

**Dr inż. Krzysztof Rokosz**  
Politechnika Koszalińska  
Wydział Mechaniczny  
Zakład Elektrochemii i Technologii Powierzchni

**Wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego  
w dziedzinie Nauk Technicznych  
w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn**

**A U T O R E F E R A T**

**Koszalin 2012**

## 1. PRZEBIEG PRACY NAUKOWEJ

Pracę naukowo-badawczą podjąłem na Wydziale Mechanicznym, Politechniki Koszalińskiej 1 stycznia 2002 roku w Katedrze Elektrochemii i Technologii Powierzchni. Pod opieką Prof. dr hab. inż. Tadeusza Hryniewicza zapoznawałem się z zagadnieniami badania procesów korozyjnych stali po obróbkach mechanicznych, uczestnicząc jednocześnie w zajęciach studiów doktoranckich na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej. Wiedzę z zakresu elektrochemii i procesów korozyjnych poszerzyłem na 3-miesięcznym stażu w ramach programu LLP-Erasmus pod opieką Prof. Mário Guerreiro Silva Ferreira na Wydziale Inżynierii Chemicznej, Instituto Superior Tecnico Lisboa (Portugalia). 31 stycznia 2006 obroniłem pracę doktorską na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej na temat „Wpływ nagniatania stali na jej odporność korozyjną”. Po doktoracie kontynuowałem badania z zakresu odporności korozyjnej biomateriałów metalowych po obróbkach elektrochemicznych. Równoległe pod opieką Prof. Steinara Raaena (NTNU Trondheim, Norwegia) poznawałem technikę badań oraz interpretację wyników spektroskopii XPS oraz wykonywałem badania składu chemicznego warstw wierzchnich zarówno po standardowym polerowaniu elektrochemicznym, jak i z wymuszonym mieszanym elektrolytu oraz w polu magnetycznym.

## 2. WYKSZTAŁCENIE

- 2006 Uzyskanie tytułu doktora nauk technicznych
- 2001-2005 Studia Doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Politechnice Koszalińskiej
- 2004-2005 Podyplomowe Studia z Matematyki na UAM w Poznaniu
- 2002-2003 Podyplomowe Studium Pedagogiczne na Politechnice Koszalińskiej
- 1996-2001 Studia Dienne na Wydziale Elektroniki Politechniki Koszalińskiej
- 1992-1996 Zespół Szkół Elektroniczno-Elektrycznych w Koszalinie
- 1984-1992 Szkoła Podstawowa w Resku

## 3. TABELARYCZNY WYKAZ OSIĄGNIĘĆ

L.p.	Wykaz osiągnięć	Przed doktoratem	Po doktoracie	Łącznie
1.	Publikacje w czasopismach wyróżnionych przez Journal Citation Reports	0	14	14
2.	Publikacja w recenzowanym czasopiśmie krajowym lub zagranicznym wymienionym w wykazie ministra	0	14	14
3.	Publikacje w czasopismach nie wyróżnionych przez Journal Citation Reports	0	12	12
4.	Współautorstwo rozdziału w monografii lub podręczniku akademickim w języku angielskim	0	1	1
5.	Autorstwo/współautorstwo monografii lub podręcznika akademickiego	0	2	2
6.	Artykuły/Postery w materiałach konferencyjnych zagranicznych	5	32	37
7.	Artykuły/Postery w materiałach konferencyjnych krajowych	12	33	45
8.	Kierowanie projektem międzynarodowym	0	1	1
9.	Udział w projektach badawczych	0	1	1
10.	Udział w międzynarodowych projektach	0	16	16

L.p.	Wykaz osiągnięć - cd	Przed doktoratem	Po doktoracie	Łącznie
11.	Pobyty badawcze	0	6	6
12.	Stáže/Szkolenia	1	12	13
13.	Organizacja i kierownictwo Szkół Letnich	0	1	1
14.	Wykłady	0	24	24
15.	Nagrody i wyróżnienia	1	3	4
16.	Recenzje w czasopismach wyróżnionych przez SCOPUS	0	3	3

- liczba cytowań wg bazy SCOPUS: 86
- liczba publikacji wg bazy SCOPUS: 20
- Indeks Hirsh'a wg bazy SCOPUS: 6

#### 4. ZNAJOMOŚĆ JĘZYKÓW OBCYCH

- język angielski – bardzo dobra
- język niemiecki – bardzo dobra
- język słowacki – dobra
- język czeski – dobra
- język rosyjski – komunikatywna

#### 5. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA

Jako osiągnięcie wynikające 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 wskazuję jednotematyczny cykl publikacji:

##### **Polerowanie elektrochemiczne wybranych metali i stopów w polu magnetycznym**

Na cykl składa się 15 publikacji wymienionych poniżej:

- [1] **Rokosz K.**, Polerowanie elektrochemiczne stali w polu magnetycznym, Monografia, Wyd. Ucz. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2012, 211 stron.

W monografii zaprezentowano szczegółową analizę literatury dotyczącą zarówno polerowania elektrochemicznego, jak i obróbek elektrochemicznych oraz elektromechanicznych w polu magnetycznym. Zaprezentowano niepublikowane wyniki składu chemicznego warstw wierzchnich dla stali niestopowej, stopowej ferrytycznej i stopowej austenitycznej po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym MEP na tle polerowania bez mieszania elektrolitu EP i z mieszaniem MIX. Zaproponowano również modele granic faz oraz mechanizmy procesów dla poszczególnych obróbek i stali. Wskazano kierunki dalszych badań w tematyce polerowania elektrochemicznego.

- [2] Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Polarization Characteristics of Magneto-electropolishing Stainless Steels, Materials Chemistry and Physics, 2010, Vol. 122 (1), 169-174.

W artykule zaprezentowano szczegółową analizę krzywych polaryzacji dla obróbek EP, MIX i MEP w zależności od mieszania i temperatury elektrolitu oraz wielkości pola magnetycznego. Zaproponowano wyjaśnienie otrzymanych różnic krzywych polaryzacyjnych. W pracy habilitant wykonał pomiary, opracował wyniki oraz zaproponował wyjaśnienie zaistniałych zjawisk.

Hryniewicz T.	Rokosz K.
50%	50%

- [3] Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Corrosion Characteristics of Medical Grade AISI 316L Stainless Steel Surface after Electropolishing in a Magnetic Field, CORROSION (The Journal of Science and Engineering), Corrosion Science Section, August 2008, Vol. 64, No. 8, 660-665.

W artykule przedstawiono wyniki z badań korozyjnych wykonanych przez habilitanta na przygotowanych przez p. Rokickiego próbkach po standardowym polerowaniu elektrochemicznym oraz w polu magnetycznym. Późniejsze pomiary pola magnetycznego magnesu pierścieniowego użytego w przeprowadzonych doświadczeniach wykazały, że indukcja pola magnetycznego w miejscu, gdzie znajdowała się próbka wynosiła około 100 mT. Pomiary potencjodynamiczne przeprowadzono z szybkością skanowania potencjału 1 mV/s, celem wyznaczenia ogólnej szybkości korozji. Przeprowadzone pomiary rozpoznawcze wykazały, że pole magnetyczne ma wpływ na szybkość korozji, a więc i na skład oraz strukturę warstwy wierzchniej.

Hryniewicz T.	Rokicki R.	Rokosz K.
45%	15%	40%

- [4] Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Electrochemical and XPS Studies of AISI 316L Stainless Steel after Electropolishing in a Magnetic Field, Corrosion Science, 2008, Vol. 50(9), 2676-2681.

W artykule przedstawiono badania korozyjne potencjodynamiczne, EIS oraz XPS wykonane przez habilitanta na próbkach dostarczonych przez p. Rokickiego po polerowaniu elektrochemicznym w polu o indukcji pola magnetycznego około 100 mT. Wykonane badania rozpoznawcze wykazały różnice zarówno w opornościach korozyjnych, jak i składzie chemicznym otrzymanych warstw wierzchnich po standardowym polerowaniu elektrochemicznym oraz po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym.

Hryniewicz T.	Rokosz K.	Rokicki R.
50%	40%	10%

- [5] **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Pitting corrosion resistance of AISI 316L SS in Ringer's solution after magneto-electrochemical polishing, CORROSION – The Journal of Science and Engineering, Vol. 66, No. 3, 2010, (11 pages), 035004-1...11.

W artykule zaprezentowano wykonane przez habilitanta wyniki badań korozyjnych potencjodynamicznych zarówno dla zakresu polerowania plateau, jak i dla zakresu transpasywnego krzywych polaryzacji. Pomiary potencjodynamiczne przeprowadzono z szybkością skanowania potencjału 0,05 mV/s, celem wyznaczenia potencjału korozji wżerowej dla warunków zbliżonych do badań potencjostatycznych. W konsekwencji zaproponowano model matematyczny opisujący potencjał korozji wżerowej w zależności od wielkości gęstości prądu polerowania oraz wielkości indukcji pola magnetycznego, po uprzedniej obróbce statystycznej błędów grubych. Zaprezentowana w artykule analiza statystyczna była tańszym rozwiązaniem, w stosunku do badań XPS znalezienia obszaru o najlepszej odporności korozyjnej – czyli między innymi o największym stosunku związków chromu do związku żelaza. Badania zapre-

zentowane w pracy stanowiły podstawę rozpoczęcia badań XPS warstw wierzchnich po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym.

<b>Rokosz K.</b>	<b>Hryniewicz T.</b>
70%	30%

- [6] Hryniewicz T., Rokosz K., Analysis of XPS results of AISI 316L SS electropolished and magnetoelectropolished at varying conditions, Surface and Coatings Technology, Vol. 204 (16-17), 2583-2592.

W artykule zaprezentowano wykonane przez habilitanta wyniki XPS powierzchni po polerowaniu elektrochemicznym w różnych warunkach. Zaprezentowano w nim wyniki habilitanta pokazujące, że zarówno mieszanie elektrolitu podczas polerowania elektrochemicznego, jak i obróbka w polu magnetycznym wpływa na skład chemiczny uzyskanych warstw wierzchnich.

<b>Hryniewicz T.</b>	<b>Rokosz K.</b>
50%	50%

- [7] Rokosz K., Pomiar XPS składu chemicznego warstwy wierzchniej powstałej na stali austenitycznej AISI 316L SS po elektrochemicznym polerowaniu w polu magnetycznym (XPS measurement of chemical composition of surface layer formed on austenitic AISI 316L SS after electrochemical polishing in magnetic field), PAK, 2011, 57(5), 563-567.

W artykule zaprezentowano wykonane przez habilitanta wyniki XPS powierzchni stali AISI 316L po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym o indukcji  $B \approx 350$  mT i gęstości prądu  $i \approx 100$  A/dm<sup>2</sup>. Przedstawiono badania wysokiej rozdzielczości XPS (Fe 2p, Cr 2p, O 1s, S 2p, P 2p, Mo 3d) i ich analizę.

- [8] Rokosz K., Hryniewicz T., Raaen S., Characterization of Passive Film Formed on AISI 316L Stainless Steel after Magnetoelectropolishing in a Broad Range of Polarization Parameters, Steel Research International, Vol. 83, Online ISSN: 1869-344X, 2012, 1-9, DOI: 10.1002/srin.201200046, article published online: 25 July 2012.

W artykule zaprezentowano wykonane przez habilitanta wyniki XPS powierzchni po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym według pięciopoziomowego rotatabilnego statycznego planu eksperymentu. Zaproponowano model matematyczny opisujący stosunek związków chromu do związków żelaza w zależności od wielkości gęstości prądu polerowania oraz wielkości indukcji pola magnetycznego. Zaprezentowano w nim wyniki habilitanta pokazujące, że zarówno gęstość prądu polerowania, jak i indukcja pola magnetycznego wpływają na skład chemiczny uzyskanych warstw wierzchnich. Wskazano również na zbieżność otrzymanych wyników z wynikami z badań potencjodynamicznych.

<b>Rokosz K.</b>	<b>Hryniewicz T.</b>	<b>Raaen S.</b>
55%	35%	10%

- [9] Rokosz K., Raaen S., Badania XPS stali martenzytycznej 4H13 po elektrochemicznym polerowaniu (XPS measurements of martensitic stainless steel 4H13 after the electrochemical polishing), Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 2011, 5, 1-10.

W artykule przedstawiono wyniki XPS (Fe 2p, Cr 2p, O1s, P 2p, S 2p) powierzchni po standardowym polerowaniu elektrochemicznym bez mieszania elektrolitu EP dla stali martenzytycznej 4H13.

<b>Rokosz K.</b>	<b>Raaen S.</b>
90%	10%

- [10] **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Raaen S., Badania XPS powierzchni stali martenzytycznej 4H13 po elektropolerowaniu z mieszaniami elektrolitu (XPS measurements of 4H13 martensitic steel after electro-polishing operation with electrolyte stirring), PAK, 2012, 58(6), 545-548.

W artykule przedstawiono wyniki XPS (Fe 2p, Cr 2p, O1s, P 2p, S 2p) powierzchni po polerowaniu elektrochemicznym z mieszaniami elektrolitu MIX dla stali martenzytycznej 4H13.

<b>Rokosz K.</b>	<b>Hryniewicz T.</b>	<b>Raaen S.</b>
60%	30%	10%

- [11] **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Raaen S., Badania XPS powierzchni stali martenzytycznej 4H13 po magnetopolerowaniu (XPS measurements of martensitic stainless steel 4H13 after Magneto-electropolishing), Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 2012, 5, 421-428.

W artykule przedstawiono wyniki XPS powierzchni po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym MEP oraz przedstawiono podsumowanie obróbek EP, MIX i MEP dla stali martenzytycznej 4H13.

<b>Rokosz K.</b>	<b>Hryniewicz T.</b>	<b>Raaen S.</b>
60%	30%	10%

- [12] Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Chapter 11. Magneto-electropolished Titanium Biomaterial, in Biomaterial / Book 2, ISBN 978-953-308-118-2, InTech, 227-248 (Edited by Rosario Pignatello), 227-248.

W rozdziale monografii przedstawiono wykonane przez habilitanta badania chropowatości powierzchni oraz korozyjne badania potencjodynamiczne w roztworze Ringera dla tytanu po obróbkach MP, EP i MEP. W opracowaniu zaprezentowano wykonane i opracowane przez habilitanta wyniki XPS dla warstw wierzchnich po polerowaniach MP, EP, MEP.

<b>Hryniewicz T.</b>	<b>Rokicki R.</b>	<b>Rokosz K.</b>
45%	35%	20%

- [13] Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Corrosion and Surface Characterization of Titanium Biomaterial after Magneto-electropolishing, Surface and Coatings Technology, 2009, 203(10-11), 1508-1515.

W artykule przedstawiono wykonane przez habilitanta wyniki chropowatości powierzchni oraz potencjodynamicznych badań korozyjnych jak i zdjęcia SEM powierzchni po MP, EP i MEP dla tytanu.

<b>Hryniewicz T.</b>	<b>Rokicki R.</b>	<b>Rokosz K.</b>
50%	30%	20%

- [14] Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Surface investigation of NiTi rotary endodontic instruments after magneto-electropolishing, MRS Proceedings, Biomaterials, XVIII International Materials Research Congress, 9. Biomaterials August 2009., ISBN 978-1-60511-221-3, Vol. 1244E, 5-16.

W artykule przedstawiono wykonane i opracowane przez habilitanta badania EDX i XPS powierzchni wraz ze zdjęciami SEM wiertel nitinolowych po polerowaniach EP i MEP.

<b>Hryniewicz T.</b>	<b>Rokosz K.</b>	<b>Rokicki R.</b>
50%	40%	10%

[15] Hryniewicz T., Rokosz K., Valíček J., Rokicki R., Effect of magnetoelectropolishing on nanohardness and Young's modulus of titanium biomaterial, Materials Letters, 2012, Vol. 83, 69-72.

W artykule przedstawiono wykonane przez habilitanta badania nanotwardości oraz zredukowanego modułu Younga warstw wierzchnich powstałych po obróbce mechanicznej MP oraz po polerowaniach elektrochemicznych EP i MEP na tytanie. W opracowaniu habilitant wykonał analizę statystyczną otrzymanych wyników oraz zaproponował modele matematyczne opisujące nanotwardość oraz zredukowany moduł Younga względem parametrów polerowania (indukcji pola magnetycznego  $B$  oraz gęstości prądu polaryzacji  $i$ ).

Hryniewicz T.	Rokosz K.	Valíček J.	Rokicki R.
45%	35%	10%	10%

### 5.1. Wykaz osiągnięć zawartych w jednotematycznym cyklu publikacji

- a) zaprojektowanie i zbudowanie stanowiska obróbkowo-pomiarowego
  - wyskalowanie elektrody odniesienia ze stali AISI 316L względem elektrody Hg/Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> [2]
  - dobranie stereometrii elektrod oraz zakresu zmienności indukcji pola magnetycznego oraz gęstości prądu polerowania elektrochemicznego [1, 5]
- b) wyznaczenie charakterystyk polaryzacyjnych dla obróbki MEP vs. EP i MIX [1, 2]
- c) wyznaczenie składów chemicznych warstw wierzchnich po polerowaniu MEP vs. EP i MIX dla stali niestopowej [1], stopowej ferrytycznej [1], martenzytycznej [9-11], austenitycznej [1, 4, 6-8] oraz tytanu [12-13] i Nitinolu [14]
  - badania elektrochemiczne [1, 3, 4, 5, 12, 13]
  - badania XPS [1, 4, 6-8, 12, 14]
- d) wyznaczenie warunków polerowania MEP dla warstwy wierzchniej o największej odporności korozyjnej oraz maksymalnym stosunku związków chromu do związków żelaza, jak i wyjaśnienie wpływu mieszania elektrolitu oraz pola magnetycznego na skład chemiczny warstwy wierzchniej [1, 4]
- e) opracowanie modeli matematycznych opisujących zmianę potencjału korozji wżerowej od wielkości indukcji pola magnetycznego oraz gęstości prądu polerowania dla stali AISI 316L [1, 5]
- f) opracowanie modelu matematycznego opisującego zmianę stosunku związków chromu do związków żelaza (Cr/Fe) od indukcji pola magnetycznego i gęstości prądu polerowania dla stali AISI 316L [8]
- g) wykazanie istotnego wpływu pola magnetycznego na nanotwardość warstwy wierzchniej powstałej po MEP vs. EP dla stopowej stali austenitycznej [1] oraz tytanu [15]
- h) wykazanie istotnego wpływu pola magnetycznego na zredukowany moduł Younga warstwy wierzchniej powstałej po MEP vs. EP dla stopowej stali austenitycznej [1] oraz tytanu [15]
- i) wykazanie istotnego wpływu pola magnetycznego na skład chemiczny warstwy wierzchniej powstałej po polerowaniu elektrochemicznym MEP dla stopowej stali austenitycznej AISI 316L [1]
- j) wyprowadzenie zależności matematycznej opisującej zmianę nanotwardości oraz zredukowanego modułu Younga względem gęstości prądu  $i$  oraz indukcji pola magnetycznego  $B$  dla tytanu [15]
- k) opracowanie modeli granicy faz dla polerowania MEP oraz EP i MIX [1]
- l) wyjaśnienie mechanizmów procesów dla polerowania MEP oraz EP i MIX [1]

## 5.2. Syntetyczny opis osiągnięć w zakresie polerowania elektrochemicznego stali w polu magnetycznym

### 5.2.1. Wprowadzenie

Polerowanie elektrochemiczne materiałów jest jedną z najczęściej używanych obecnie obróbek wykończających, między innymi biomateriałów metalowych o skomplikowanych kształtach (stenty wieńcowe, protezy, itp.), od których oprócz żądanej chropowatości oraz połysku lub jego braku oczekuje się również dużej odporności na korozję, jak i braku w warstwie wierzchniej rakotwórczych pierwiastków. W dostępnej literaturze, której analizę zaprezentowano w monografii [1] nie znaleziono opracowania wpływu pola magnetycznego na skład chemiczny lub odporność korozyjną warstw wierzchnich na metalach i stopach po polerowaniu MEP, czego podjął się habilitant.

Praca naukowa habilitanta dotyczy metody polerowania elektrochemicznego w polu magnetycznym (MEP) na tle standardowej obróbki bez mieszania (EP) oraz z mieszaniem (MIX) dla najczęściej stosowanych materiałów: stali ferromagnetycznych (niestopowej, stopowej ferrytycznej, martenzytycznej) stali paramagnetycznej (stopowej austenitycznej) oraz tytanu i nitinolu. Poniżej opisano najważniejsze naukowe osiągnięcia habilitanta w zakresie polerowania metali i stopów w polu magnetycznym.

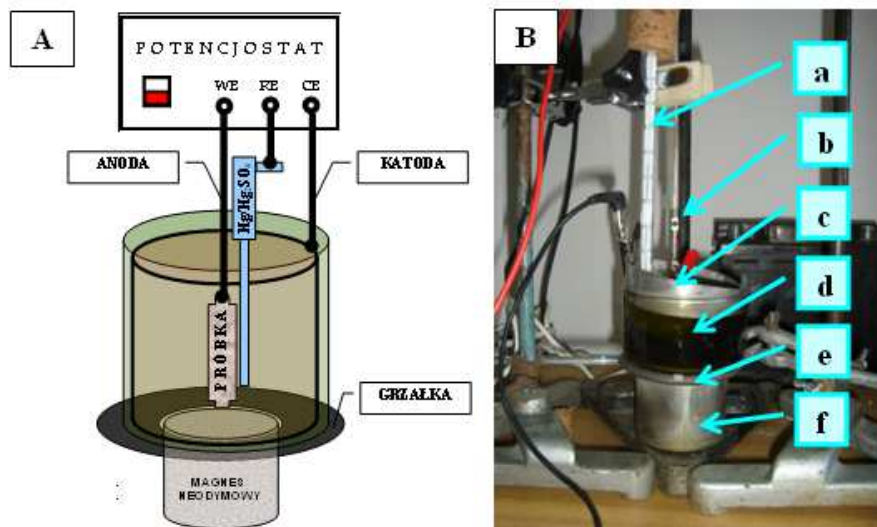
W autoreferacie użyto następujące skróty:

- EP – polerowanie elektrochemiczne bez mieszania elektrolitu,  $i \approx 50 \text{ A/dm}^2$
- MIX – polerowanie elektrochemiczne z mieszaniem elektrolitu,  $i \approx 50 \text{ A/dm}^2$
- MEP – polerowanie elektrochemiczne w polu magnetycznym,  $i \approx 50 \text{ A/dm}^2$ ,  $B = 350\text{-}400 \text{ mT}$
- EP\* – polerowanie elektrochemiczne bez mieszania elektrolitu,  $i \approx 189 \text{ A/dm}^2$
- MEP\* – polerowanie elektrochemiczne w polu magnetycznym,  $i \approx 189 \text{ A/dm}^2$ ,  $B = 384 \text{ mT}$

### 5.2.2. Zaprojektowanie i zbudowanie stanowiska obróbkowo-pomiarowego

Stanowisko do polerowania elektrochemicznego oraz wyznaczania krzywych polaryzacji anodowej jest autorskim rozwiązaniem opartym na badaniach własnych autora (rys. 1). W wersji dla małych gęstości prądów ( $50\text{-}100 \text{ A/dm}^2$ ) składało się ono z potencjostatu ATLAS 98, cylindrycznej katody ze stali austenitycznej o powierzchni ponad 100 razy większej niż badana próbka-anoda, która była umieszczona we wnętrzu katody (odległość anoda-katoda wynosiła około 4,5 cm), elektrody odniesienia MSE Hg/Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, grzałki, termometru oraz magnesu neodymowego. W układzie dla dużych gęstości prądów dochodzących do  $1000 \text{ A/dm}^2$  użyto zasilacza stabilizowanego RNG-3010 oraz zespołu prostownikowego Telzas PDN 24-48-(60)/30(25) [1, 5].

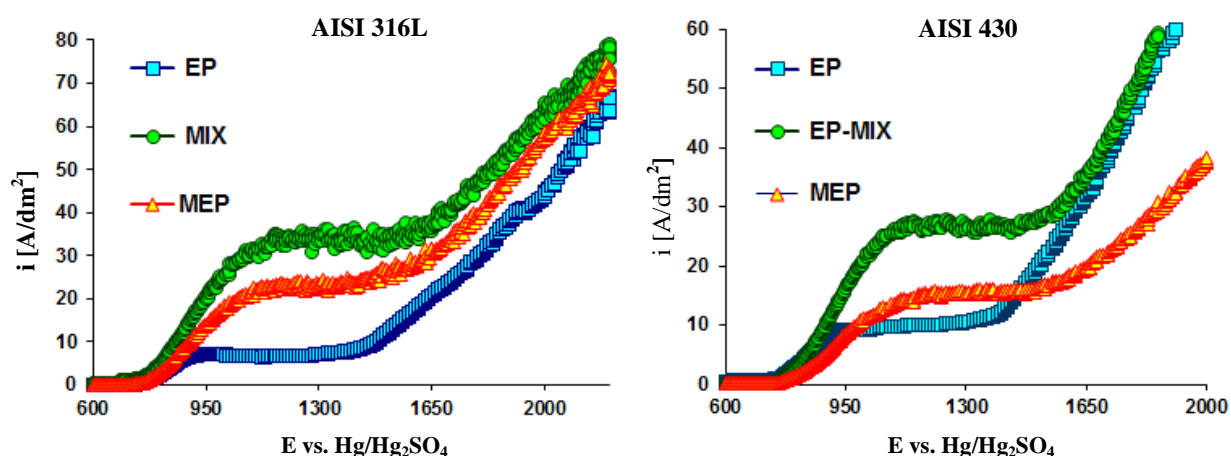




Rys. 1. Stanowisko do polerowania elektrochemicznego w polu magnetycznym MEP: A – schemat połączeń, B – zdjęcie stanowiska pomiarowego (a – termometr, b – anoda, c – katoda, d – naczynko elektrochemiczne, e – podgrzewacz, f – magnes neodymowy) [1, 5]

### 5.2.3. Wyznaczenie charakterystyk polaryzacyjnych dla obróbki MEP vs. EP i MIX

Wyznaczono dotychczas niepublikowane w literaturze charakterystyki dla polerowania MEP w odniesieniu do EP i MIX dla stali AISI 316L i AIS 430 [1, 2]. Wykazano, że dla stopowej stali austenitycznej - paramagnetyka pole magnetyczne oddziaływało głównie na ferromagnetyczne związki żelaza. Powodowało to ich szybsze przechodzenie z warstwy wierzchniej obrabianego detalu do elektrolitu. W przypadku stali ferrytycznej (ferromagnetyka), namagnesowanie struktury utrudniało przejście związków ferromagnetycznych do roztworu, co ilustruje gęstość prądu plateau dla MEP zbliżony do EP (rys. 2).

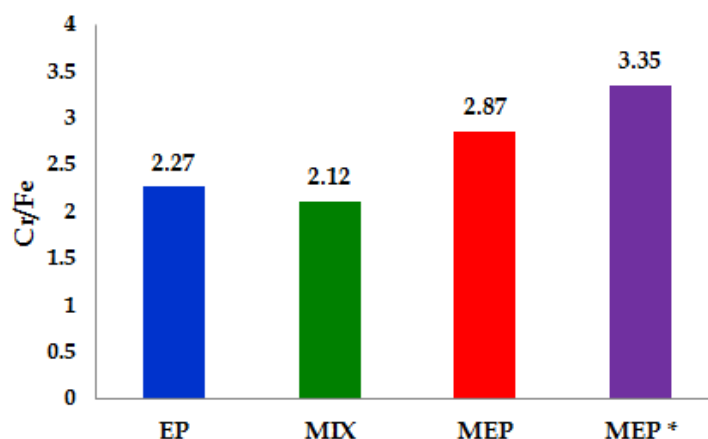


Rys. 2. Krzywe polaryzacji anodowej dla stali austenitycznej (AISI 316L) oraz ferrytycznej (AISI 430) w roztworze  $H_2SO_4 : H_3PO_4 = 2 : 3$  bez mieszaniem (EP), zmieszaniem (MIX) i w polu magnetycznym (MEP) w temperaturze  $60^\circ C$  [1, 2]

#### 5.2.4. Wyznaczenie składów chemicznych warstw wierzchnich po polerowaniu elektrochemicznym EP, MIX i MEP

Badania wykazały, że rodzaj obróbki wpływał na skład chemiczny warstwy wierzchniej. W przypadku stali ferromagnetycznych jakimi są: stal niestopowa, ferrytyczna i martenzytyczna, odnotowano największe wzbogacenie warstwy wierzchniej w chrom po polerowaniu elektrochemicznym bez mieszania (EP) natomiast dla stali paramagnetycznej, jaką jest stal austenityczna – po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym (MEP). Jednocześnie odnotowano negatywny wpływ mieszania roztworu na zawartość chromu i jego związków w warstwie wierzchniej dla wszystkich badanych stali. Podczas procesu standardowego polerowania bez mieszania (EP) dla wszystkich stali powstawała stabilna warstwa lepka, co zostało zakłócone w momencie wprowadzenia mieszania elektrolitu (MIX). W przypadku obróbki elektrochemicznej MEP w polu magnetycznym o indukcyjności do kilkudziesięciu militesli, na skutek działania siły Lorentza następowało samoczynne mieszanie roztworu, co powodowało – podobnie jak w trakcie obróbki (MIX) – zmniejszenie stosunku związków chromu do związków żelaza w warstwie wierzchniej.

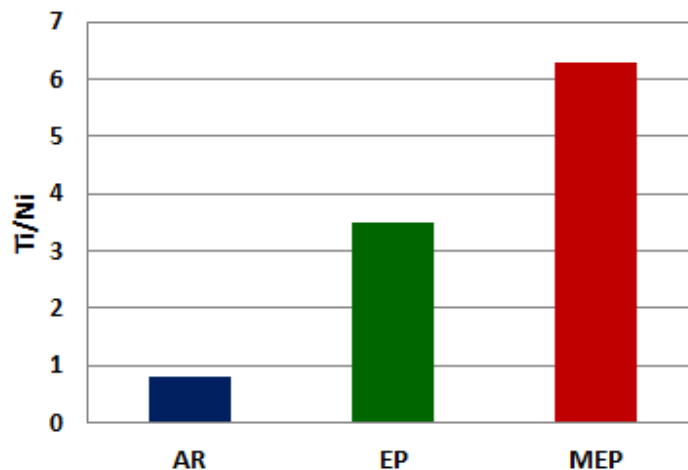
Stal niestopowa oraz stopowa ferrytyczna, będące ferromagnetykami, w polu magnetycznym, ulegały namagnesowaniu, co znacznie utrudniało przejście związków ferromagnetycznych (związki żelaza i niklu) do roztworu. Stal stopowa austenityczna będąca paramagnetykiem w polu magnetycznym nie ulegała gwałtownemu namagnesowaniu. Podczas obróbki związki żelaza oraz niklu będące ferromagnetykami lawinowo przechodziły z warstwy wierzchniej do roztworu (w stronę źródła pola magnetycznego), powodując znaczne jej zubożenie w związki żelaza oraz niklu, co w rezultacie prowadziło do wzbogacenia warstwy wierzchniej w związki chromu (rys. 3).



Rys. 3. Stosunek związków chromu do związków żelaza Cr/Fe w warstwach wierzchnich powstałych na stali stopowej austenitycznej AISI 316L po polerowaniach EP, MIX, MEP i MEP\*

Niepublikowane jeszcze badania XPS stali stopowej austenitycznej AISI 316L po obróbce EP\* i MEP\* oraz rocznym umieszczeniu w roztworze Ringera wykazały, że stosunek związków chromu do związków żelaza w warstwie wierzchniej po MEP\* wzrósł do 3,97 natomiast dla EP\* wyniósł 2,19.

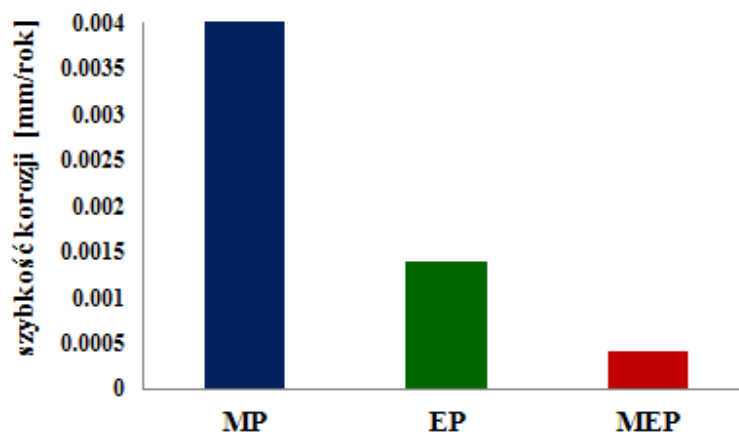
Analogiczny efekt jak w przypadku stopowej stali austenitycznej AISI 316L zaobserwowano dla Nitinolu [14]. Po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym MEP ilość związków tytanu (paramagnetyka) względem związków niklu (ferromagnetyka) jest znacznie większa niż w przypadku standardowego polerowania EP. Spowodowane jest to szybszym przechodzeniem z warstwy wierzchniej do roztworu związków niklu będących ferromagnetykami, powodując wzbogacenie warstwy wierzchniej w związki tytanu (rys. 4).



Rys. 4. Stosunek związków tytanu do związków niklu Ti/Ni w warstwach wierzchnich powstałych na Nitinolu po polerowaniach EP i MEP [14]

#### 5.2.5. Wyznaczenie parametrów polerowania MEP dla warstwy wierzchniej o największej odporności korozyjnej oraz stosunku związków chromu do związków żelaza, a także wyjaśnienie wpływu mieszania elektrolitu i pola magnetycznego na skład chemiczny warstwy wierzchniej

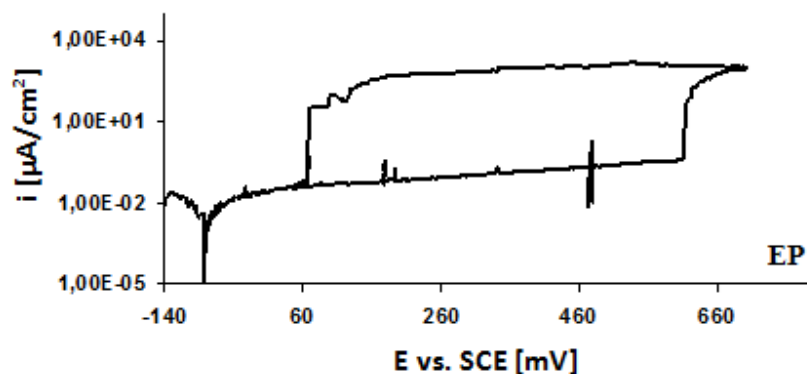
Zmiana składu chemicznego warstwy wierzchniej została potwierdzona poprzez badania korozyjne [3, 4]. Odnotowano znaczny spadek szybkości korozji stopowej stali austenitycznej AISI 316L po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym MEP względem standardowego polerowania elektrochemicznego EP (rys. 5). Odnotowano ponad 3-krotny spadek szybkości korozji stali AISI 316L po polerowaniu MEP względem EP.



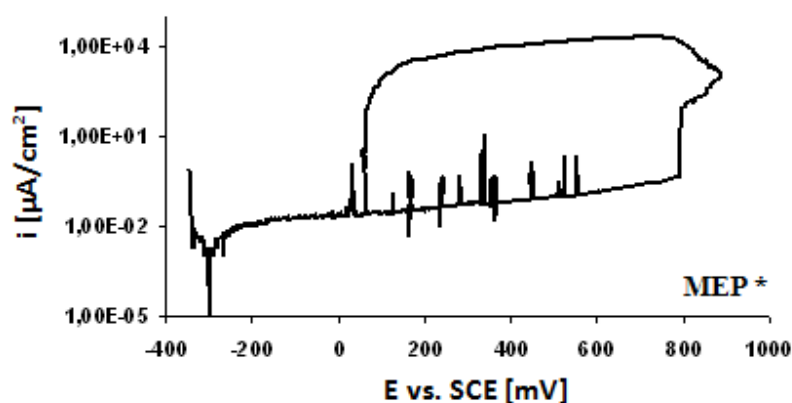
Rys. 5. Szybkość korozji CR po polerowaniach MP, EP i MEP dla stali AISI 316L [3, 4]

Wielkość gęstości prądu polerowania podczas obróbek elektrochemicznych wpływała zarówno na szybkość procesu polerowania, skład chemiczny warstwy wierzchniej, jak i na stereometrię detalu po obróbce. Odnotowano, że gęstości prądu powyżej 500 A/dm<sup>2</sup> powodowały we wszystkich typach obróbek (EP, MIX, MEP) gwałtowną zmianę geometrii krawędzi, co zmieniało całkowicie wymiary obrabianego detalu. Innym problemem w przypadku dużych gęstości prądów było utrzymanie stałej temperatury elektrolitu. Wzrost temperatury do ponad 100 °C powodował zmianę składu roztworu do polerowania (gwałtowne parowanie wody z elektrolitu). W przypadku obróbki w polu magnetycznym (MEP) dodat-

kowo powstawał, pod wpływem siły Lorentza, wir wokół obrabianego detalu, co przy dużych gęstościach prądów było przyczyną nierównomiernego polerowania powierzchni. Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono przykładowe wykresy z korozyjnych badań potencjodynamicznych dla polerowania elektrochemicznego EP (rys. 6) oraz MEP\* (rys. 7).

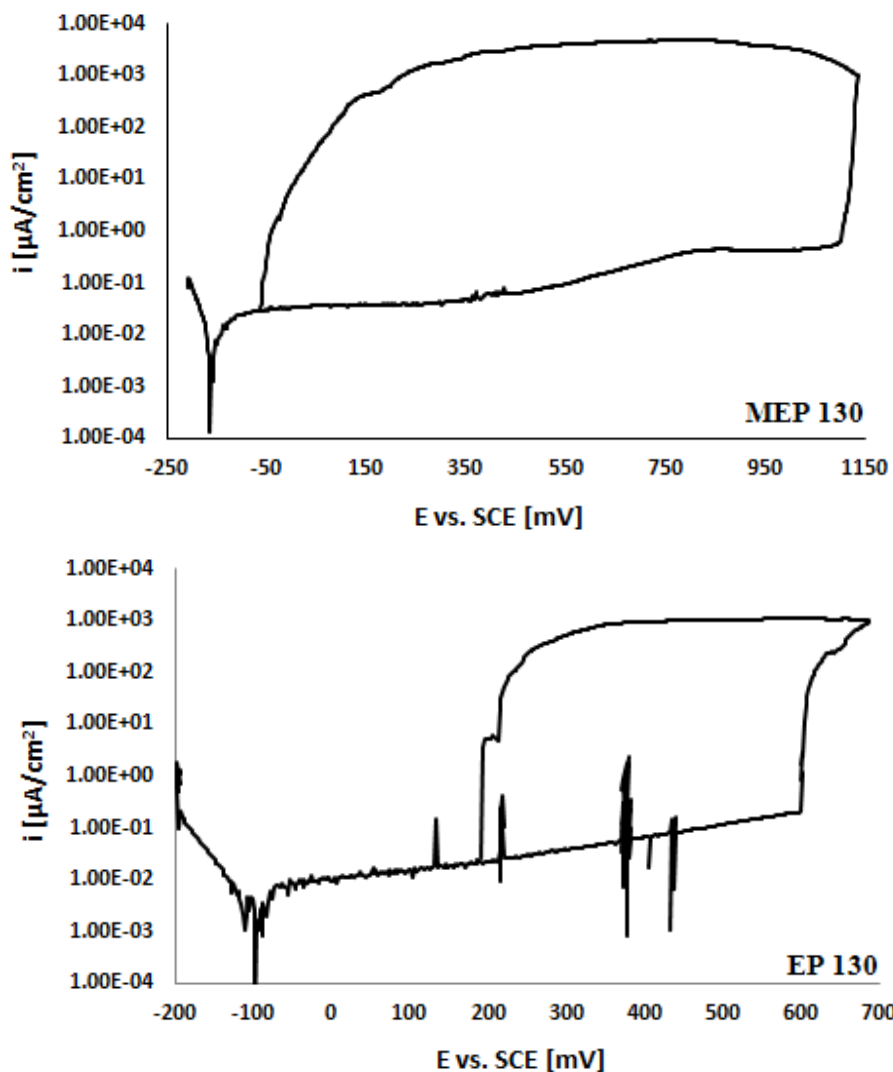


Rys. 6. Wynik pomiaru korozyjnego stali AISI 316L po polerowaniu EP w roztworze Ringera [1, 5]



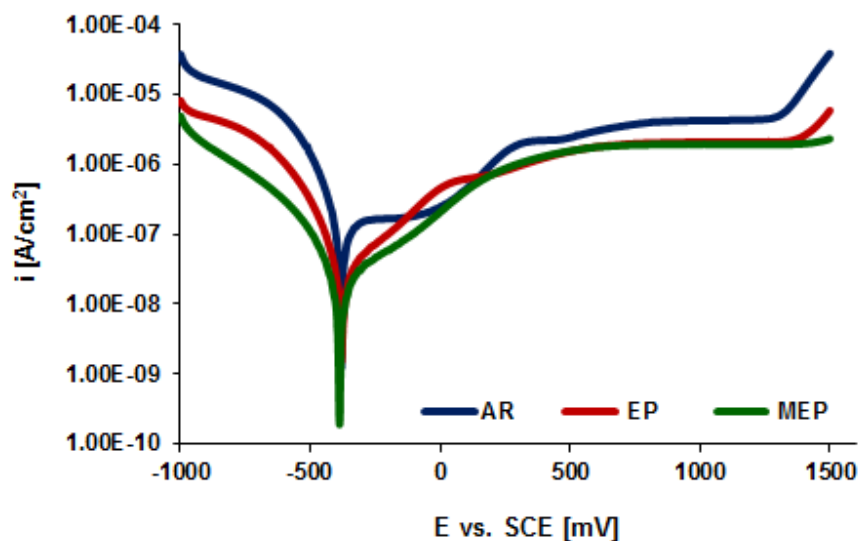
Rys. 7. Wynik pomiaru korozyjnego stali AISI 316L po polerowaniu MEP\* w roztworze Ringera [1, 5]

Na rysunku 8 zaprezentowano jeszcze nieopublikowane wyniki potencjodynamicznych badań korozyjnych powierzchni stali austenitycznej AISI 316L po polerowaniu MEP 130 ( $i \approx 130 \text{ A/dm}^2$ ,  $I \approx 33 \text{ A}$ ,  $B \approx 420 \text{ mT}$ ,  $t = 3 \text{ min.}$ ), gdzie poprzez zwiększenie szerokości próbki ograniczono podczas obróbki elektrochemicznej efekt wiru powstającego pod wpływem siły Lorentza. Badania korozyjne dla MEP 130 wykazały zwiększenie potencjału korozji wżerowej do wartości  $E_{\text{pit}} \approx 1100 \text{ mV vs. SCE}$ . Po standardowym polerowaniu elektrochemicznym EP 130 ( $i \approx 130 \text{ A/dm}^2$ ,  $I \approx 33 \text{ A}$ ,  $t = 3 \text{ min.}$ ) potencjał wynosił jedynie  $E_{\text{pit}} \approx 600 \text{ mV vs. SCE}$ . Świadczy to o wzroście ilości związków chromu i/lub molibdeny w warstwie wierzchniej po polerowaniu elektrochemicznym MEP 130 względem EP 130.



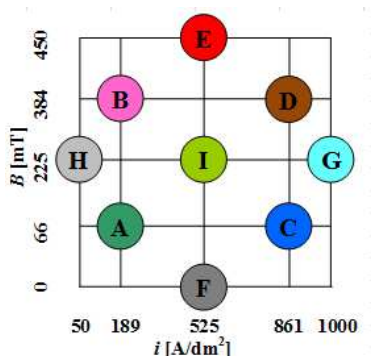
**Rys. 8.** Wynik pomiaru korozyjnego stali AISI 316L po polerowaniu MEP 130 vs. EP 130 w roztworze Ringera

Przeprowadzono również potencjodynamiczne badania korozyjne w roztworze Ringera dla tytanu po obróbkach elektrochemicznych EP i MEP oraz w stanie dostarczonej AR (rys. 9). Z otrzymanych wykresów wynika, że szybkość korozji po polerowaniu MEP jest mniejsza od EP. W zbadanym zakresie potencjałów odporność na korozję wżerową powstałej po MEP ( $E_{pit} > 1500$  mV vs. SCE) warstwy pasywnej jest również większa niż po EP ( $E_{pit} \approx 1300$  mV vs. SCE), co przedstawiono na rysunku 9.



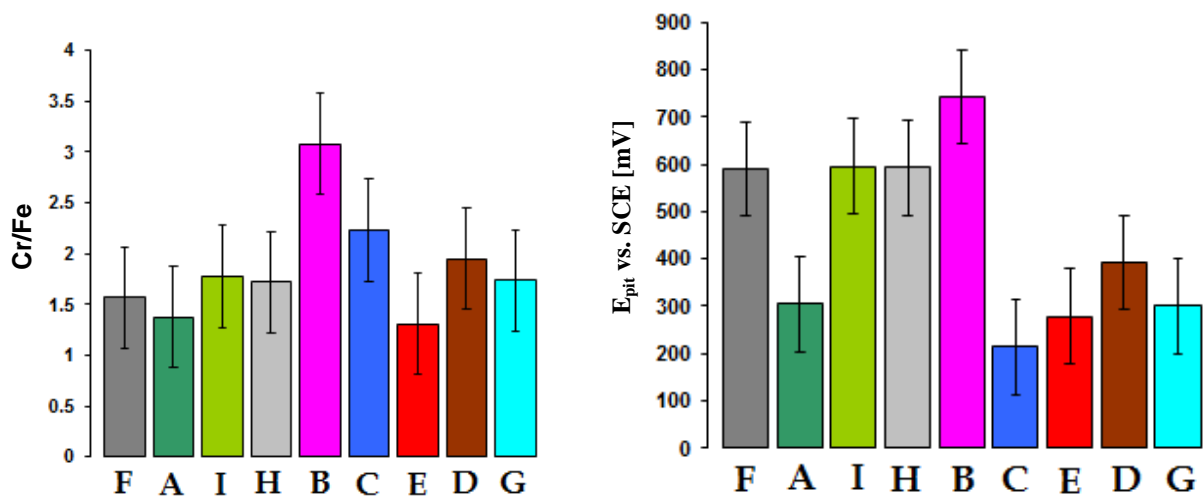
Rys. 9. Wynik pomiaru korozyjnego tytanu po EP i MEP oraz AR (bez obróbki) [12-13]

Zauważono również, że zarówno wielkość pola magnetycznego jak i gęstość prądu polerowania odgrywały istotną rolę ze względu na zawartość związków chromu w warstwie wierzchniej, co wykazano przez potencjodynamiczne badania korozyjne oraz spektroskopię XPS. Badania wykonano według pięciopozomowego rotatabilnego planu statycznego (rys. 10).



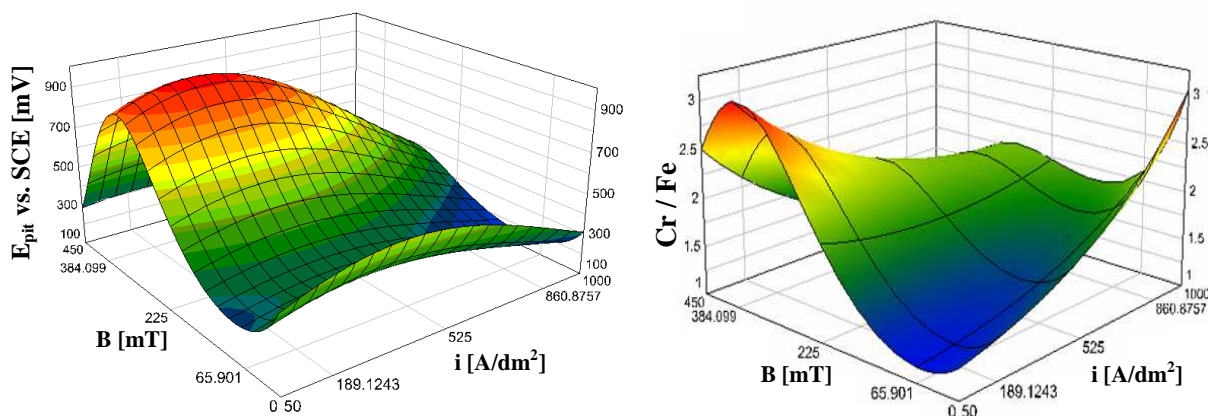
Rys. 10. Pięciopozomowy rotatabilny statyczny plan eksperymentu [1, 5, 8]

Przy małych indukcjach pola magnetycznego następowało samoczynne mieszanie elektrolitu pod wpływem siły Lorentza, co wpływało negatywnie na stosunek związków chromu do związków żelaza w warstwie wierzchniej. Spowodowane to było bardzo słabym oddziaływaniem pola magnetycznego na związki ferromagnetyczne znajdujące się w warstwie wierzchniej, przy jednoczesnym burzliwym mieszaniu roztworu. Po zwiększeniu indukcji pola magnetycznego mieszanie roztworu nieznacznie się zwiększyło, przy jednoczesnym wzroście oddziaływania pola magnetycznego. W trakcie tego zwiększania zaobserwowano wzrost zawartości związków chromu w warstwie wierzchniej, co wpływało na wzrost odporności na korozję wżerową (rys. 11-12).



Rys. 11. Wykresy 2D zależności potencjału korozji wżerowej ( $E_{pit}$ ) i Cr/Fe od wielkości indukcji pola magnetycznego (B) oraz gęstości prądu polerowania (i) dla powierzchni stali AISI 316L [1, 5, 8], oznaczenia literowe i kolorystyczne odpowiadają planowi eksperymentu z rys. 10

Po osiągnięciu maksimum odporności na korozję odpowiadającego największej zawartości związków chromu w warstwie wierzchniej dalsze zwiększanie pola magnetycznego pogarszało odporność korozyjną. Spowodowane to było namagnesowaniem się paramagnetyka, jakim jest stal stopowa austenityczna. Powstałe siły magnetyczne wewnątrz struktury stali przeciwdziałały zewnętrznemu polu magnetycznemu utrudniając przechodzenie związków ferromagnetycznych do roztworu. Zwiększanie gęstości prądu obróbki do zakresu 500-1000 A/dm<sup>2</sup> również powodowało pogorszenie odporności korozyjnej, spowodowane znacznym wzrostem szybkości mieszania elektrolitu.



Rys. 12. Wykresy 3D zależności potencjału korozji wżerowej ( $E_{pit}$ ) i Cr/Fe od wielkości indukcji pola magnetycznego (B) oraz gęstości prądu polerowania (i) dla powierzchni stali AISI 316L [5, 8]

Reasumując należy zauważyć, że pod wpływem siły Lorentza podczas obróbki elektrochemicznej paramagnetyka jakim jest stal stopowa austenityczna w polu magnetycznym następuje samoczynne mieszanie elektrolitu wokół obrabianego detalu. W przypadku, gdy przyłożone pole magnetyczne ma małą indukcję, sterowanie procesem elektrochemicznym jest zdeterminowane przez zjawiska związane z mieszaniem elektrolitu. Przy wzroście indukcji pola magnetycznego następuje kompensacja skutków wywołanych mieszaniem roztworu (siła Lorentza) przez „czyste” pole magnetyczne. Przy dalszym zwiększaniu indukcji magnetycznej w warstwie wierzchniej następuje zwiększenie zawartość związków dia- i paramagnetycznych. W przypadku stali austenitycznych wzrasta ilość związków chromu w stosunku do ilości

związków żelaza, a dla Nitinolu zwiększa się ilość związków tytanu względem związków niklu, co ma wpływ na zwiększenie odporności korozyjnej warstwy wierzchniej.

### 5.2.6. Opracowanie modeli matematycznych

Opracowano modele matematyczne opisujące zarówno zmianę potencjału korozji wżerowej [1, 5] jak i stosunku związków chromu do związków żelaza (Cr/Fe) [8] od wielkości indukcji pola magnetycznego  $B$  oraz gęstości prądu polerowania  $i$ . Przykładowy autorski model matematyczny  $Epit = f(B, i)$  wraz z wyznaczonymi przedziałami ufności na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  spełniający adekwatność modelu matematycznego do obiektu rzeczywistego (test F – lack of fit) przedstawiono poniżej:

$$Upit = \alpha(B, i) \pm 27 \cdot \sqrt{\beta(B, i)}, \quad R^2 = 0,9977,$$

gdzie:

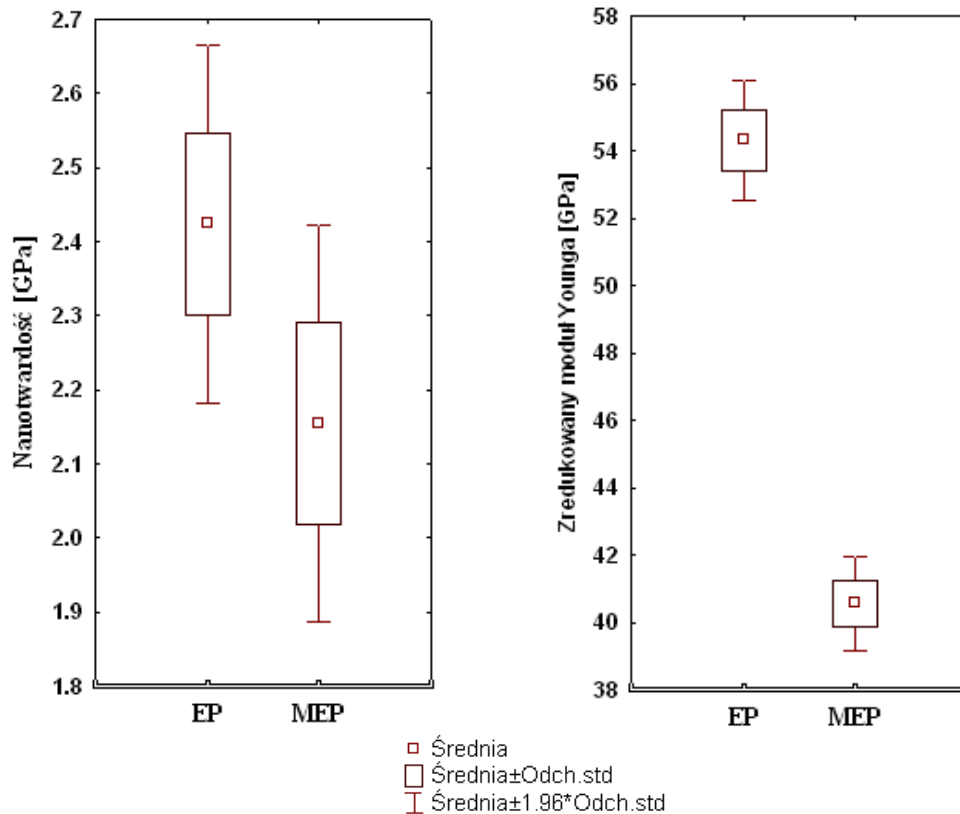
$$\alpha(B, i) = 4717 - 3,96 \cdot B - 6,178 \cdot i - \frac{417}{10^5} B \cdot i + \frac{2}{10^3} B^2 - \frac{228}{10^5} i^2 - \frac{349}{10^{11}} B^2 i^2 - \frac{7,9 \cdot 10^5}{B + i},$$

$$\begin{aligned} \beta(B, i) = & 54,5 - 0,218 \cdot B - 18,5 \cdot 10^{-2} \cdot i + 6,58 \cdot 10^{-4} \cdot B \cdot i + 3,94 \cdot 10^{-4} \cdot B^2 + 2,47 \cdot 10^{-4} \cdot i^2 + \\ & - 3,49 \cdot 10^{-10} \cdot (B \cdot i)^2 - 9 \cdot 10^{-7} \cdot B^2 \cdot i - 6,71 \cdot 10^{-7} \cdot B \cdot i^2 - 4,08 \cdot 10^{-7} \cdot B^3 - 15,36 \cdot \\ & \cdot 10^{-8} \cdot i^3 + 2,29 \cdot 10^{-10} \cdot B^4 + 3,84 \cdot 10^{-11} \cdot i^4 + 2,26 \cdot 10^{-10} \cdot B \cdot i^3 + 4,76 \cdot 10^{-13} \cdot B^2 \cdot \\ & \cdot i^3 - 2,34 \cdot 10^{-16} \cdot B^2 \cdot i^4 + 4,58 \cdot 10^{-10} \cdot B^3 \cdot i + 7,02 \cdot 10^{-13} \cdot B^3 \cdot i^2 - 11,08 \cdot 10^{-16} \cdot B^3 \\ & \cdot i^3 - 6,22 \cdot 10^{-16} \cdot B^4 \cdot i^2 + 8,57 \cdot 10^{-22} \cdot (B \cdot i)^4 - \frac{17060}{B + i} + \frac{32,4 \cdot B}{B + i} + \frac{28,4 \cdot i}{B + i} - 4,02 \cdot 10^{-2} \cdot \\ & \cdot \frac{B \cdot i}{B + i} - 18,42 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{B^2}{B + i} - 13,02 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{i^2}{B + i} + 0,34 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{3(B \cdot i)^2}{B + i} + 137 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{(B + i)^2}. \end{aligned}$$

### 5.2.7. Wykazanie istotnego wpływu pola magnetycznego na nanotwardość oraz zredukowany moduł Younga warstwy wierzchniej powstałej po MEP vs. EP

Wykazano na podstawie nieparametrycznego testu istotności sumy rang, że na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  była podstawa do odrzucenia hipotezy o pochodzeniu prób z jednej populacji, czyli wykazano istotny wpływ pola magnetycznego na nanotwardość oraz zredukowany moduł Younga dla stopowej stali austenicznej AISI 316L (rys. 13). Otrzymane wyniki dla EP\* ( $nHV = 2,42 \pm 0,12$  GPa,  $E_r = 54,31 \pm 0,91$  GPa) oraz MEP\* ( $nHV = 2,15 \pm 0,14$  GPa,  $E_r = 40,56 \pm 0,71$  GPa) dowodzą jednoznacznie, że pole magnetyczne istotnie wpływa na właściwości mechaniczne warstwy wierzchniej [1].



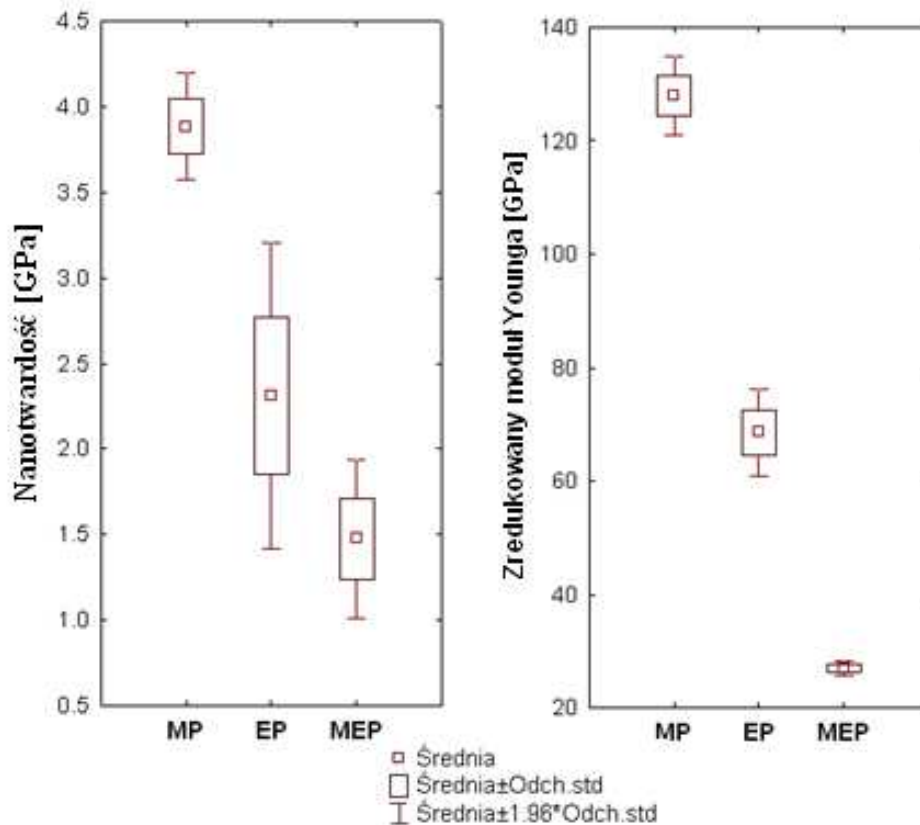


**Rys. 13.** Wyniki nanotwardości oraz zredukowanego modułu Younga dla obróbek EP \* oraz MEP \* dla stopowej stali austenitycznej AISI 316L [1]

Wykonano również badania dla tytanu po obróbkach MP, EP i MEP (rys. 14). Wyniki poddano testu istotności NIR (najmniejszych istotnych różnic) i Scheffé. Z przeprowadzonej analizy na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  wykazano istotny wpływ pola magnetycznego na nanotwardość oraz zredukowany moduł Younga dla tytanu po obróbkach MP, EP i MEP. Otrzymane wyniki dla MP ( $nHV = 3,88 \pm 0,16$  GPa,  $E_r = 127,97 \pm 3,58$  GPa) oraz EP ( $nHV = 2,31 \pm 0,46$  GPa,  $E_r = 68,56 \pm 3,87$  GPa) i MEP ( $nHV = 1,47 \pm 0,24$  GPa,  $E_r = 26,94 \pm 0,67$  GPa) pokazują istotny wpływ pola magnetycznego na właściwości mechaniczne warstwy wierzchniej [15]. Na podstawie otrzymanych wyników habilitant wyznaczył dla tytanu zależności matematyczne opisujące zmianę nanotwardości oraz zredukowanego modułu Younga jako funkcję gęstości prądu  $i$  oraz indukcji pola magnetycznego  $B$ :

$$H = \sqrt{15,103 - 0,332 \cdot \sqrt{B} - 1,351 \cdot \sqrt{i}} \pm 2,898, \quad R^2 = 93,31,$$

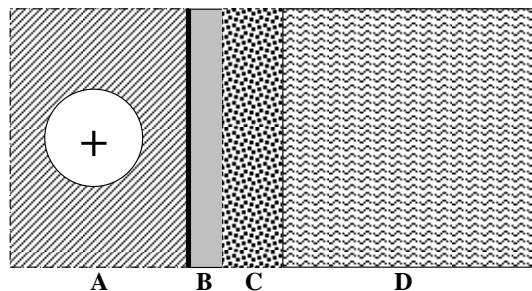
$$E_r = \exp(4,851 - 0,093 \cdot \sqrt{B} - 0,088 \cdot \sqrt{i}) \pm 0,077, \quad R^2 = 99,63 \quad [15].$$



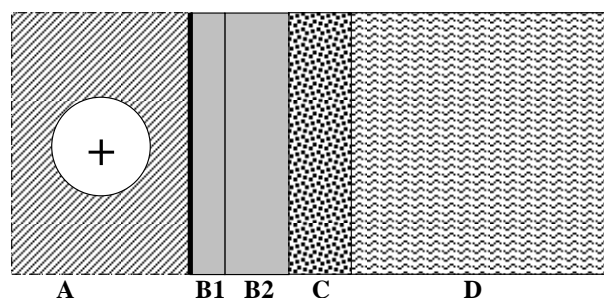
Rys. 14. Wyniki nanotwardości oraz zredukowanego modułu Younga dla obróbek MP, EP oraz MEP dla tytanu [15]

### 5.2.8. Opracowanie modeli granicy faz oraz mechanizmów procesów dla polerowania MEP oraz EP i MIX

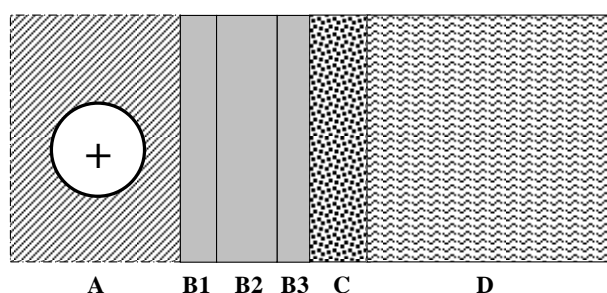
Na podstawie wyników badań zaproponowano autorskie modele granicy faz w procesie polerowania MEP dla stali niestopowej (rys. 15), stopowej ferrytycznej (rys. 16) oraz stopowej austenitycznej (rys. 17-18). Na podstawie przedstawionych modeli habilitant w autorskiej monografii [1] omówił mechanizmy procesów polerowania elektrochemicznego MEP oraz EP i MIX dla stali niestopowej, stopowej ferrytycznej oraz stopowej austenitycznej.



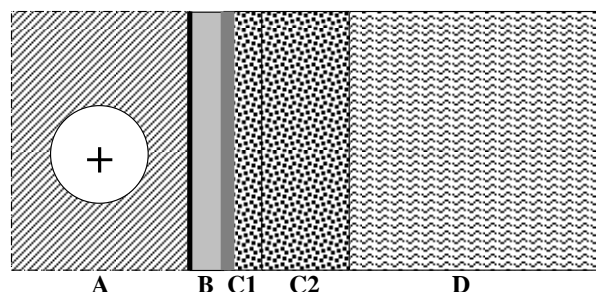
Rys. 15. Model granicy faz w procesie polerowania elektrochemicznego dla EP i MIX (wszystkie stale) i MEP dla stali niestopowej: A – polerowana stal, B – warstwa stałych produktów polerowania: uwodnionych soli z jonami pochodzącymi z roztworu oraz ze stali C – płynna warstwa roztworu składającego się z cząsteczek wody oraz jonów, D – roztwór (elektrolit) [1]



**Rys.16.** Model granicy faz w procesie polerowania MEP stopowej stali ferrytycznej: A – polerowana stal, B – warstwa stałych produktów polerowania złożonych: ze związków ferri- i ferromagnetycznych (B1), ze związków paramagnetycznych (B2), C – płynna warstwa roztworu składającego się z cząsteczek wody oraz jonów, D – roztwór (elektrolit) [1]



**Rys. 17.** Model granicy faz w procesie polerowania MEP stopowej stali austenitycznej dla gęstości prądów polerowania nie większych niż 200 A/dm<sup>2</sup>: A – polerowana stal, B – warstwa stałych produktów polerowania złożonych ze związków: ferri- i ferromagnetycznych (B1), ferri- i ferromagnetycznych z wtrąceniami paramagnetycznymi (B2), paramagnetycznych z wtrąceniami ferri- i ferromagnetycznymi (B3), C – płynna warstwa roztworu składającego się z cząsteczek wody oraz jonów, D – roztwór (elektrolit) [1]



**Rys. 18.** Model granicy faz w procesie elektropolowania MEP stali stopowej austenitycznej dla gęstości prądu polerowania większego od 500 A/dm<sup>2</sup>: A – polerowana stal, B – warstwa stałych produktów polerowania, C1, C2 – płynna warstwa roztworu – gęstość C1 jest mniejsza od gęstości C2, D – roztwór (elektrolit) [1]

### 5.2.9. Podsumowanie

Dla materiałów o właściwościach ferromagnetycznych najlepiej stosować standardową obróbkę elektrochemiczną EP natomiast dla materiałów paramagnetycznych obróbkę MEP głównie ze względu na wzbogacenie warstwy wierzchniej w związki chromu w przypadku stali austenitycznej AISI 316L lub też w związki tytanu dla Nitinolu. Obróbka elektrochemiczna MEP elementów jakimi są stenty wieńcowe, czy też protezy nie powoduje wzrostu kosztów w modernizacji stanowiska obróbkowego. Poziom bezpieczeństwa przy obsłudze stanowiska do obróbki MEP jest porównywalny do EP. Dodatkowym aspektem jest to, że warstwy wierzchnie biomateriałów (AISI 316L i Nitinol) po obróbce MEP zawierają mniej rakotwórczych związków chemicznych. Dla stopowej stali austenitycznej po polerowaniu MEP ilość chromu na szóstym stopniu utlenienia wynosi 3-5%, związków niklu 0,07-0,08%. Po polerowaniu EP

i MIX odnotowano 6-11% związków chromu na szóstym stopniu utlenienia i 0,19-0,28% związków niklu [1].

Reasumując należy zauważyć, że polerowanie elektrochemiczne w polu magnetycznym (MEP) w praktyce powinno być stosowane głównie do obróbki nieferromagnetycznych detali takich jak biomateriały na stenty wieńcowe, protezy, itp. Podyktowane jest to zarówno bezpieczeństwem w trakcie obsługi stanowiska obróbkowego ze źródłem pola magnetycznego jak i względami ekonomicznymi. Stale ferromagnetyczne użyte do badań w silnym polu magnetycznym gwałtownie ulegały namagnesowaniu, przez co ich oddziaływanie ze źródłem pola magnetycznego było na tyle duże, że mogłoby stwarzać zagrożenie wypadkowe. Nie zaobserwowano tego zjawiska podczas polerowania stali austenitycznej będącej paramagnetykiem.

## **6. POBYTY BADAWCZE**

- Hochschule Neubrandenburg, DAAD-Forschungsaufenthalt für Hochschullehrer und Wissenschaftler, Niemcy, 15.12.2007-13.01.2008
- Hochschule Neubrandenburg, Stipendium z „Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Mecklenburg-Vorpommern“, Niemcy, 12-23.07.2010
- VŠB-TU Ostrava, projekt 8071/2010, Czechy, Czechy, 12-20.12.2010
- VŠB-TU Ostrava, projekt 8071/2010, Czechy, 11-17.04.2011
- VŠB-TU Ostrava, projekt 8071/2010, Czechy, 5-14.10.2011
- VŠB-TU Ostrava, projekt MSK – Dotační titul 1, Czechy, 14-25.10.2011

## **7. STAŽE / SZKOLENIA**

- Ability of interpretation of Auger results, NTNU Trondheim, Norwegia, LLP-Erasmus, 10-14.02.2008
- Electrochemical Measurements, Bundesanstalt für Materialforschung und – Prüfung, Berlin, Niemcy, LLP-Erasmus, 30.06-02.07.2008
- XPS Measurements, NTNU Trondheim, Norway, LLP-Erasmus, 24-29.08.2008
- Science Communication I, University College London, Dubrownik, Chorwacja, 19-21 July 2009
- XPS Measurements, NTNU Trondheim, Norwegia, LLP-Erasmus, 18-24.01.2009
- Analyses of XPS results, NTNU Trondheim, Norwegia, LLP-Erasmus, 12-14.01.2009
- Exchange of experiences concerning good praxis in laboratory management, The Scholarship and Training Fund, NTNU Trondheim, Norwegia, 24-28.08.2009
- UPS Measurements, NTNU Trondheim, Norwegia, LLP-Erasmus, 1-9.02.2010
- Science Communication II, University College London, Dubrownik, Chorwacja, 29-31 July 2010
- Corrosion Monitoring, Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 25-31.05.2011
- SEM & EDX Measurements, Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 15-28.08.2011
- XPS & AES analysis of biomaterials, Fondazione Bruno Kessler, Plasma, Advanced Materials and Surface Engineering, Trento-Povo, Włochy, LLP-Erasmus, 19-25.08.2012

## **8. ORGANIZACJA I KIEROWNICTWO SZKÓŁ LETNICH**

- Kierownik Międzynarodowej Szkoły Letniej: „Engineering as Communication Language in Europe“, Koszalin, 1-14.07.2012

## **9. RECENZJE W CZASOPISMACH WYRÓŻNIONYCH PRZEZ SCOPUS**

- Paper no. 2002-23, Innovative approach to advance modulated waterjet technology, TEHNIČKI VJESNIK - TECHNICAL GAZETTE, Scientific-professional Journal of Technical Faculties of University in Osijek, Chorwacja, maj 2012.

- Paper no 2001-20, Economical comparison of cutting material by laser, plasma and oxygen, TEHNIČKI VJESNIK - TECHNICAL GAZETTE, Scientific-professional Journal of Technical Faculties of University in Osijek, Chorwacja, lipiec 2012.
- Paper ID: IJMMM\_43346, Analogy between Flexible Abrasive Waterjet Technology and Traditional Chip - Machining Technology, International Journal of Machining and Machinability of Materials, wrzesień 2012

## 10. DZIAŁALNOŚĆ ORGANIZACYJNA

- Uczelniany Koordynator Międzynarodowego Programu CEEPUS od roku 2009
- Współpracownik Uczelnianego Koordynatora Programu LLP-Erasmus od roku 2006
- Opiekun Koła Naukowego „Inżynier” od roku 2006
- Organizator wyjazdów dydaktycznych do Hochschule Neubrandenburg (Niemcy) w latach 2006-2011
- Współorganizator wyjazdów na Targi Agritechnica do Hanoweru w latach 2009-2011
- Organizator spotkań integracyjnych „International Evening”, 2010- 2011
- Wyjazdy organizacyjne programów międzynarodowych LLP-Erasmus oraz CEEPUS
- Organizator wyjazdu dydaktycznego dla studentów do VŠB – TU Ostrava (Czechy) w ramach programu CEEPUS II Excursion, 1-5.05.2011
- Organizator wyjazdu dydaktycznego dla doktorantów do SPU Nitra (Słowacja) w ramach programu CEEPUS III Excursion, 13-17.05.2012
- Współtwórca strony internetowej Zakładu Elektrochemii i Technologii Powierzchni
- Udział w akcjach promujących Politechnikę Koszalińską
- Członek zespołu redakcyjnego Pisma Politechniki Koszalińskiej „Na temat” od 2011
- Członek Komitetu Organizacyjnego Międzynarodowej Naukowej Konferencji i Warsztatów „Modern Education Energies in the Renewable for the Visegrad region”, 9-11.02.2012
- Elektor Wydziału Mechanicznego – wybory Dziekana WM 2012
- Członek komisji ds. współpracy międzynarodowej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej, 2012

## 11. DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA

Pracę dydaktyczną rozpocząłem w Katedrze Elektrochemii i Technologii Powierzchni na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej 1 stycznia 2002 roku.

### 11.1. Zajęcia dydaktyczne

- Powłoki ochronne i dekoracyjne (laboratorium)
- Samochodowe powłoki ochronne i dekoracyjne (laboratorium)
- Współczesne Materiały Inżynierskie (ćwiczenia audytoryjne)
- Technologia Powierzchni (laboratorium)
- Mechanika Techniczna (ćwiczenia audytoryjne)
- Wytrzymałość Materiałów (ćwiczenia audytoryjne i laboratorium)
- Zastosowanie Statystyki (ćwiczenia audytoryjne)
- Materiały NiemetaloWe (laboratorium)
- Matematyka (ćwiczenia audytoryjne)
- Seminarium Dyplomowe
- Szkolenie dla firmy KOSPEL z zakresu korozji i powłok antykorozyjnych, 2008.

### 11.2. Promotor prac dyplomowych

- inżynierskich: 4
- magisterskich: 14

### 11.3. Projekty międzynarodowe

#### 11.3.1. Koordynator-Partner sieci tematycznych programu CEEPUS

- Science without borders - Bridge between Central Europe and Balkans, 2010
- Applications of Rapid Manufacturing in Biomedical Fields, 2009-2012
- Renewable energy resources, 2010-2012
- Image Processing, Information Engineering & Interdisciplinary Knowledge Exchange, 2010-2012
- Agriculture and Environment in the 21st Century, 2010-2012
- Teaching and Research of Environment-oriented Technologies in Manufacturing, 2009-2011
- Implementation and utilization of e-learning systems in study area of production engineering in Central European Region, 2009-2012
- Knowledge Bridge for Students and Teachers in Manufacturing Technologies, 2011-2012
- Development of manufacturing technologies – new strategies and new challenges in education and research 2011-2012, 2011-2012
- New directions for forestry sciences in Central Europe, 2009-2012
- Intelligent Automation for Competitive Advantage, 2010-2011
- Science without borders - Bridge between Central Europe and Balkans, 2010-2011
- Progressive Methods in Manufacturing Technologies, 2009-2010
- Unconventional and hybrid unconventional processes and production technologies-integration of the study and research in the universities of Eastern and Central Europe, 2009-2010

#### 11.3.2. Koordynator, Kierownik Sieci CEEPUS III: Engineering as Communication Language in Europe, 2012

#### 11.3.3. Kierownik projektu w ramach Funduszu Wyszehradzkiego na Politechnice Koszalińskiej: "Modern Education Energies in the Renewable for the Visegrad region", 2012

### 11.4. Wykłady

- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 3-7.09.2006
- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 29.01-02.02.2007
- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 22-24.05.2007
- Montanuniversität Leoben, Austria, LLP-Erasmus, 17-22.06.2007
- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 2-6.09.2007
- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 6-8.12.2007
- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 18-25.06.2008
- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 4-6.12.2008
- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 26-28.05.2009
- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 6-8.09.2009
- Hochschule Neubrandenburg, Niemcy, LLP-Erasmus, 11-16.02.2010
- VŠB-TU Ostrava, Czechy, CEEPUS II, 27.01-23.02.2009
- North University of Baia Mare, Rumunia, CEEPUS II, 12-26.06.2009
- VŠB-TU Ostrava, Czechy, CEEPUS II, 3-31.01.2010
- University of Maribor, Słowenia, CEEPUS II, 23.05-05.06.2010
- North University of Baia Mare, Rumunia, CEEPUS II, 21.06-11.07.2010
- SPU Nitra, Słowacja, CEEPUS II, 19-29.04.2011
- SPU Nitra, Słowacja, CEEPUS II, 16-22.10.2011
- Montanuniversität Leoben, Austria, LLP-Erasmus, 25-29.09.2011
- „Transilvania“ University of Braşov, Rumunia, CEEPUS II, 1-16.07.2011
- SPU Nitra, Słowacja, CEEPUS III, 22-27.01.2012
- VŠB-TU Ostrava, Czechy, CEEPUS III, 26-30.03.2012
- Fachhochschule Vorarlberg, Austria, LLP-Erasmus, 14-19.06.2012
- VŠB-TU Ostrava, Czechy, LLP-Erasmus, 27.08-05.09.2012

## 12. NAGRODY I WYRÓZNIENIA

- Nagroda Zespołowa I stopnia Rektora Politechniki Koszalińskiej za dorobek naukowy w roku 2010
- Nagroda Zespołowa III stopnia Rektora Politechniki Koszalińskiej za działalność organizacyjną w roku 2009
- Nagroda Zespołowa I stopnia Naczelnej Organizacji Technicznej za nowe rozwiązania w dziedzinie techniki za rok 2009
- Nagroda Zespołowa II stopnia Rektora Politechniki Koszalińskiej za wyróżniające opracowania patentowe i publikacje, 2005

## 13. WYKAZ PRAC NAUKOWYCH OPUBLIKOWANYCH PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA

### 13.1. Artykuły/Postery w materiałach konferencyjnych krajowych

1. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Polepszenie odporności korozyjnej części samochodowych po nagniataniu, Mater. Konfer. VI Słupskiego Forum Motoryzacji pn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupsk, 23 maja, 2003, s. 45-52.
2. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Potencjostat jako urządzenie do badania granicy faz metal-roztwór, Mater. 4 Konfer. Nauk. „Pomorska Inżynieria Materiałowa 2004” Gdańsk-Bychowo, 19-21 maja 2004, CD-ITEM04-17, (4 strony).
3. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Wpływ obróbek wykoncząco-wzmacniających stali węglowych na ich odporność na korozję, Mater. 4 Konfer. Nauk. „Pomorska Inżynieria Materiałowa 2004”, Gdańsk-Bychowo, 19-21 maja 2004, CD-ITEM04-18, (4 strony).
4. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Zagadnienia korozji w Internecie, Mater. VII Konfer.Nauk.-Techn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupsk, 14 maja 2004, s. 161-172.
5. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Potencjostat – urządzenie do badania korozji, Mater. VII Konfer. Nauk.-Techn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupsk, 14 maja 2004, s. 125-136.
6. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Wpływ chropowatości powierzchni stali 45 na jej odporność korozyjną, Mater. VII Konfer. Nauk.-Techn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupsk, 14 maja 2004, s. 137-148.
7. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Wpływ nagniatania powierzchni stali 45 na jej odporność korozyjną,, Mater. VII Konfer. Nauk.-Techn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupsk, 14 maja 2004, s. 149-160.
8. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Laboratoryjne metody badania korozji stali, Mater. VIII Konfer. Nauk.-Techn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupsk, 24 maja 2005, s. 91-102.
9. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Szum elektrochemiczny jako narzędzie do monitoringu szybkości korozji, Mater. VIII Konfer. Nauk.-Techn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupsk, 24 maja 2005, s. 103-110.
10. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Ekonomiczne konsekwencje korozji, Mater. VIII Konfer.Nauk.-Techn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupsk, 24 maja 2005, s. 77-90.

11. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Corrosion Rate Studies of Carbon Steel Components after Burnishing, Surface Engineering (Inżynieria Powierzchni) 2A'2005, (Proc. Vol. 2, Session 6. Corrosion of ferrous metals, Warsaw, Poland 8-10 June 2005), 63-70.
12. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Badania rozpoznawcze odporności korozyjnej stali węglowej 45 po wybranych obróbkach wykończająco-wzmacniających, Materiały i Technologie, roczniki naukowe Pomorskiego Oddziału PTM, wyd. Wyd. Mechan. Politechniki Gdańskiej, 2004, nr 1, s. 61-64.

### 13.2. Artykuły/Postery w materiałach konferencyjnych zagranicznych

1. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Language expressed by signs as the means for communication without borders. Can it unite the world?, Proc. of the 2002 EDEN Annual Conference "Open and Distance Learning in Europe and Beyond. Rethinking International Co-operation", 16-19 June, 2002, Univ. of Granada, Spain, pp. 507-510.
2. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, The preliminary studies of corrosion resistance of steel parts surface after burnishing, Proc. of 12th International Metallurgical & Materials Conference METAL 2003, 20-22 May 2002, Hradec nad Moravici, Czech Republic, Poster Session, p. 62.
3. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Corrosion Behaviour of C45 Carbon Steel After Mechanical Surface Finishing, Proc. of 13th International Metallurgical & Materials Conference METAL 2004, 18-20 May 2004, Hradec nad Moravici, Czech Republic, Symp. D, p. 17.
4. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Corrosion Behaviour of C45 Carbon Steel after Roller Burnishing, Proc. of 14th International Metallurgical & Materials Conference METAL 2005, 24-26 May 2005, Hradec nad Moravici, Czech Republic, p. 74, Symp. D, paper No. 77.
5. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Corrosion Resistance Improvement of Metal Components by Burnishing: Effect of Pretreatment, Proc. of EUROCORR 2005, Book of Abstracts, The European Corrosion Congress, EFC Event Nr 273, IST Lisboa, 4-8 September, 2005, Session B, O-577-B, p. 62.

## 14. WYKAZ PRAC NAUKOWYCH OPUBLIKOWANYCH PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA

### 14.1. Monografie i rozdziały w monografiach

1. **Rokosz K.**, Polerowanie elektrochemiczne stali w polu magnetycznym, Wyd. Ucz. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2012, 211 stron.
2. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Chapter 11. Magneto-electropolished Titanium Biomaterial, in Biomaterial / Book 2, ISBN 978-953-308-118-2, InTech, 227-248 (Edited by Rosario Pignatello).

### 14.2. Skrypty

1. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Podstawy teoretyczne i aspekty praktyczne zjawiska korozji, Wyd. Ucz. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2010.

### 14.3. Artykuły w czasopismach wyróżnionych przez Journal Citation Reports

1. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Surface characterization of AISI 316L biomaterials obtained by electropolishing in a magnetic field, Surface & Coatings Technology, 2008(9), 1668-1673.
2. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Magneto-electropolishing for metal surface modification, Transactions of the Institute of Metal Finishing, 2007, 85(6), 325-332.
3. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Co-Cr alloy corrosion behaviour after electropolishing and "magneto-electropolishing" treatments, Materials Letters, 2008, 62, 3073-3076.



4. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Electrochemical and XPS Studies of AISI 316L Stainless Steel after Electropolishing in a Magnetic Field, *Corrosion Science*, 2008, 50(9), 2676-2681.
5. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Corrosion Characteristics of Medical Grade AISI 316L Stainless Steel Surface after Electropolishing in a Magnetic Field, *CORROSION (The Journal of Science and Engineering)*, Corrosion Science Section, August 2008, 64(8), 660-665.
6. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Corrosion and Surface Characterization of Titanium Biomaterial after Magneto-electropolishing, *Surface and Coatings Technology*, 2009, 203(10-11), 1508-1515.
7. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Polarization Characteristics of Magneto-electropolishing Stainless Steels, *Materials Chemistry and Physics*, 2010, Vol. 122 (1), 169-174.
8. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Pitting corrosion resistance of AISI 316L SS in Ringer's solution after magneto-electrochemical polishing, *CORROSION –The Journal of Science and Engineering*, 2010, 66(3), 2010, (11 pages), 035004-1...11.
9. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Analysis of XPS results of AISI 316L SS electropolished and magneto-electropolished at varying conditions, *Surface and Coatings Technology*, Vol. 204(16-17), 2583-2592.
10. Hryniewicz T., Konarski P., **Rokosz K.**, Rokicki R., SIMS analysis of hydrogen content in near surface layers of AISI 316L SS after electrolytic polishing under different conditions, *Surface & Coatings Technology*, 2011, 205, 4228–4236.
11. Valíček J., Harničárová M., Čep R., **Rokosz K.**, Łukianowicz Cz., Kozak D., Zeleňák M., Košťál P., Surface Quality Control of Materials Being Cut by Laser with Respect to Corrosion Resistance, *Defect and Diffusion Forum*, 2012, Vol. 326-328, 324-329.
12. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Valíček J., Rokicki R., Effect of magneto-electropolishing on nanohardness and Young's modulus of titanium biomaterial, *Materials Letters*, 2012, 83, 69–72.
13. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Raen S., Characterization of Passive Film Formed on AISI 316L Stainless Steel after Magneto-electropolishing in a Broad Range of Polarization Parameters, *Steel Research International*, 2012, DOI: 10.1002/srin.201200046, article published online: 25 July 2012.
14. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Zschommler-Sandim H. R., SEM/EDX and XPS Studies of Niobium after Electropolishing, *Applied Surface Science*, 2012 (accepted 13September 2012); DOI: 10.1016/j.apsusc.2012.09.060.

#### 14.4. Artykuły w recenzowanych czasopismach wymienionych w wykazie ministra

1. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Kontrola zużycia i poprawa jakości nitinolowych wiertel endodontycznych (On the wear inspection and endurance recovery of Nitinol endodontic files), *PAK*, 2009, 55(4), 247-250.
2. **Rokosz K.**, Kontrola chropowatości powierzchni stali AISI 316L SS po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym w zakresie transpasywnym krzywej polaryzacji (Control of AISI 316L SS surface roughness after magneto-electrochemical polishing MEP treatment within the transpassive region of polarisation characteristics), *PAK*, 2010, 56(4), 322-325.
3. **Rokosz K.**, Charakterystyka skorodowanej powierzchni lemiesza pługa rolniczego (Characteristic of the corroded surface of farm ploughshare), *Technika Rolnicza-Ogrodnicza-Leśna*, 2010, 5, 8-10.
4. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Effect of magnetic field on the pitting corrosion of austenitic stainless steel Type AISI 304, *Ochrona przed korozją*, 2011, 54(7), 487-491.
5. **Rokosz K.**, Valíček J., Porównanie chropowatości powierzchni stali C45 po obróbce mechanicznej i elektrochemicznej (Comparison of C45 steel surface roughness after mechanical and electrochemical treatments), *Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, 2011, 5, 367-371.

6. **Rokosz K.**, Raaen S., Badania XPS stali martenzytycznej 4H13 po elektrochemicznym polerowaniu (XPS measurements of martensitic stainless steel 4H13 after the electrochemical polishing), *Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, 2011, 5, 1-10.
7. **Rokosz K.**, Raaen S., Badania XPS stali C45 po obróbce mechanicznej (XPS measurements of steel C45 after mechanical treatment), *Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, 2011, 5, 1a-10a.
8. **Rokosz K.**, Pomiar XPS składu chemicznego warstwy wierzchniej powstałej na stali austenitycznej AISI 316L SS po elektrochemicznym polerowaniu w polu magnetycznym (XPS measurement of chemical composition of surface layer formed on austenitic AISI 316L SS after electrochemical polishing in magnetic field), *PAK*, 2011, 57(5), 563-567.
9. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Raaen S., Badania XPS powierzchni stali ferrytycznej AISI 430 po operacjach elektropolerowania w transpasywnym obszarze charakterystyk polaryzacyjnych (XPS measurements of AISI 430 SS surface after electropolishing operations in a transpassive region of polarisation characteristics), *PAK*, 2012, 58(1), 126-129.
10. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Micheli V., Analiza Augera/AES warstwy wierzchniej stali AISI 316L jako biomateriału po magneto-elektropolerowaniu (Auger/AES surface film measurements on AISI 316L biomaterial after Magneto-electropolishing), *PAK*, 2011, 57(6), 609-614.
11. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Valíček J., Harničárová M., Vyležík M., Badania nanoindentacji biomateriału stali AISI 316L po polerowaniu elektrolitycznym w polu magnetycznym i całorocznym zanurzeniu próbek w roztworze Ringera (Nanoindentation measurements of AISI 316L biomaterial samples after annual immersion in Ringer's solution followed by electrochemical polishing in a magnetic field), *PAK*, 2012, 58(5), 460-463.
12. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Raaen S., Badania XPS powierzchni stali martenzytycznej 4H13 po magnetopolerowaniu (XPS measurements of martensitic stainless steel 4H13 after Magneto-electropolishing), *Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, 2012, 5, 421-428.
13. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Pomiary odporności na korozję wżerową stali austenitycznej AISI 304 używanej do budowy cystern mleczarskich (Measurements of the pitting corrosion of AISI 304 austenitic steel used for the structure of dairy tanker lorries), *Technika Rolnicza-Ogrodnicza-Leśna*, 2012, 3, 12-15.
14. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Raaen S., Badania XPS powierzchni stali martenzytycznej 4H13 po elektropolerowaniu z mieszaniem elektrolitu (XPS measurements of 4H13 martensitic steel after electropolishing operation with electrolyte stirring), *PAK*, 2012, 58(6), 545-548

#### 14.5. Artykuły w czasopismach nie będących na liście Journal Citation Reports

1. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Magneto-electropolishing Process Improves Characteristics of Finished Metal Surfaces, *Metal Finishing*, December, 2006, 104(12), 26-33.
2. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Corrosion Characteristics of Medical Grade AISI 316L Stainless Steel Surface after Electropolishing in a Magnetic Field, *The Journal of Corrosion Science and Engineering* (Bob Cottis), 2007, Vol. 10, Preprint 45, 1-10.
3. Rokicki R., Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Modifying Metallic Implants with Magneto-electropolishing, *Medical Device & Diagnostic Industry*, 25 October 2007, invited paper, January 2008, 30(1), 102-111.
4. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Filippi M., Biomaterial Studies on AISI 316L Stainless Steel after Magneto-electropolishing, *Materials*, 2009, 2(1), 129-145 (IF=1.66).
5. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Čep R., Effect of Magneto-electropolishing on Corrosion Behaviour of Ferritic AISI 430 Stainless Steel, *Trans. of the VŠB Technical University of Ostrava, Mechanical Series*, Ostrava, Czech, 2009, 40(1), article No. 1654, 101-108.

6. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Malorny W., Valíček J., Cepova L., SEM analysis of surfaces of AISI 316L SS after magnetochemical polishing MEP treatment in a transpassive region of polarisation characteristics, *Trans. of the VŠB Technical University of Ostrava, Mechanical Series, Ostrava, Czech*, 2010, 41(1), 301-308.
7. **Rokosz K.**, XPS characterisation of steel Type C45 surfaces after mechanical and electrochemical polishing, *Advanced Materials and Operations Journal*, 2010, 1(2), 109-115.
8. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Biomaterial AISI 316L SS Surface Film Analyses after Electropolishing Treatments under Varied Magnetic Fields, *World Journal of Engineering*, 2011, (Suppl. 1, 2011), P439.
9. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Surface and XPS studies of the NiTi endodontic rotary instruments after magnetochemical polishing, *Industry Gateway database*, March 2011 (Abstract).
10. Valíček J., Hloch S., **Rokosz K.**, Haluzíková B., Zeleňák M., Harničárová M., Kušnerová M., Szarková V., Kuběna V., Surface roughness measurements by means of acoustic emission, *Annual Proceedings of Science and Technology at VŠB-TU, Ostrava 2010*, 192-197.
11. Hloch S., Tozan H., Yagimli M., Valíček J., **Rokosz K.**, Using Waterjet in reverse logistic operations in discarded munitions processing, *Technical Gazette*, 2011, 18(2), 267-271.
12. Valíček J., Harničárová M., Hloch S., Grznanik R., **Rokosz K.**, Model for prediction of titanium surface roughness in hydroabrasive cutting technology, *Annual Proceedings of Science and Technology at VŠB-TU, Ostrava 2011*, 175-180.

#### 14.6. Artykuły/Postery w materiałach konferencyjnych krajowych

1. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Badanie szybkości korozji stali 45 metodą grawimetryczną, *Mater. IX Konfer. Nauk.-Techn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupskie Forum Motoryzacji, Słupsk, 26 maja 2006*, 115-124.
2. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Korozja stali niestopowych w ośrodkach wodnych, *Mater. IX Konfer. Nauk.-Techn. Współczesne technologie w motoryzacji a bezpieczeństwo ruchu drogowego, Słupskie Forum Motoryzacji, Słupsk, 26 maja 2006*, 125-136.
3. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Advantages of Electropolishing in the Magnetic Field, *Physical Metallurgy and Science Conference, Advanced Materials and Technologies, 18-21 June 2007, Warsaw University of Technology, Warsaw-Jachranka, Poland, AMT 2007, Poster Session SE 7 (Surface Engineering and Thin Films)*.
4. Hryniewicz T., **Rokosz R.**, Malorny W., Rypina L., Biniek A., Corrosion behaviour of C45 steel cone after a flat punch deformation, *Proc. of EUROCORR2007, Freiburg, Germany, 2007, paper no. 1072*.
5. Hryniewicz T., **Rokosz R.**, Malorny W., Influence of Triangle-in-Section Part Deformation, as Exemplified by Cone, Upon the Corrosion Resistance, *Proc. of METAL2007, 22-24 May, 2007, Hradec nad Moravici, Czech Republic, Symp.D, Surf.Engng., D12, 1-6*.
6. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Metal Surface Modification by Magnetochemical Polishing, *Proc. of METAL2007, 22-24 May, 2007, Hradec nad Moravici, Czech Republic, Symp. D, Surf. Eng., D2, 1-8*.
7. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Investigation of Corrosion Resistance of 316L Austenitic Steel after Electropolishing, *Mater. Konfer. X Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 25 maja, 2007*, 141-152.
8. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rypina L., Biniek A., Łomiak A., Badanie naprężeń i odkształceń po deformacji walca, stożka i pryzmy przy pomocy programu ANSYS, *Mater. Konfer. X Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 25 maja, 2007*, 133-140.

9. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rypina Ł., Biniak A., Łomiak A., Modelowanie zrywania próbki ze stali 45 w programie ANSYS, Mater. Konfer. X Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 25 maja, 2007, 171-180
10. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Porównanie szybkości korozji stali 45 i St3S na podstawie metody grawimetrycznej, Mater. Konfer. X Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 25 maja, 2007, 121-132.
11. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Wpływ walcowania stali 45 i St3S na ich odporność korozyjną, Mater. Konfer. X Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 25 maja, 2007, 153-164.
12. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rypina Ł., Wpływ deformacji płaskim stemplem wierzchołka stożka ze stali 45 na jego odporność korozyjną, Mater. Konfer. X Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 25 maja, 2007, 165-170.
13. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, Modification of Stainless Steel Surface by Magneto-electropolishing, Proc. of 5th Sci. Confer. Mechanika'2007, Gdańsk, 23 Nov., 2007, 1-8 (Abstracts: R-14, 19).
14. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Corrosion Behaviour of a Carbon Steel after Deformation, Proc. of 5th Sci. Confer. Mechanika'2007, Gdańsk, 23 Nov., 2007, 1-6 (Abstracts: R-14, 20).
15. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Damrych P., Comparison Methods in Electrochemical Corrosion Studies of C45 Steel. Part 2: PC Studies (Metody porównawcze w elektrochemicznych badaniach korozji stali 45. Część 2: Badania PC), Mater. Konfer. XI Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 6 czerwca, 2008, 63-68.
16. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Damrych P., Comparison Methods in Electrochemical Corrosion Studies of C45 Steel. Part 3: Electrochemical Noise EN Studies (Metody porównawcze w elektrochemicznych badaniach korozji stali 45. Część 3: Badania szumu elektrochemicznego EN), Mater. Konfer. XI Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 6 czerwca, 2008, 69-74.
17. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Malorny W., Investigation of Corrosion Resistance of Selected Stainless Steels (Badania odporności korozyjnej wybranych stali nierdzewnych), Mater. Konfer. XI Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 6 czerwca, 2008, 167-172.
18. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Corrosion Behaviour of AISI 304 Stainless Steel after Electropolishing in a Magnetic Fields (Zachowanie korozyjne stali AISI 304 po polerowaniu elektrochemicznym w polu magnetycznym), Mater. Konfer. XI Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 6 czerwca, 2008, 87-92.
19. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Corrosion Behaviour of Austenitic Stainless Steel after Electropolishing in Magnetic Field, Konfer. "Corrosion Today", Gdańsk-Sobieszewo, 23-26 kwietnia, 2008 (Poster Session).
20. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Magneto-electropolishing technology for metal surface and endurance improvement, MTP - Nauka dla Gospodarki 2009, Poznań (SURFEX - Salon Technologii Obróbki Powierzchni).
21. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Project of a car coating renovation workshop/Projekt warsztatu renowacji powłok samochodowych, Mater. Konfer. XII Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 22 maja, 2009, 175-180.
22. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Technological process of a car coating renovation/Proces technologiczny renowacji powłok samochodowych, Mater. Konfer. XII Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 22 maja, 2009, 181-186.
23. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Effect of stretching of AISI 304 SS on its corrosion resistance/Wpływ rozciągania stali AISI 304 na jej odporność korozyjną, Mater. Konfer. XII Słupskiego Forum Motoryzacji, Słupsk 22 maja, 2009, 187-192.
24. **Rokosz K.**, Akumulator samochodowy – elektroniczne źródło energii, XIII Słupskie Forum Motoryzacji, Innowacje w motoryzacji dla ochrony środowiska, Słupsk 2010, 121-126

25. **Rokosz K.**, Elektrochemiczne polerowanie stali C45, XIII Słupskie Forum Motoryzacji, Innowacje w motoryzacji dla ochrony środowiska, Słupsk 2010, 127-132.
26. **Rokosz K.**, Pasywowanie stali austenitycznej AISI 316L SS w 20% roztworze kwasu azotowego HNO<sub>3</sub>, XIII Słupskie Forum Motoryzacji, Innowacje w motoryzacji dla ochrony środowiska, Słupsk 2010, 123-138.
27. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Identyfikacja korozji wżerowej na powierzchni stali kwasoodpornych, XIII Słupskie Forum Motoryzacji, Innowacje w motoryzacji dla ochrony środowiska, Słupsk 2010, 139-144.
28. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Konarski P., SIMS Study of Hydrogen Content in the AISI 316L SS Surface Film after Electrochemical Polishing in the Magnetic Field, Intl. Confer. Proc. of the Joint EDEMET 2011 Conference, 4th Int.Confer. EDEM & 5th Confer. on Mater.Eng.&Technol. COMET, Gdańsk-Jelitkowo, May 16-18, 2011 (Abstract + Poster Session).
29. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Raaen S., Modification of passive film formed on AISI 316L stainless steel surface after electrochemical polishing in the magnetic field, Intl. Confer. Proc. of the Joint EDEMET 2011 Conference, 4th Int.Confer. EDEM & 5th Confer. on Mater. Eng. & Technol. COMET, Gdańsk-Jelitkowo, May 16-18, 2011 (Abstract + Presentation).
30. **Rokosz K.**, Valíček J., Porównanie chropowatości powierzchni stali C45 po obróbce mechanicznej i elektrochemicznej, XIV Forum Motoryzacji, Innowacje w motoryzacji a ochrona środowiska, Słupsk 2011.
31. **Rokosz K.**, Raaen S., Badania XPS stali martenzytycznej 4H13 po elektrochemicznym polerowaniu, XIV Forum Motoryzacji, Innowacje w motoryzacji a ochrona środowiska, Słupsk 2011.
32. **Rokosz K.**, Raaen S., Badania XPS stali C45 po obróbce mechanicznej, XIV Forum Motoryzacji, Innowacje w motoryzacji a ochrona środowiska, Słupsk 2011.
33. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Badania XPS powierzchni stali martenzytycznej 4H13 po magnetoelektropolerowaniu, XV Forum Motoryzacji, Innowacje w motoryzacji a ochrona środowiska, Słupsk 2012.

#### **14.7. Artykuły/Postery w materiałach konferencyjnych zagranicznych**

1. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Effect of Burnishing Surfaces of Regular Triangle-in-Section Unevennesses on the Corrosion Resistance, Proc. of 14th International Metallurgical & Materials Conference METAL 2006, 23-25 May 2006, Hradec nad Moravici, Czech Republic, p. 66, Symp. D, paper No. 85.
2. Hryniewicz T., **Rokosz R.**, Malorny W., Rypina L., Biniek A., Computer Model of C45 Steel for ANSYS Programme, Proc. of EUROMAT2007, 10th European on Advanced Materials and Processes, Nuremberg/ Nürnberg, Germany, 10-13 Sept. 2007, D34 Modelling of Materials Properties at Mesoscale, paper No. 114.
3. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Corrosion behaviour of 304 austenitic stainless steel after electropolishing in a magnetic field, Proc. of 17th Intern. Metallurg.&Mater. Confer. METAL2008, Surface Engineering, Hradec nad Moravici, Czech Republic, 13-15 May, 2008, D2.
4. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Comparison of Corrosion Behaviour of Austenitic Steels after Standard Electropolishing and Magneto-electropolishing, Proc. of EUROCORR2008, The European Corrosion Congress, "Managing Corrosion for Sustainability", WP6: Surface Science, 49th Corrosion Science Symposium (Poster Session), Edinburgh, 7-11 September, 2008, paper 1094 (O 12), p. 577.
5. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Corrosion Behaviour of 304 Stainless Steel after Electropolishing in a Magnetic Field, Proc. of Metal-Forum of Ukraine, the 6th International Exhibition for Metallurgy & Metal, Kiev, Ukraine, 23-24 October, 2008.
6. Rokicki R., Hryniewicz T., **Rokosz K.**, The effect of magneto-electropolishing on corrosion and fatigue behavior of NiTi endodontic rotary files exposed to 5.25% sodium hypochlorite, Proc. Intl. Conf. on

Shape Memory & Superelastic Technologies (SMST-2008): Stresa, Italy, Sept. 21–25, 2008 (Poster Session).

7. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Surface investigation of NiTi rotary endodontic instruments after magnetoelectropolishing, MRS Proceedings, Biomaterials (XVIII International Materials Research Congress, 9. Biomaterials, Cancun, Mexico, 16-20 August 2009), 2009, ISBN 978-1-60511-221-3, Vol. 1244E, 5-16.
8. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Effect of magnetoelectropolishing on surface and mechanical improvement of NiTi rotary endodontic files, HYBRID MATERIALS 2009, Proc. of the First Intern.Confer. on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, 15-19 March 2009, Tours, France, HYBR2009, 1409.
9. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Electrochemical and Pitting Corrosion Characterization of Stainless Steels after Varying Electropolishing Conditions, Proc. of 5th Intern.Mater.Symp. MATERIAiS 2009, Lisboa, Portugal, 5-8 April 2009.
10. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Fatigue Corrosion Damage and Endurance Recovery of Nitinol Endodontic Files, Eurocorr'2009, Paper No. 8337, Session WP6&8.
11. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Developing of electrolytic polishing process with the use of a magnetic field, TTP'09, 2009.
12. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Surface and XPS studies of the NiTi endodontic rotary instruments after magnetoelectropolishing, Proc. of the 17th Annual International Conference on Composites or Nano Engineering, ICCE-17 July 26-31, 2009, Hawaii USA.
13. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Surface investigation of NiTi rotary endodontic instruments after magnetoelectropolishing, XVIII International Materials Research Congress, 9. Biomaterials, Cancun, Mexico, 16-20 August 2009, S9-01, p. 99.
14. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Towards the optimization of surface properties of AISI 316L SS biomaterial after magnetoelectropolishing, XVIII International Materials Research Congress, 9. Biomaterials, Cancun, Mexico, 16-20 August 2009, S9-P08, p. 111.
15. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Five-level compositive rotary plan for the AISI 316L SS surface optimization after magnetoelectropolishing, Daytona 2010.
16. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Rokicki R., Magnetoelectropolishing Technology for Bare-Metal Biomaterials, Proc. of the 2nd Intern.Confer. on Drug Design and Therapy, Dubai, UAE, 1-4 February, 2010 (Poster Presentation).
17. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Surface and corrosion analyses of AISI 316L SS magnetoelectropolished in a transpassive region of polarisation characteristics, Proc. of the 19th Intern.Conf. on Metall. and Materials, METAL 2010, Roznov nad Radostem, Czech Republic, 18-20 May 2010 (dispatched for the Poster Session on 28 Jan 2010).
18. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Towards the optimization of magnetoelectropolishing process, Proc. of The 3rd International Multi-Conference on Engineering and Technological Innovation: IMETI 2010, June 29th - July 2nd, 2010 – Orlando, Florida, USA.
19. Konarski P., Kaczorek K., Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Depth profile analysis of hydrogen performed by SIMS and GDMS methods in electro-polished AISI 316L stainless steel, Proc. of the 20th Intern. Confer. on Ion Beam Analysis, IBA 2011, Itapema, SC-Brazil, 10-15 April 2011 (Abstract).
20. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Micheli V., Biomaterial AISI 316L SS surface film analysis after electropolishing treatments under varied magnetic fields, Proc. 19th Annual Intern. Confer. on Composites, Nano or Metals Engineering ICCE-19, Shanghai, China, 24-30 July, 2011.

21. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Variability of Cr:Fe ratio in surface film during magnetoelectropolishing of AISI 316L stainless steel, Proc. of Advances in Applied Physics and Materials Science, Antalya, Turkey, 12-15 May, 2011 (4MSE, Poster Session).
22. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Corrosion Problems in Renewable Energy Resources, International Science conference and Workshop - Modern Education in the Renewable Energies for the Visegrad region, Podkylava 2012.
23. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Variability of Cr:Fe ratio in surface film during magnetoelectropolishing of AISI 316L stainless steel, Proc. of Advances in Applied Physics and materials Science, Antalya, Turkey, 12-15 May, 2011 (4MSE, Poster Session), APMAS 2011.
24. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., Effect of magnetic field on the pitting corrosion of austenitic steel Type AISI 304, Proc. of the Corrosion Conference 2011, Rytro, 12-16 June, 2011.
25. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Biomaterial AISI 316L SS surface film analysis after electropolishing treatments under varied magnetic fields, Proc. 19th Annual Intern. Confer. on Composites, Nano or Metals Engineering ICCE-19, Shanghai, China, 24-30 July, 2011 (Extended Abstract, submitted on 27.01.2011).
26. Valíček J., Harničárová M., Čep R., **Rokosz K.**, Łukianowicz C., Kozak D., Zeleňák M. Koňtial P., Surface quality control of materials being cut by laser with respect to corrosion resistance, DSL2011 ABSTRACT BOOK, Öchsner A., Editor, Algarve: Ironix, 2011, p. 113.
27. Valíček J., Müllerová J., Szarková V., **Rokosz K.**, Łukianowicz C., Kozak D., Koňtial P., Harničárová M., New procedure for determination of main technological parameters of rolling Mill, ACEX2011 ABSTRACT BOOK, Öchsner A., Editor, Algarve: Ironix, 2011, 162-163.
28. Valíček J., Čep R., **Rokosz K.**, Łukianowicz C., Kozak D., Zeleňák M., Koňtial P., Hloch S., Harničárová M., Hlaváček P., Haluzíková B., New way to take control of a structural grain size in the formation of nanomaterials by extrusion, ACEX2011 ABSTRACT BOOK, Öchsner A., Editor, Algarve: Ironix, 2011, 166-167.
29. **Rokosz K.**, Hryniewicz T., XPS studies of 4H13 steel surface after electrochemical polishing, forw. on 23 Dec. 2011 for SCET2012, Spring World Congress on Engineering and Technology, Xi'an China, May 26-29, 2012.
30. Hryniewicz T., Valíček J., Rokicki R., **Rokosz K.**, Hardness and Nanohardness Measurements of Titanium Biomaterial after Magnetoelectropolishing, Proc. 20th Intern.Confer. on Composite/Nanoengineering ICCE-20, Beijing, China, July 22-28, 2012.
31. Hryniewicz T., **Rokosz K.**, Valíček J., Zschommler Sandim H.R., Raaen S., Niobium Surface Studies after HF-free Electrochemical Treatment, Proc. 20th Intern. Confer. on Composite/Nanoengineering ICCE-20, Beijing, China, July 22-28, 2012.
32. Hryniewicz T., Rokicki R., **Rokosz K.**, 3D Studies of Inclusions in NiTi Biomaterial after Electropolishing, Proc. of The 5th International Multi-Conference on Engineering and Technological Innovation, The 16th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics: WMSCI 2012, Orlando, Florida, USA, on July 17-20, 2012.

Rokosz K.