze, organizacyjne i dydaktyczne

5.1. Działalność prowadzona przed doktoratem

W roku 1994 ukończyłem Technikum Budowlane w Sosnowcu i uzyskałem tytuł technika w specjalności budownictwo ogólne. W tym samym roku rozpocząłem studia na Wydziale Inżynierii Materiałowej, Metalurgii, Transportu i Zarządzania Politechniki Śląskiej w Katowicach na kierunku Metalurgia. Studia Wyższe ukończyłem w roku 1999 przedstawiając i broniąc pracę dyplomową pod tytułem: „Zagospodarowanie złomu zużytych samochodów” wykonaną pod opieką promotorską dr inż. Stanisława Turka.

W październiku 1999 roku rozpocząłem pracę jako nauczyciel akademicki i pracownik naukowo-badawczy na stanowisku asystent - doktorant w Zakładzie Metalurgii Żelaza, Katedry Metalurgii Wydziału Inżynierii Materiałowej, Metalurgii, Transportu i Zarządzania Politechniki Śląskiej, kierowanego przez Prof. dr hab. inż. Czesława Sajdaka. Zainteresowania naukowe związane z metalurgią, rafinacją ciekłej stali, modelowaniem hydrodynamiki procesów mieszania się stali w kadzi pośredniej urządzenia COS w trakcie jej odlewania, kinetyką krzepnięcia i strukturą wlewka ciągłego jak również recyklingiem metali i materiałów przyczyniły się do podjęcia w latach 1999-2004 stacjonarnych studiów doktoranckich na Wydziale Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu w dyscyplinie „Metalurgia”. Opieki naukowej nad moją osobą podjął się Pan prof. dr hab. inż. Zdzisław Kudliński, a Wykładowcami byli znamienici Profesorowie Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii, m.in. prof. Marek Hetmańczyk, prof. Tadeusz Wieczorek, prof. Stanisław Serkowski, prof. Marian Nowak oraz nieżyjący już prof. Jan Botor. Podczas tych studiów rozwijałem i doskonaliłem znajomość technik badawczych w metalurgii, jak również materiałów ceramicznych w niej stosowanych.

W okresie tym zostałem włączony do działalności naukowo-badawczej Zakładu zarówno w aspekcie poznawczym jak i utylitarnym. Moje pierwsze zespołowe prace naukowo-badawcze dotyczyły progresywnych metod rafinacji ciekłej stali, kolejny obszar zainteresowań naukowo badawczych obejmował recykling metali z uwzględnieniem metod przygotowania metalicznych materiałów wsadowych do procesów metalurgicznych i określenia ich wpływu na stopień uzysku stali z wytopu. W tym czasie również rozpocząłem pierwsze prace związane z określeniem możliwości poprawy czystości metalurgicznej stali poprzez zastosowanie procesu jej filtracji przy pomocy wielootworowych filtrów ceramicznych (**Zał. 3 pkt II L poz. 1, 2 oraz pkt III B poz. 2, 6-8**).

W tym czasie również uczestniczyłem w kilku pracach, w ramach działalności naukowo-badawczej, których celem było w ramach badań modelowych określenie hydrodynamiki przepływu ciekłej stali w kadzi pośredniej urządzenia COS oraz możliwości sekwencyjnego odlewania różnych gatunków stali bez wymiany kadzi pośredniej z powstającą w tych warunkach strefą przejściową. Prace te były prowadzone w ramach badań własnych, działalności statutowej jak również projektu badawczego.

W listopadzie 2004 roku przed Radą Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej obroniłem pracę doktorską, wykonaną pod opieką promotorską dra hab. inż. Zdzisława Kudlińskiego prof. nzw. w Pol. Śl. W tamtym okresie równocześnie aktywnie uczestniczyłem w wielu konferencjach o zasięgu krajowym oraz międzynarodowym, w części z nich będąc członkiem komitetu organizacyjnego konferencji: Seminarium Naukowe „Nowe technologie i materiały w metalurgii i inżynierii materiałowej 2001-2003.

5.2. Działalność prowadzona po uzyskaniu doktoratu

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych zostałem zatrudniony w Politechnice Śląskiej na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii w Katedrze Metalurgii, na stanowisku adiunkta, na którym pracuję do chwili obecnej. W ramach działalności naukowo-badawczej kontynuowałem badania nad zagadnieniami związanymi z procesami rafinacji ciekłej stali poprzez jej filtrację, skupiając się na aspektach układu ceramika filtra – stal. Badania od samego początku były prowadzone z myślą o aspektach utylitarnych (**Zał. 3 pkt I B poz. 2, 6, 7, pkt II A poz. 5, pkt II B poz. 1, pkt II E poz. 4, 9, 14, pkt II L Mat. Konferencyjne poz. 6, 7, 11, 13, 14**). Efektem końcowym moich badań było potwierdzenie skuteczności rafinacji stali metodą filtracji w warunkach przemysłowych.

Od kilku lat wspólnie z pracownikami Katedry Metalurgii VŠB-TU Ostrava prowadzimy wspólne badania nad poprawą czystości metalurgicznej stali jak również nad kinetyką przepływu i mieszania się stali w kadzi pośredniej urządzenia COS. Wyniki tych badań zostały zaprezentowane w licznych pracach: (**Zał. 3 pkt II A poz. 3, 4, 7, 12**).

W ramach współpracy z pracownikami Instytutu Technologii Metali Politechniki Śląskiej prowadzę badania nad przepływem gazów przez złożę kawałkowe. Wymiernym efektem w/w badań są publikacje naukowe w renomowanych czasopismach z listy JCR (**Zał. 3 pkt II A poz. 6, 20**).

Innym bardzo ciekawym tematem moich zainteresowań są zagadnienia związane z zapewnieniem poprawy bezpieczeństwa dla osób korzystających z dźwigów osobowych. Badania prowadzone są wspólnie z firmą Interlift sp. z o. o. z Krakowa. Wynikiem wspólnie prowadzonych prac jest przyznany patent **PL218372** dotyczący „**Sposobu wytwarzania zaślepek (korków) do drzwi szybów dźwigów osobowych**”.

Wynalazek był prezentowany na III Międzynarodowych Targach Dźwigów w Kielcach, 22-24.10.2014 r.

Kolejnym efektem współpracy jest zgłoszenie patentowe zarejestrowane w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej pod nr **P.415188**. Wynalazek jest „**Klucz do montażu zaślepek w drzwiach szybów dźwigów osobowych**”. Zastosowanie go podczas montażu zaślepek w maksymalnym stopniu utrudnia przypadkowe ich odkręcenie. W wymiernym stopniu poprawiając bezpieczeństwo osób korzystających z dźwigu (**Zał. 3 pkt II D poz. 1 i pkt III Q poz. 2**).

Opracowane oryginalne rozwiązania i innowacje mojego autorstwa zostały docenione przyznaniem Indywidualnej Nagrody JM Rektora Politechniki Śląskiej II stopnia (2012) za osiągnięcia w dziedzinie naukowej.

Aktywnie uczestniczę również w pozyskiwaniu i realizacji projektów badawczych krajowych:

1. Praca naukowo-badawcza NB46/RM1/2008 pt.: „Opracowanie technologii produkcji kęsisk kwadratowych 160×160 w gatunku G3Si1 odlewanych w MCOS-2 w ArcelorMital Poland S. A. w Dąbrowie Górniczej zapewniającej dobrą jakość wytwarzanych z nich drutów spawalniczych w oddziale w Sosnowcu”. Praca realizowana w latach 2008-2010. **W projekcie pełniłem funkcję kierownika.**
2. Badania zjawisk elektrochemicznych w górnej strefie krystalizatora do ciągłego odlewania stali, 3T08B00429, w latach 2005-2007. Projekt finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W projekcie pełniłem funkcję głównego wykonawcy.
3. Badania modelowe i symulacyjne oraz wizualizacja przepływu stali w kadzi pośredniej urządzenia COS. Projekt rozwojowy realizowany przez Instytut Metalurgii Żelaza im. Stanisława Staszica w Gliwicach - NB – 259/RM1/2007, 2007-2009. W projekcie pełniłem funkcję wykonawcy
4. Badania zjawiska zwilżania tworzywa ceramicznego filtra przez wybrane typy wtrąceń niemetalicznych. Projekt rozwojowy realizowany przez Instytut Metalurgii Żelaza im. Stanisława Staszica w Gliwicach nr R 07019 03, lata 2007-2009. W projekcie pełniłem funkcję wykonawcy.
5. Badania zjawisk fizyko-chemicznych na granicy podziału ciekła stal-ceramika ogniotrwała w celu opracowania nowej progresywnej metody rafinacji stali, projekt badawczy KBN 7T08B01221, lata 2002-2004. W projekcie pełniłem funkcję głównego wykonawcy
6. Modelowanie fizyczne zjawisk hydrodynamicznych zachodzących w trakcie procesów przedmuchiwania gazami obojętnymi oraz obróbki próżniowe - N508 589839, lata 2010-2013. Projekt finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W projekcie pełniłem funkcję wykonawcy.

Uczestniczyłem w realizacji 1 projektu krajowego finansowanego z funduszy Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego – Program Operacyjny Kapitał Ludzki:

1. FSD-57/RM4-2009 pt. „*Otwarcie nowego kierunku studiów i nowych specjalności oraz organizacja specjalistycznych kursów w Politechnice Śląskiej wraz z systemem staży dla kadry akademickiej uczelni*”. uczelni – FSD-57/RM4/2009, lata 2010-2015. Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego – Program Operacyjny Kapitał Ludzki. W projekcie pełniłem funkcję wykonawcy.

Dodatkowo brałem czynny udział w realizacji łącznie 16 projektów w ramach Badań Statutowych (BK) oraz Badań Własnych (BW) realizowanych w Katedrze Metalurgii a następnie w Instytucie Technologii Metali.

W latach 2000-2004 r. byłem członkiem komitetów organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych:

- Seminarium Naukowe „Nowe technologie i materiały w metalurgii i inżynierii materiałowej, Katowice, Polska.
- IX Ogólnopolskie Seminarium SYGOS, 2012, Ustroń, Polska.

Jestem również członkiem kilku krajowych organizacji, stowarzyszeń i towarzystw naukowych, takich jak:

- *Polskie Towarzystwo Materialoznawcze*,
- *Związku Nauczycielstwa Polskiego*, Przewodniczący Rady Oddziałowej ZNP w Politechnice Śląskiej oraz członek Prezydium Rady Związku ZNP,
- *Rada Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej*,
- *Stowarzyszenie Przyjaciół Zabytków Techniki „MALENIEC”*,
- *Spółeczny sędzia Sądu Okręgowego w Katowicach* (kadencja 2011-2015 i 2016-2019),
- *Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego*.

W uznaniu zasług naukowych i dydaktycznych otrzymałem następujące nagrody i wyróżnienia:

- *Medal Komisji Edukacji Narodowej*, 02.07.2015, Minister Edukacji Narodowej - Za znaczący dorobek w zakresie oświaty i wychowania oraz wspieranie podopiecznych domu dziecka (legitymacja nr 148088).
- *Zespołowa Nagroda Rektora II stopnia*, 2012, JM Rektor Politechniki Śląskiej w Gliwicach – Za osiągnięcia w dziedzinie organizacyjnej.
- *Nagroda kwartalnika Hutnictwo.pl*, 2008, Kolegium redakcyjne kwartalnika - Za cykl publikacji z zakresu metalurgii.

Od roku 2004 w ramach międzynarodowej współpracy odbyłem staże w charakterze wykładowcy w zagranicznym ośrodku naukowym i akademickim - Vysoká Škola Báňská – Technická Univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství gdzie prowadziliśmy zaplanowany cykl badań. Ich wyniki mają odzwierciedlenie we wspólnych publikacjach naukowych.

Odbyłem także jeden staż przemysłowy w Severstallat Silesia Sp z o. o. (hucie należącej do grupy Severstal Russian Steel).

Wykonałem ekspertyzę dotyczącą oceny poprawności wykonanych czynności serwisowych pod kątem możliwości wystąpienia wad w strukturze wewnętrznej materiału bezpośrednio sąsiadującego z elementem spoinowanym metodą MIG/MAG na zamówienie firmy Porsche Inter Auto Polska Sp. z o. o

Mając na uwadze zmieniające się przepisy w 2011 r. ukończyłem szkolenie w zakresie *przygotowania do pracy w charakterze kierownika projektów badawczych*.

W ramach prowadzonych badań naukowych współpracowałem i współpracuję z ośrodkami przemysłowymi produkującymi wyroby stalowe jak Arcelor-Mittal Poland S.A. Oddział Dąbrowa Górnicza, Arcelor-Mittal Poland S.A. Oddział Sosnowiec (dawniej Huta Cedler) oraz zakładami produkującymi ceramikę dla przemysłu metalurgicznego Alcor S.A. w Krzeszowicach i poza granicami kraju Keramtech, s. r. o, Žacléř, Republika Czeska.

Aktywnie uczestniczę w procesie recenzowania publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych, do tej pory wykonałem łącznie 12 recenzji dla czasopism takich jak:

- **Steel Research International,**
- **Journal of the European Ceramic Society,**
- **Metalurgia**
- **Hutnik – Wiadomości Hutnicze.**

Jestem i byłem członkiem wielu Komisji Wydziałowych i Uczelnianych:

1. Członek Wydziałowej Komisji ds. Egzaminów Wstępnych Wydziału Inżynierii Materiałowej, Metalurgii i Transportu 2000-2005.
2. 2001-1012 - Członek Wydziałowej Komisji ds. Rekrutacji (na I rok studiów) Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii.
3. 2003- nadal - Członek zespołu Wydziałowej Komisji ds. Rozkładu Zajęć.
4. Członek Komisji Rewizyjnej Stowarzyszenia Absolwentów Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii w latach 2005-2007.
5. 2009- nadal – Stały Członek Komisji Egzaminacyjnej dla studiów II stopnia - specjalność OŚiIR (Ochrona Środowiska i Inżynieria Recyklingu).
6. 2010-2012 - Stały Członek Komisji Egzaminacyjnej dla studiów stacjonarnych I stopnia (inżynierskich) na kierunku Inżynieria Materiałowa.
7. Członek zespołu ds. promocji Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii od 2014 r.
8. Członek Uczelnianej Komisji ds. Domu Asystenta w Katowicach – od 2014 r.

Ponadto od 2011 r. pełnię funkcję **pełnomocnika Dziekana** Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej ds. substancji chemicznych i ich mieszanin

Oprócz działalności naukowo badawczej i organizacyjnej, za szczególnie istotną uważam działalność dydaktyczną. Prowadziłem i aktualnie prowadzę zajęcia laboratoryjne i/lub wykłady z przedmiotów takich jak: Metalurgia, Ochrona środowiska i technologie recyklingu, Recykling metali i stopów, Gospodarka odpadami i technologie recyklingu, Projekt inżynierski, Metalurgia żelaza i stali, Metalurgia pozapiecowa i odlewanie stali, Technologie przerobu surowców wtórnych, Technologie otrzymywania i rafinacji metali, Zaawansowane technologie metalurgiczne, Procesy i techniki produkcyjne, Progresywne technologie metalurgiczne na studiach I i II stopnia. Treści programowe, przygotowane karty przedmiotów, modułów i instrukcje oraz materiały dydaktyczne do tych przedmiotów stanowią mój autorski wkład do dydaktyki prowadzonej na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii. Realizowane przedmioty ewoluowały wraz ze zmianą treści programowych oraz wprowadzeniem na Wydziale Księgi Jakości Kształcenia. Pozostające w programach studiów zajęcia stawały się udziałem moich młodszych Współpracowników, a pojawiające się nowe przedmioty stanowiły przedmiot mojego ich opracowania. Zajęcia realizowałem na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii w Katowicach oraz jego oddziałach, w ramach studiów magisterskich w Bytomiu i Tychach..

W ramach opieki nad studentami w latach 2007-2015 byłem promotorem **67** prac dyplomowych (**22** prac dyplomowych magisterskich, oraz **45** prac dyplomowych

inżynierskich). W latach 2011-2013 byłem opiekunem **35** prac przejściowych. Uczestniczyłem w realizacji dziennych studiów doktoranckich będąc opiekunem naukowym w jednym przewodzie doktorskim w latach 2014 -2016. Od 2008 jestem powoływany w skład Komisji Egzaminów Dyplomowych Magisterskich i Inżynierskich w Katedrze Metalurgii a obecnie Instytucie Technologii Metali oraz w Katedrze Nauki o Materiałach na kierunku Inżyniera Materiałowa Politechniki Śląskiej, dla których przygotowałem recenzje **47** prac dyplomowych (**9** prac magisterskich i **38** prac inżynierskich).

Byłem promotorem magisterskiej pracy dyplomowej, której autor Pan **Kamil Kuzior** w październiku 2014 r. został laureatem konkursu ekologicznego organizowanego przez miasto Będzin.

Ustawicznie podnosząc swoje kwalifikacje pedagogiczne ukończyłem z wynikiem bardzo dobrym *Studium Doskonalenia Pedagogicznego dla nauczycieli akademickich* w Ośrodku Badań i Doskonalenia Dydaktyki na Politechnice Śląskiej w Gliwicach.

W procesie kształcenia przyszłych inżynierów, w ramach działalności dydaktycznej, przygotowałem cztery stanowiska laboratoryjne. Dwa do określania kinetyki krzepnięcia wlewków stalowych, modyfikacji wtrąceń niemetalicznych i rafinacji ciekłej stali z dyspersyjnej fazy niemetalicznej.

Prezentując wyniki swoich badań naukowych wygłosiłem **22** referaty (**13** na zagranicznych międzynarodowych konferencjach naukowych, **4** na krajowych międzynarodowych konferencjach naukowych i **5** na krajowych konferencjach naukowych) , z czego **20** po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Aktywnie uczestniczyłem także w wielu konferencjach krajowych i międzynarodowych prezentując tam wyniki swoich badań (**5** na zagranicznych międzynarodowych konferencjach naukowych, **3** na krajowych międzynarodowych konferencjach naukowych i **7** na krajowych konferencjach naukowych)

Mój opublikowany dorobek naukowy obejmuje łącznie **86** prac, z czego **76** po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Łącznie 45 publikacji zostało opublikowanych w recenzowanych czasopismach zagranicznych i krajowych, z czego 25 (łącznie z publikacjami oczekującymi na umieszczenie w bazie Web of Science) w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej, dla których indeks Hirscha obecnie wynosi 4, a sumaryczna liczba cytowań wynosi **34** (20 bez autocytowań) - wg bazy Web of Science. Według bazy Google Scholar indeks Hirscha wynosi 7 a liczba cytowań 128. Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wznosi **10,892**.

Sumaryczne zestawienie informacji na temat mojego dorobku naukowo-badawczego zestawiono w poniższych tablicach (zgodnie z Załącznikiem 3).

Tablica 1.

Zbiornicze ilościowe zestawienie publikacji i najważniejszych osiągnięć naukowo-badawczych

WYSZCZEGÓLNIENIE		Przed doktoratem			Po doktoracie			RAZEM			
Oryginalne opublikowane naukowe prace twórcze udostępnione w obiegu społecznym, monografie i publikacje książkowe (posiadające ISBN i EAN); A – Autor, W – Współautor, Σ – suma wszystkich											
Rodzaj publikacji		Punkty MNiSW	A	W	Σ	A	W	Σ	A	W	Σ
Zwarte publikacje	krajowe	93	–	1	1	8	8	16	8	9	17
	międzynarodowe	25	–	–	–	1	4	7	–	7	7
	lista filadelfijska	438	–	–	–	7	18	25	7	18	25
Materiały konferencyjne	krajowe	–	1	4	5	1	5	6	3	9	12
	międzynarodowe	24	1	3	4	2	17	19	3	20	23
	zagraniczne	–	–	–	–	–	1	1	–	1	1
Monografie	polskojęzyczne	40	–	–	–	2	–	2	2	–	2
	anglojęzyczne	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Przyznane i zamieszczone w bazie JCR patenty	krajowe	25	–	–	–	1	–	1	1	–	1
	międzynarodowe	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
RAZEM		645	2	8	10	22	53	77	24	64	88
Udział w konferencjach naukowych											
Konferencje	Krajowe				4			9			13
	Międzynarodowe krajowe				4			4			8
	Międzynarodowe zagraniczne				–			17			17
Zagraniczne staże naukowe i wykłady gościnne											
Wyjazdy zagraniczne	Liczba				–			2			2
	czas [miesiące]				–			1			1
Udział w projektach											
Projekty	NB							2			2
	KBN/MNiSzW				–			4			4
	BK/BW				3/4			10			17
	finansowane z UE				–			1			1

Pozostała działalność naukowo-badawcza			
Recenzje artykułów opublikowanych w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR)	–	4	4
Recenzje artykułów opublikowanych w czasopismach punktowanych według listy MNiSzW	–	8	8
Udzielone patenty międzynarodowe i krajowe/ zgłoszenia patentowe	–	1/1	1/1
Patenty prezentowane na wystawach i targach międzynarodowych	–	1	1

WSKAŹNIKI OCENY DOROBKU NAUKOWEGO			
Źródło danych	Web of Science	Scopus (Elsevier)	Google Scholar
Indeks Hirscha <i>h</i>	4	4	7
Liczba cytowań ogółem	34	41	128
Liczba publikacji w bazie	19	18	41

W tabelicy 2 przedstawiono zestawienie zbiorcze czasopism międzynarodowych i krajowych punktowanych przez MNiSzW, w których ukazały się opracowane przeze mnie artykuły.

Tablica 2.

Czasopisma międzynarodowe i krajowe punktowane według listy MNiSzW

Czasopismo	Aktualna punktacja MNiSW	Liczba publikacji	Liczba punktów
Archives of Metallurgy and Materials	25/30-obecnie	5	125
Metalurgija	25	5	115
Steel Research International	27/25-obecnie	2	47
Hutnik – Wiadomości Hutnicze	9 (do 2011 r.)/ obecnie 6	10	81
Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering	8	2	16
Prace Instytutu Metalurgii Żelaza	6	2	12
Solid State Phenomena	10	10	70
Archives of Materials Science and Engineering	9	1	9
Acta Metallurgica Slovaca	-	3	-
Razem:		40	475

Opracowane przeze mnie artykuły, które ukazały się w podanych w poniższej tabelicy 3 czasopismach referowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR).

Tablica 3

Czasopisma w bazie Journal Citation Reports z impact factor

<i>Czasopismo (wg JCR)</i>	<i>Rok publikacji</i>	<i>Impact Factor (zgodnie z rokiem opublikowania)</i>	<i>Impact Factor</i>
Archives of Metallurgy and Materials *	2016	1,090	1,090
Archives of Metallurgy and Materials *	2016	1,090	1,090
Metalurgija	2015	0,959	0,959
Metalurgija	2014	0,959	0,959
Archives of Metallurgy and Materials	2014	1,090	1,090
Metalurgija	2014	0,959	0,959
Metalurgija	2014	0,959	0,959
Archives of Metallurgy and Materials	2013	0,763	1,090
Steel Research International	2013	1,027	1,027
Metalurgija	2013	0,755	0,959
Archives of Metallurgy and Materials	2012	0,763	1,090
Steel Research International	2006	0,478	1,027
Sumaryczny Impact Factor		10,892	12,299

* Prace po pozytywnych recenzjach umieszczono w cyklu wydawniczym, przewidywany termin publikacji II i IV kwartał 2016 r.

Zostałem również uhonorowany nagrodami i wyróżnieniami, za działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną ich sumaryczne zestawienie zamieszczam w tabelicy 4:

Tablica 4

Nagrody i wyróżnienia

<i>Rodzaj nagrody lub wyróżnienia</i>	<i>Liczba</i>
Medal Komisji Edukacji Narodowej, 02.07.2015, Minister Edukacji Narodowej- Za znaczący dorobek w zakresie oświaty i wychowania oraz wspieranie podopiecznych domu dziecka (legitymacja nr 148088).	1
Indywidualna Nagroda JM Rektora Politechniki Śląskiej II stopnia za osiągnięcia w dziedzinie naukowej, 2013	1
Zespołowa Nagroda JM Rektora Politechniki Śląskiej II stopnia za osiągnięcia w dziedzinie organizacyjnej, 2012	1
Nagroda kwartalnika Hutnictwo.pl, 2008 Kolegium redakcyjne kwartalnika - Za cykl publikacji z zakresu metalurgii.	1
Ogółem	4

Moje osiągnięcia zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. Nr 196, poz. 1165), zestawiono w tablicy 5.

Tablica 5

Kryteria osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

<i>Kryterium według § 3 p.4, §4 i §5 Rozporządzenia</i>	<i>Wypełnienie kryterium (tak/nie i liczba)</i>
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	Tak/25
Zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne i technologiczne	Tak/1
Udzielone patenty, zgłoszenia patentowe międzynarodowe i krajowe	Tak/2
Patenty prezentowane na wystawach i targach międzynarodowych	Tak/1
Monografie	Tak/2
Publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych	Tak/21
Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych	Tak/4
Aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych	Tak/16
Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania	Tak/ 10,892
Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)	Tak/34
Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS)	Tak/4
Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach	Tak/6
Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową lub artystyczną	Tak/1
Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach / Aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych	Tak/22
Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych	Tak/1
Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych	Tak/4
Otrzymane nagrody i wyróżnienia	Tak/4
Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych oraz we współpracy z przedsiębiorcami	Tak/1
Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych Czasopism	Nie/0

Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych	Tak/4
Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki	Tak/6
Opieka naukowa nad studentami i lekarzami w toku Specjalizacji	Nie/0
Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego	Tak/1
Stáže w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich	Tak/1
Wykonanie ekspertyzy lub innego opracowania na zamówienie	Tak/2
Recenzowanie publikacji w czasopismach krajowych	Tak/8
Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych z listy Journal Citation Reports (JCR)	Tak/4