

Profesor
JAN KACZMAREK

DOKTOR
HONORIS
CAUSA

POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

KOSZALIN 2003

Profesor Jan Kaczmarek
Doktor Honoris Causa
Politechniki Koszalińskiej

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

PROFESOR JAN KACZMAREK

**DOKTOR HONORIS CAUSA
POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ**

27 V 2003

KOSZALIN 2003

ISBN 83-7365-029-6

Opracowanie

Tadeusz Karpiński

Redakcja

Bronisław Słowiński

Projekt okładki

Tadeusz Walczak

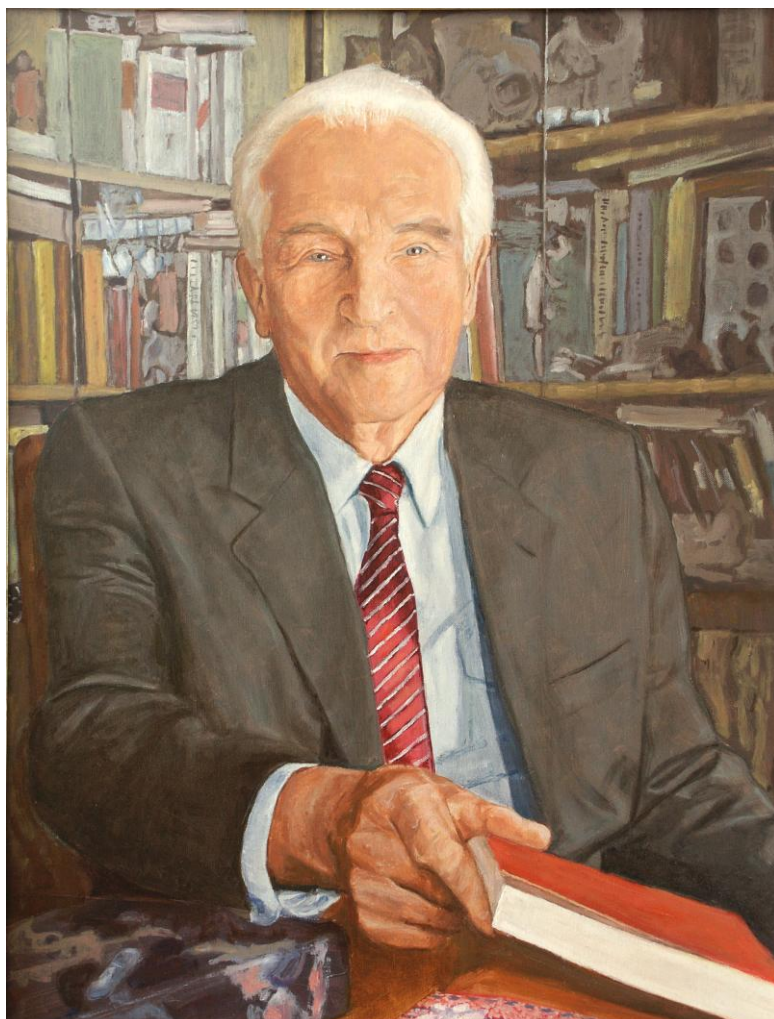
Skład, łamanie

Jan Kukielka

© Copyright by Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej
Koszalin 2003

WYDAWNICTWO UCZELNIANE POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ
75-620 Koszalin, ul. Raławicka 15–17

Koszalin 2003, wyd.I, nakład 100 egz., ark. wyd. 3,2, format B–5,
Druk: INTRO-DRUK Koszalin



Profesor Jan Kaczmarek

Doktor Honoris Causa
Politechniki Koszalińskiej

SPIS TREŚCI

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wawryn
JM Rektor Politechniki Koszalińskiej
SŁOWO WSTĘPNE

Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak
Dziekan Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej
UZASADNIENIE WNIOSKU

Prof. dr inż. Tadeusz Karpiński
Promotor
LAUDATIO

Prof. dr inż. Maciej Szafarczyk
OPINIA DLA SENATU
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

UCHWAŁA
SENATU POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

Prof. dr hab. inż. Jan Kosmol
OPINIA DLA SENATU
POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

UCHWAŁA
SENATU POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ
RECENZJA DOROBKU DLA SENATU
POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

UCHWAŁA
SENATU POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

UCHWAŁA
SENATU POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ
w sprawie nadania tytułu
DOKTORA HONORIS CAUSA
POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

Prof. dr hab. inż. dr h.c. Jan Kaczmarek
CHARAKTERYZOWANIE MIKROSTEREOMETRII
POWIERZCHNI STALOWYCH DLA TECHNOLOGII
ULEPSZAJĄCYCH I EKSPLOATACJI

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wawryn
JM Rektor Politechniki Koszalińskiej

SŁOWO WSTĘPNE

Rozwój cywilizacyjny i wiążąca się z nim poprawa poziomu życia ludzi należą do najważniejszych celów, które stawiają sobie kolejne generacje od początku naszych dziejów. Od najdawniejszych też czasów wizję przyszłości świata i tempo jego rozwoju kreują ludzie wyjątkowi, nieprzeciętnie zdolni i twórcy, poszukiwacze, ludzie o ogromnej i wszechstronnej wiedzy. To ich dzieło trwale zapisuje się na kartach historii ludzkiej kultury.

Niewielu jest w naszym otoczeniu ludzi, o których można powiedzieć, że kreują postęp, a ich dokonania są trwałą częścią, współtworzącą fundament zarówno współczesności, jak i przyszłości. Z pewnością do takich ludzi należy Profesor Jan Kaczmarek. Świadczy o tym chociażby te kilka faktów: że Profesor Jan Kaczmarek jest członkiem rzeczywistym Polskiej Akademii Nauk, że jest pierwszym Polakiem i szóstym Europejczykiem w amerykańskiej Academy of Engineering, także członkiem Belgijskiej Królewskiej Akademii Nauki i prezesem Międzynarodowego Towarzystwa Naukowego Inżynierii Produkcji (CIRP) oraz doktorem honoris causa kilku uczelni.

Osiągnięcia Profesora Jana Kaczmarka – wybitnego specjalisty w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, od kilkudziesięciu lat wywierają znaczący wpływ na postęp polskiej i światowej techniki, a szczególnie na rozwój najnowocześniejszych metod obróbki skrawaniem. Dzięki nim Profesor Jan Kaczmarek jest niepodważalnym autorytetem naukowym, którego dzieło jest elementem światowego dziedzictwa cywilizacyjnego.

Profesor Jan Kaczmarek jest nie tylko wielkim autorytetem naukowym. Jest także znakomitym dydaktykiem, nauczycielem akademickim i promotorem wielu naukowców, jest organizatorem, pełniącym wiele odpowiedzialnych funkcji w życiu naukowym, gospodarczym i społecznym. Niezwykła jest zatem aktywność i wszechstronność Profesora Jana Kaczmarka, a wiemy przecież, że Profesor jest przy tym człowiekiem bardzo skromnym, serdecznym, życzliwym i zawsze otwartym na innych ludzi. Przekonaliśmy się o tym nieraz, gdy Profesor odwiedzał naszą uczelnię, gdy uczestniczył w posiedzeniach Rady Wydziału Mechanicznego, i kiedy był promotorem prac dyplomowych naszych studentów.

W życiu naukowym i akademickim nie ma możliwości większego wyróżnienia człowieka, niż nadanie mu przez społeczność akademicką uczelni tytułu doktora honoris causa. 18 grudnia 2002 roku – uwzględnivszy znakomite recenzje senatów politechnik Warszawskiej, Krakowskiej i Wrocławskiej – Senat Politechniki Koszalińskiej za godnego przyznania tego tytułu uznał Profesora Jana Kaczmarka. Jesteśmy dziś zaszczyceni i dumni, że pierwszym Polakiem, któremu Politechnika Koszalińska nadała godność doktora honorowego, jest człowiek wielkiego formatu – Profesor Jan Kaczmarek.

Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak
Dziekan Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej

UZASADNIENIE WNIOSKU

Pierwsze tytuły i godności doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej są szczególnie, tak jak szczególnie są wszystkie rzeczy pierwsze. Wydział Mechaniczny, który z racji posiadanych uprawnień, jest wnioskodawcą tej najwyższej godności akademickiej dla prof. zw. dr. hab. inż. dr. h.c. Jana Kaczmarka, starał się o to, by nadanie tego tytułu, mogło być nie tylko szczególnym wyróżnieniem wybitnego Profesora i Człowieka, ale przede wszystkim wyróżnieniem Osoby o dorobku niezwykłym i to we wszystkich możliwych obszarach działalności naukowej, organizacyjnej, krajowej i międzynarodowej, inżynierskiej, dydaktycznej, rozwoju i reprezentacji nauki polskiej oraz kształceniu kadr naukowych, Profesora o wielkich osiągnięciach w rozwoju nauki i szkolnictwa wyższego oraz akademii uczonych, stowarzyszeń technicznych i inżynierskich.

Nadanie TYTUŁU I GODNOŚCI DOKTORA HONORIS CAUSA POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ prof. zw. dr. hab. inż. dr. h.c. Janowi Kaczmarkowi jest dobrą okazją do ukazania, iż możliwości ludzi twórczych są wielkie, a prawdziwe osiągnięcia nie są dziełem szczęśliwego przypadku, ale sumą efektów – kumulacją niezwyklej pracowitości, sprawności, życzliwości dla innych, umiejętności współdziałania, młodości ducha i dynamizmu osobowości nastawionej na rozwój.

Profesor Jan Kaczmarek urodził się 2 lutego 1920 r. w Pabianicach. Jeszcze przed rozpoczęciem studiów uzyskał dyplom pilota. W 1938 r. rozpoczął studia w Warszawie. Jako pilot w 1939 roku brał udział w obronie kraju. Został ranny i po zakończeniu leczenia w szpitalu wojskowym w Wilnie, od 1940 roku do 1942, brał udział w ruchu oporu na Litwie, a następnie w latach 1942–1945 w Armii Krajowej.

Po wojnie, w 1945 roku, przybył do Krakowa, aby kontynuować studia na Wydziale Politechnicznym Akademii Górniczo-Hutniczej. Profesor Witold Biernawski postanowił już podczas studiów powołać Go na stanowisko asystenta. W grudniu 1948 roku uzyskał dyplom mgr. inż. mechanika, następnie zdobywał doświadczenie zawodowe pracując w przemyśle.

W okresie pracy w Krakowie uzyskał stopień naukowy doktora (1958) i doktora habilitowanego (1962), tytuł docenta (1959), następnie profesora nadzwyczajnego (1962) i zwyczajnego (1969). W latach 1957-1968 pełnił funkcję dyrektora i kierował Instytutem Obróbki Skrawaniem w Krakowie. Doprowadził do szybkiego rozwoju i rozbudowy tego Instytutu, a także jego znaczenia dla rozwoju nowych technologii. W latach 1965–1968 pełnił również funkcję prorektora i rektora Politechniki Krakowskiej.

Wśród wielu osiągnięć i licznych publikacji z tego okresu, na szczególną uwagę zasługują książki: Podstawy skrawania metali (1956), Podstawy obróbki wiórowej, ściernej i erozyjnej (1969, wraz z wieloma nowymi wydaniem), Principles of Cutting, Abrasion and Erosion (Wielka Brytania 1976). Książki te, które z uwagi na treść, objętość i trwałość wiedzy w nich zawartej, a także nowatorskie ujęcie, uważa się za przełomowe dzieła, nadal są podstawą kształcenia w zakresie technik wytwarzania. Wydanie angielskojęzyczne zdobyło szybko uznanie w wielu krajach. Wkrótce po tym prof. Jan Kaczmarek został wybrany do National Academy of Engineering w Stanach Zjednoczonych, jako pierwszy Polak i jeden z niewielu profesorów europejskich. Książki prof. Jana Kaczmarka były i są nadal cenione; liczbę wykorzystujących je naukowców, studentów, inżynierów i techników – w okresie 30 lat – można oszacować na około 500 tysięcy.

W 1961 roku prof. Jan Kaczmarek został wybrany, jako pierwszy Polak, członkiem International Institution of Production Engineering Research - CIRP, w którym w latach 1973-74 wybrano go prezydentem, a w 1990 r. Członkiem Honorowym. W roku 1965 został także wybrany członkiem korespondentem Polskiej Akademii Nauk.

W 1968 roku prof. Jan Kaczmarek przeniósł się do Warszawy. W latach 1969–74 pełnił wiele funkcji ważnych dla rozwoju Polski. Był przewodniczącym Państwowego Komitetu Nauki i Techniki, a następnie Ministrem Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki. Ten okres zaowocował rozwojem znaczenia i wykorzystania osiągnięć naukowych. Rozpoczęto realizację kompleksowych programów badawczych, rozpoczęła się aktywna współpraca międzynarodowa i doprowadzono do wdrażania polskich wynalazków i osiągnięć naukowych. Polska zaczynała być postrzegana jako kraj o znacznym potencjale naukowym i kraj, który rozwija szkolnictwo wyższe, czyli kraj ważny dla przyszłej Europy.

Kolejny okres w działalności prof. Jana Kaczmarka to trzy kadencje (9 lat) w kierownictwie Polskiej Akademii Nauk, jako jej Sekretarz Naukowy. Do cech tego okresu można zaliczyć rozwój wielu instytutów badawczych PAN, uzyskanie przez wielu z nich, najwyższego poziomu europejskiego i dobrych warunków rozwoju.

Następny okres, od 1981 roku, to realizacja nowych prac badawczych w zakresie inżynierii warstwy wierzchniej, w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN.

Bezpośredni wkład w rozwój nauki i techniki w postaci książek, publikacji, osiągnięć naukowych i wdrożeń jest wyjątkowy.

Prof. Jan Kaczmarek jest autorem:

- 14 książek naukowych (w tym 5 wydanych w innych krajach),
- nieomal 200 artykułów naukowych w tym ponad 60 zagranicznych,
- ponad 230 prac naukowo–technicznych, popularyzatorskich i publicystycznych,
- licznych recenzji naukowych, a wielu obecnych profesorów ma zaszczyt być jego wychowankami.

Powszechnie, za wspaniałą i bezpośredni wkład do rozwoju nauki, uważa się wypromowanie przez Profesora 29 doktorów nauk, z których profesorami w kraju zostało 6-ciu, a 2-ch za granicą (Kanada i USA). Do tego można doliczyć kilkudziesięciu doktorów habilitowanych, których rozwojem się opiekował i których był recenzentem.

Prof. Jan Kaczmarek ma cenione osiągnięcia w kierowaniu i tworzeniu nowych rozwiązań technicznych, zastosowanych, wykorzystywanych, nowoczesnych, chronionych patentami, głównie w zakresie technik wytwarzania elementów maszyn, a zwłaszcza ich kształtowania i uszlachetniania za pomocą skrawania, erozji i implantacji.

Prof. Jan Kaczmarek od 1949 roku jest członkiem Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich. W SIMP pełnił wiele funkcji, ale niezwykle cenione jest Jego przewodniczenie Stowarzyszeniu. W roku 1998 został obdarzony zaszczytnym tytułem Honorowego Prezesa, a wcześniej wybrano Go Honorowym Członkiem SIMP, co świadczy o uznaniu środowisk inżynierskich.

W Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT prof. Jan Kaczmarek był dwukrotnie Prezesem Naczelnej Organizacji Technicznej i Przewodniczącym Rady Głównej Federacji SNT.

Ponadto jest członkiem innych ważnych organizacji społeczno-naukowych, między innymi: Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, Towarzystwa Kultury Technicznej i Polskiego Towarzystwa Uniwersalizmu.

Prof. Jan Kaczmarek został wyróżniony tytułem Honorowego Obywatela Miasta Pabianic, jego miejsca urodzenia, z którym wiele Go łączy.

Profesor Jan Kaczmarek miał bardzo ważny wpływ na rozwój Politechniki Koszalińskiej i wcześniej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Koszalinie. W 1972 roku, jako Minister Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, a także jako Przewodniczący Komitetu Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk zorganizował posiedzenie tego Komitetu w Politechnice Koszalińskiej. Podjęte wówczas postanowienia, iż wyższe szkoły inżynierskie powinny być aktywne, nie tylko w zakresie zastosowań, ale także w badaniach podstawowych, szybko zaowocowały pierwszymi pracami doktorskimi i habilitacyjnymi, a później dynamicznym rozwojem Wydziału Mechanicznego, który obecnie posiada już uprawnienia do nadawania stopnia naukowego doktora habilitowanego,

a Politechnika dzięki temu uzyskała prawo do nadawania tytułu i godności doktora honoris causa.

Prof. Tadeusz Karpiński, który wówczas organizował w Uczelni to posiedzenie, jest zasłużenie dziś Promotorem przewodu o nadanie godności doktoratu honoris causa Politechniki Koszalińskiej dla prof. dr. hab. inż. Jana Kaczmarka.

Prof. dr hab. inż. Jan Kaczmarek jest jednym z twórców Akademii Inżynierskiej w Polsce (1992) – podobnego typu jak Państwowa Akademia Inżynierii Stanów Zjednoczonych. Profesor pełnił w niej funkcję v-ce prezesa (1994–99), a od 1998 roku posiada godność członka honorowego. Profesor Jan Kaczmarek kreatywnie wspiera Polską Akademię Umiejętności w Krakowie.

Dla podkreślenia znaczenia i obiektywności wniosku, chciałbym pokazać, jakie uznanie towarzyszy prof. Janowi Kaczmarkowi nie tylko w Polsce, ale również w międzynarodowej społeczności naukowej, wyrażone poprzez powierzenie najwyższej rangi funkcji w międzynarodowych organizacjach naukowych i inżynierskich, przyznanych zaszczytnych wyróżnieniach i odznaczeniach za działalność naukową.

Prof. Jan Kaczmarek jest już doktorem honoris causa:

- Uniwersytetu w Chemnitz (1974),
- Uniwersytetu im. Baumana w Moskwie (1973)
- Politechniki Poznańskiej (2001).

Prof. dr hab. inż. Jan Kaczmarek jest:

- Honorowym przewodniczącym Zespołu Inżynierii Powierzchni w Komitecie Budowy Maszyn PAN,
- Członkiem Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie,
- Członkiem Warszawskiego Towarzystwa Naukowego,
- Członkiem Polskiego Towarzystwa Uniwersalizmu,
- Członkiem Towarzystwa Kultury Technicznej,
- Członkiem Polskiego Towarzystwa Historii Techniki,
- Członkiem Państwowej Akademii Inżynierii Stanów Zjednoczonych (National Academy of Engineering) – jest w niej jedynym dotychczas Polakiem,
- Członkiem Bułgarskiej Akademii Nauk (1978),
- Członkiem Belgijjskiej Królewskiej Akademii Nauki, Literatury i Sztuki (Belgian Royal Academy of Science, Letters and Art 1978),
- Członkiem Środkowo-Europejskiej Akademii Nauki i Sztuki (Central European Academy of Science and Art 1998),
- Honorowym członkiem zagranicznym Francuskiego Towarzystwa Promocji Mechaniki dla Przemysłu (Groupement pour l'Avancement de Mechanique Industrielle 1979),
- Honorowym Uczonym Międzynarodowego Instytutu Stosowanej Analizy Systemowej (Honorary Scholar of International Institute of Applied Systems Analysis – Luxemburg 2000).

Wśród wielu ważnych odznaczeń, symbolem szczególnego uznania są zaszczytne odznaczenia Francji: Medal Złote Palmy Akademickie i Order Wielkiego Oficera Legii Honorowej (Grand Officier de Legion d'Honneur). Wśród polskich są między innymi Krzyże: Komandorski, Oficerski i Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski, seria Medali Zasługi, medale wojskowe, Medal im. M. Kopernika, Medal Komisji Edukacji Narodowej.

Prof. dr hab. inż. dr h.c. Jan Kaczmarek jest twórcą szkół naukowych o randze światowej oraz promotorem licznych kadry naukowych. Jest Autorytetem naukowym na skalę międzynarodową. Jest Człowiekiem niezwykłym pod względem pracowitości, rzetelności, wytrwałości, kultury i umiejętności organizacyjnych, życzliwości i determinacji, optymizmu, młodości i pogody ducha, aktywności i kreatywności. Tacy ludzie wyznaczają granice i dają przykład możliwości. Ich sukcesy są trwałe i służą wielu innym.

To, co zostało zawarte w uzasadnieniu wniosku, nie jest pełnym, ani wyczerpującym opisem osiągnięć prof. dr. hab. inż. dr h.c. Jana Kaczmarka, jest jednak uzasadnieniem osiągnięć i cech Profesora, dla których brakuje skali. Godność doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej, poprzez jej nadanie profesorowi Janowi Kaczmarkowi, spotka się zatem z powszechnym uznaniem i aprobatą środowiska naukowego naszej Politechniki i całego krajowego środowiska.

Prof. dr inż. Tadeusz Karpiński
Promotor

LAUDATIO

Czcigodny Doktorze Honorowy,
Magnificencjo Rektorze,
Wysoki Senacie,
Szanowni Państwo

Z poczuciem wyjątkowości zadania, jakie spoczywa na mnie jako na promotorze, w procedurze nadania, wybitnemu uczonemu PROFESOROWI JANOWI KACZMARKOWI, tytułu doktora honoris causa, pierwszego w dziejach POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ, mam zaszczyt i przyjemność przedstawić Profesora jako wybitnego: uczonego, nauczyciela akademickiego i wychowawcę kadr naukowych, twórcę techniki, organizatora nauki polskiej i techniki, działacza społecznego, działacza i twórcę międzynarodowego ruchu naukowego, patriotę i człowieka niezwykle twórczego oraz życzliwego ludziom.

Dom rodzinny, Związek Harcerstwa Polskiego, a także Państwowe Gimnazjum Matematyczno-Przyrodnicze w Pabianicach ukształtowały młodego Jana Kaczmarka na gorącego patriotę – Polaka. Mając ukończone w 1937 roku szkolenie pilotażu (uzyskany dyplom pilota motorowego), zgłasza się na ochotnika i podejmuje w 1939 r. – jako pilot – walkę w obronie ojczyzny. Ranny w walce powietrznej, leczony był w Szpitalu Wojennym w Wilnie. Potem uczestniczył w ruchu oporu. Początkowo w Związku Walki Zbrojnej, a potem w Armii Krajowej w Generalnej Guberni.

Zaraz po przejściu frontu, a więc w marcu 1945 roku, podejmuje studia na Wydziale Komunikacyjnym Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Na studiach, los wiąże młodego studenta z profesorem Witoldem Biernawskim. To właśnie profesor Biernawski wywołał zainteresowanie i zamiłowanie do technologii maszyn – obróbki skrawaniem. Nic dziwnego, że już w 1948 roku uzyskuje tytuł magistra inżyniera mechanika.

Prof. Jan Kaczmarek w pracy naukowo-dydaktycznej w Akademii Górniczo-Hutniczej i Politechnice Krakowskiej, zajmuje kolejno stanowiska: asystenta, starszego asystenta, adiunkta, docenta naukowo-badawczego, profesora nadzwyczajnego i zwyczajnego. Uzdolnienia do pracy naukowej i dydaktycznej, oparte na świetnym przygotowaniu do studiów, w połączeniu z wyjątkową pracowitością, owocują publikacjami artykułów naukowych i monografiami. Najważniejsze wyniki pracy badawczej Profesora, to ponad 200 publikacji w renomowanych czasopismach naukowych, krajowych oraz zagranicznych i 14 książek – podręczników o charakterze monograficznym. Na podręcznikach Profesora: „*Podstawy skrawania metali*” i „*Podstawy obróbki*

wiórowej, ściernej i erozyjnej” wykształciło się wiele pokoleń studentów w kraju i za granicą. Trzeba nadmienić, że ta druga pozycja ukazała się w języku angielskim w 1976r. w Londynie.

Prace badawcze Profesora, zawsze wspierane teorią, pozwoliły nie tylko na dokonywanie dalszych odkryć, ale i na powstanie wielu patentów i prac wdrożeniowych w przemyśle. To Profesor Jan Kaczmarek należy do najwybitniejszych twórców polskiej szkoły obróbki erozyjnej, elektroiskrowej i elektrochemicznej. To Profesor Jan Kaczmarek zapoczątkował w Polsce i na świecie, szerokie badania nad warstwą wierzchnią i procesami jej kształtowania. Pod naukowym i organizacyjnym kierownictwem Profesora, rozpoczęto i potem szeroko rozwinięto badania, nad kształtowaniem warstwy wierzchniej przedmiotów drogą obróbki jonowej – bez i z wykorzystaniem techniki próżniowej. O pozycji Profesora w nauce światowej świadczy wybór Jego na członka zagranicznego National Academy of Engineering – USA. Przez wiele lat Profesor Jan Kaczmarek był jedynym Polakiem – członkiem tej Akademii.

Wybitne uzdolnienia, talent i pracowitość Profesora jako uczonego w połączeniu z innymi cechami osobowymi, jak: łatwość nawiązania kontaktu, otwartość, bezpośredniość i życzliwość dla ludzi (a szczególnie ludzi młodych), uwidoczniły się w dorobku Profesora Jana Kaczmarka, jako wychowawcy kadr naukowych. Profesor wypromował dwudziestu dziewięciu doktorów nauk technicznych – ośmiu z nich jest dziś profesorami. Ale w tym zakresie, dorobek tak podany, nie będzie pełny, gdyż należałoby tu dodać wszystkie recenzje rozpraw doktorskich i habilitacyjnych oraz opinie naukowe osób, z różnych ośrodków naukowych Polski, a także zagranicy. Rzeczowość tych recenzji, w połączeniu z odczuwaną przez młodych adeptów nauki życzliwością, dla wielu z nich była zachętą – bardzo mocnym bodźcem do dalszej pracy naukowej i jeszcze większego zaangażowania.

Autor niniejszej laudacji, a także inne osoby znajdujące się w tej sali są najlepszym przykładem takich cech i takiego podejścia Profesora Jana Kaczmarka.

Z głównych osiągnięć Profesora, jako Twórcy Techniki należy wymienić:

- ponad 230 prac naukowo-badawczych wykonanych dla przemysłu,
- kilkanaście zastosowanych patentów i wdrożonych urządzeń oraz metod obróbki, głównie z zakresu implantacji, a także obrabiarek erozyjnych,
- kilkadziesiąt ekspertyz naukowych wykonanych dla przedsiębiorstw przemysłowych.

W zakresie organizacji nauki polskiej i techniki do głównych osiągnięć Profesora Jana Kaczmarka należą:

- Zaprogramowanie i zrealizowanie dynamicznego rozwoju Instytutu Obróbki Skrawaniem w Krakowie. To za czasów kierowania Instytutem przez

Profesora Jana Kaczmarka nastąpił znaczny, ilościowo i jakościowo, rozwój naukowy tego Instytutu. Instytut stał się bardzo ważną jednostką naukowo-badawczą, wpływającą na postęp techniczny polskiego przemysłu maszynowego, a głównie przemysłu obrabiarek i narzędzi. Instytut umiejętnie współpracował z Uczelniami Technicznymi. Osoba Profesora spajała wysiłek naukowy politechnik, tak często zróżnicowanych przez osobowość ich liderów. Przybliżało to mocno uczelnie techniczne do przemysłu, czyniąc wiele prac użytecznymi. Przykładem tego są zaproponowane przez Profesora Centralne Plany Badań Podstawowych (CPBP) i Centralne Plany Badań Rozwojowych. (CPBR). W historii naszego kraju, była to pierwsza próba koncentracji środków, na badania naukowe w najważniejszych dla kraju tematach.

- Zreformowanie i zdynamizowanie Komitetu Nauki i Techniki. Stworzony przez Profesora nowy system kompleksowego programowania i finansowania prac badawczych rozwojowych i podstawowych, doprowadził do znacznego rozwoju przemysłu. Będąc przez 9 lat Sekretarzem Naukowym PAN, Profesor w znacznym stopniu wpłynął na powstanie i rozwój wielu Instytutów Polskiej Akademii Nauk, a także znaczne rozszerzenie współpracy naukowej z zagranicą. Najważniejsze z tych działań to:
 - utworzenie Polskiej stacji naukowej na Antarktydzie, przez co Polska stała się członkiem ONZ-towskiej organizacji SCAR,
 - utworzenie sieci polskich stacji naukowych we Francji, Wielkiej Brytanii, Austrii i Włoszech,
 - utworzenie centrum Astronomicznego Polskiej Akademii Nauk w Warszawie,
 - utworzenie Fundacji Polsko-Amerykańskiej im. Marii Skłodowskiej-Curie; Fundacja umożliwiała polskim naukowcom prowadzenie badań poza granicami Polski

Po raz pierwszy Polska została włączona w światowy system nauki i badań.

Będąc przez szereg lat Ministrem Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, Profesor Jan Kaczmarek przyczynił się do dynamicznego rozwoju szkolnictwa wyższego, szczególnie technicznego. Wymienić tutaj trzeba takie działania, jak:

- dofinansowanie w tamtych latach nauki (szczególnie zakupów aparatury naukowej i zwiększenie uposażeń),
- rozwój jednostek naukowych i naukowo-badawczych przemysłu,
- dynamiczny rozwój szkół wyższych.

Profesor Jan Kaczmarek był i jest wybitnym działaczem społecznym. Od 1945 roku jest członkiem Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich oraz Naczelnej Organizacji Technicznej. Pełnił szereg bardzo ważnych funkcji stowarzyszeniowych w SIMP i NOT, w PAN, a także w licznych towarzystwach naukowych. Profesor był głównym twórcą –

organizatorem Akademii Inżynierskiej w Polsce, pełniąc w niej do chwili bieżącej funkcję Honorowego Przewodniczącego.

Profesor Jan Kaczmarek miał też istotny wpływ na rozwój Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Koszalinie, poprzedniczki Politechniki Koszalińskiej. To właśnie Profesor jako Minister Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, a także jako Przewodniczący Komitetu Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk, wraz z wybitnymi profesorami Polskich Uczelni Technicznych, zorganizował w 1972 roku posiedzenie tego Komitetu w Koszalinie. Dyskutowano wtedy nie tylko nad kierunkami rozwoju nauki w kraju i w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszalinie, ale i nad rozwojem naukowym naszych pracowników. Był to przełomowy moment dla naszej Uczelni, gdyż pobyt ten, przeciął trwającą wtedy dyskusję, czy w Wyższych Szkołach Inżynierskich należy rozwijać badania naukowe o charakterze podstawowym, czy tylko współpracę z przemysłem. Wkrótce po tym posiedzeniu podjęto w naszej Uczelni wiele decyzji dynamizujących rozwój naukowy pracowników. Od tego momentu, szczególnie na naszym Wydziale, można było zaobserwować zwiększone zainteresowanie nauką i rozwojem badań własnych, nakierowanych głównie na uzyskanie stopni naukowych. Bardzo szybko pojawiły się pierwsze obronione prace doktorskie i bardzo szybko habilitacyjne.

Profesor Jan Kaczmarek w kraju, a szczególnie za granicą, posiada niekwestionowany autorytet i prestiż naukowy. Wyraża się to szczególnie członkostwem w prestiżowych organizacjach naukowych, przyznanych wyróżnieniach i odznaczeniach oraz przyznanych doktoratach honoris causa. Najważniejsze z tych wyróżnień to członkostwo:

- honorowe w Stowarzyszeniu Badawczym Inżynierii Produkcji CIRP (członek Senatu),
- w Państwowej Akademii Stanów Zjednoczonych Ameryki,
- w Bułgarskiej Akademii Nauk,
- w Belgijskiej Królewskiej Akademii Nauki, Literatury i Sztuki,
- w Centralno-Europejskiej Akademii Nauki i Sztuki Polskiej Akademii Nauk,
- honorowe we Francuskim Towarzystwie Promocji Mechaniki dla Przemysłu – GAMI,
- w Międzynarodowym Instytucie Stosowanej Analizy Systemowej w Luksemburgu,
- w Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie.

Profesor Jan Kaczmarek za swoje dokonania otrzymał wiele nagród i odznaczeń w kraju i za granicą. Nie jest możliwe, wymienić dziś wszystkie z nich. Pozwolę sobie wskazać tylko najważniejsze. Są to:

- Order Wielkiego Oficera Legii Honorowej,
- Francuskie Złote Palmy Akademickie,
- Krzyże Orderu Odrodzenia Polski: Komandorski, Oficerski i Kawalerski,
- orderzy zasługi, medale wojskowe, medale instytucji naukowych.

Szanowny Doktorze Honorowy,
Szanowni Państwo!

Przedstawione powyżej laudatio jest z konieczności uproszczone – skrócone. Nie jest możliwe bowiem, by na takiej uroczystości przedstawić efekty i dokonania życia Osoby, tak wspaniałej i tak pracowitej. Chcę za to przeprosić wszystkich Państwa, a szczególnie naszego DOKTORA HONORIS CAUSA.

Chcę jednocześnie, w imieniu własnym i środowiska, bardzo serdecznie podziękować za wszystko dobro, które spotkało nasze grono ze strony Profesora Jana Kaczmarka.

Chcę stwierdzić, że oczach członków Kierownictwa Uczelni i Wydziału, członków Senatu i Rady Wydziału Mechanicznego, Profesor dr hab. inż. JAN KACZMAREK, z którego plonów pracy korzystało wielu naszych pracowników, w pełni zasłużył sobie na tytuł Honorowego Doktora Politechniki Koszalińskiej.

Prof. dr inż. Maciej Szafarczyk
Wydział Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej

OPINIA WSPIERAJĄCA

Inicjatywę Politechniki Koszalińskiej nadania tytułu
Honoris Causa prof. Janowi Kaczmarkowi

Jan Kaczmarek urodził się 2-go lutego 1920 roku w Pabianicach koło Łodzi. Już w czasie szkolnym zafascynowany lotnictwem został pilotem szybowcowym, a w wieku 16 lat uzyskał dyplom pilota motorowego. W roku 1938 został studentem Politechniki Warszawskiej lecz zgłosił się do wojska i brał udział jako pilot w obronie przed Niemcami. Został ranny i przebywał w szpitalu wojennym w Wilnie. Uczestniczył w Ruchu Oporu; najpierw w ZWZ na Litwie a później w AK w Generalnej Guberni.

Po wojnie studia kontynuuje w Krakowie gdzie w 1948 roku, na AGH, uzyskuje dyplom magistra inżyniera mechanika, specjalności technologia lotnicza. Następnie jednak w pracy zawodowej i naukowej nie zajmuje się lotnictwem lecz technologią maszyn, technikami wytwarzania i naukami technicznymi z tego zakresu. Przez całe dotychczasowe życie, również obecnie po przekroczeniu 82 lat, jest człowiekiem bardzo aktywnym zarówno w zakresie naukowym, merytorycznym, jak również w zakresie organizacji nauki i techniki.

DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA, TECHNICZNA I DYDAKTYCZNA

Ze względu na ścisłe łączenie działalności we wszystkich tych trzech zakresach zostaną one przedstawione razem, a podział wyniknie ze względu na treści merytoryczne.

Podstawy skrawania

Duża część prac naukowych profesora Kaczmarka dotyczyła teoretycznych podstaw procesu skrawania, który był i pozostaje najbardziej uniwersalnym i najdokładniejszym procesem w wytwarzaniu elementów mechanicznych. Wśród licznych publikacji z tego zakresu najważniejsze są trzy monografie: *Podstawy skrawania metali* (1956), *Podstawy obróbki wiórowej, ściernej i erozyjnej* (1969+kolejne zmienione wydania), *Principles of Cutting, Abrasion and Erosion* (1976). Książki te miały bardzo dobre recenzje w kraju i zagranicą w których podkreślano nowoczesne, naukowe podejście. Wydanie angielskojęzyczne było niewątpliwie ważnym czynnikiem powodującym wybór Autora do National Academy of Engineering, USA (pierwszy Polak i szósty Europejczyk w NAE).

Książki Jana Kaczmarka odegrały niewątpliwie podstawową rolę w pracach polskich naukowców oraz w procesach dydaktycznych na wszystkich polskich uczelniach technicznych.

Dynamika skrawania

Pierwsze prace z zakresu dynamiki skrawania Jan Kaczmarek rozpoczął w roku 1949 budową urządzenia do pomiaru drgań, wielokrotnie później ulepszanego. Jego praca doktorska (1958) dotyczyła drgań i sił przy frezowaniu głowicami. Wykorzystał przy tym, pionierskie wówczas, przekazywanie sygnałów pomiarowych drogą radiową. Wyniki są nadal stosowane przy obliczeniach dynamicznych głowic frezarskich.

Równoległe z badaniami naukowymi, jako pracownik Instytutu Skrawania opracowuje, wraz z mgr inż. Kazimierzem Zalewskim, metodę wyrównywania obciążenia ostrzy przy frezowaniu wlewków kwadratowych. Metoda została zastosowana w obrabiarkach produkowanych do tego celu przez FUM Poręba.

Skrawalność materiałów i skrawność narzędzi oraz optymalizacja warunków obróbki

Z tego ogólnego zakresu prowadził, wraz z współpracownikami, najwięcej badań i ma najwięcej publikacji, w tym współautorstwo opracowań książkowych. Prace te obok elementów naukowych miały duże znaczenie praktyczne. Szczegółowe wątki badań dotyczą: uporządkowania pojęć i nazewnictwa, bilansu energetycznego procesów skrawania, pola naprężeń na ostrzach narzędzi, formowania i spływu wiórów, modeli matematycznych opisujących trwałość ostrza, bazy danych dla różnych materiałów, oceny jakości przedmiotów obrabianych...

Obróbka ścierna i erozyjna

W latach pięćdziesiątych prace z tego zakresu miały charakter pionierski. Obróbka ścierna, ze względu na nie zdefiniowaną liczbę i kształt czynnych ostrzy, wymagała statystycznych metod modelowania. Poszczególne metody obróbki erozyjnej wprowadzały do obróbki nowe zjawiska fizyczne. Profesor Kaczmarek, poza działalnością z zakresu szlifowania, zwłaszcza narzędzi, prowadził i kierował badaniami w zakresie obróbki luźnym ścierniwem niesionym w strumieniu płynu lub wprowadzanym w drgania poprzez ultradźwięki. W zakresie obróbek erozyjnych, obok elektroerozji zajmował się obróbką laserową, wykorzystywaną między innymi do wykonywania otworów o małych średnicach. Wyniki badań prezentowane na konferencji w Ann Arbor (USA), w roku 1967, przyjęto jako całkowitą nowość a fotograficzna analiza wyparowywania materiału pod wpływem strumienia laserowego miała charakter unikalny.

Technologiczna warstwa wierzchnia, TWW

Nazwisko Jana Kaczmarka wiąże się zdecydowanie z powstaniem działu nauki o warstwie wierzchniej przedmiotów i powiązaniem jej cech z metodami wytwarzania. Miał On istotny udział w zmianie podejścia: z czysto geometrycznego traktowania powierzchni przedmiotów mechanicznych na głębsze, fizyczne rozpatrywanie całej warstwy wokół tej powierzchni i powiązanie jej zarówno z metodami wytwarzania jak właściwościami eksploatacyjnymi przedmiotu.

W tym zakresie zbudował podstawy klasyfikacji i nazewnictwa.

W międzynarodowej skali był głównym inicjatorem utworzenia wyspecjalizowanego komitetu naukowo-technicznego CIRP (STC „S”), a w Polsce, w wyniku takiego podejścia i ponad 40-letniej działalności, stworzył Polską Szkołę TWW.

Po przejściu do pracy w IPPT PAN doprowadził do utworzenia tam Samodzielnej Pracowni Technicznej Warstwy Wierzchniej i Przejściowej. Prace badawcze zostały ukierunkowane nie tylko na lepsze poznanie lecz również na możliwości ulepszania właściwości TWW i techniczne rozwiązania takich operacji. Dotyczyło to głównie technik implementacji jonów i budowy prototypu urządzenia o charakterze przemysłowym.

DZIAŁALNOŚĆ ORGANIZACYJNA

Poza działalnością merytoryczną profesor Kaczmarek od początku organizował i nadal organizuje życie naukowe i techniczne, zarówno w ramach struktur oficjalnych jak też społecznych. Robił to w Polsce jako: Profesor a później również Rektor Politechniki Krakowskiej, Dyrektor Instytutu Obróbki Skrawaniem, Przewodniczący Komitetu Nauki i Techniki, Minister Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, Sekretarz Naukowy PAN, Kierownik Zakładu Układów Mechanicznych IPPT PAN, Prezes ZG SIMP, Prezes i Przewodniczący Rady Głównej FSN-T NOT, Inicjator oraz Członek Założyciel Akademii Inżynierskiej w Polsce, Członek PAU, Członek TNW. W skali międzynarodowej jako Członek i Prezes Międzynarodowego Towarzystwa Naukowego Inżynierii Produkcji CIRP, Członek Zagraniczny National Academy of Engineering (USA), Belgian Royal Academy of Science, Central European Academy of Science and Art...

ODZNACZENIA I NAGRODY

Przynajmniej część wymienionych już funkcji można zaliczyć do nagród za działalność merytoryczną. Poza tym Jan Kaczmarek jest doktorem honoris causa Technische Hochschule Chemnitz, Moskovskij Gosudarstvennyj Techničeskij Universitet i Politechniki Poznańskiej. Odznaczenia międzynarodowe to między innymi: Order Wielkiego Oficera Legii Honorowej oraz Złote Palmy Akademickie. Odznaczenia krajowe: Krzyże Orderu Odrodzenia Polski - Komandorski, Oficerski i Kawalerski, serie Orderów Zasługi, Medal imienia M. Kopernika, Medal Komisji Edukacji Narodowej i bardzo wiele innych odznaczeń, wyróżnień i nagród różnego rodzaju.

PODSUMOWANIE

Uwzględniając znaczące zasługi profesora Jana Kaczmarka dla technik wytwarzania, zarówno w zakresie naukowym jak inżynierskim oraz Jego uznany autorytet zarówno w kraju jak zagranicą, proponuję wyrazić pełne poparcie wniosku Politechniki Koszalińskiej o nadanie tytułu doktora honoris causa. Dodatkowym powodem tak zdecydowanego poparcia może być niestrudzona, bezinteresowna działalność społeczna w zakresie organizowania życia naukowego i naukowo-technicznego w Polsce, mimo licznych przeciwności o charakterze ogólnym i personalnym.

UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

Uchwała nr 17/XLV/2002

Senatu Politechniki Warszawskiej z dnia 20 listopada 2002 r.
w sprawie nadania tytułu doktora honoris causa przez Politechnikę Koszalińską

Senat Politechniki Warszawskiej, po zapoznaniu się z dorobkiem naukowym profesora Jana Kaczmarka postanawia poprzeć inicjatywę nadania Mu tytułu doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej.

Sekretarz Senatu

Rektor

dr Teresa Kotaszewicz

prof. dr hab. Stanisław Mańkowski

Prof. dr hab.inż. Jan Kosmol
Politechnika Śląska Katedra Budowy Maszyn

OPINIA WSPIERAJĄCA

wniosek Politechniki Koszalińskiej w sprawie nadania tytułu
doktora honoris causa Panu **prof. zw. dr. hab. inż. Janowi Kaczmarkowi**

Pan prof. zw. dr hab. inż. Jan Kaczmarek należy do najwybitniejszych przedstawicieli Polskiej Nauki i do twórców Polskiej Szkoły Obróbki skrawaniem, ściernej i erozyjnej. Jest autorytetem naukowym o randze światowej. Oceniając Jego osiągnięcia, dorobek naukowy i naukowo-techniczny należy moim zdaniem, rozpatrywać go w trzech okresach czasu.

Okres pierwszy obejmuje lata 1946-68 i związany jest z pobytem i działalnością Profesora w uczelniach i ośrodkach badawczo-rozwojowych miasta Krakowa. Jest to okres największej płodności naukowej Profesora, wyrażanej liczbą znaczących publikacji i książek. Te osiągnięcia istotnie wpłynęły na dalszą działalność po roku 1968.

Obszarem działalności naukowej Profesora jest obróbka skrawaniem, ścierna i erozyjna. Istotny wpływ na rozwój i dalsze zainteresowania naukowe miał prof. Witold Biernawski z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, pod opieką którego student Jan Kaczmarek wykonał swoją pracę dyplomową. Efektem prawie 10-letniej współpracy z prof. W. Biernawskim jest usystematyzowanie i pogłębienie wiedzy z zakresu teorii skrawania. Zaowocowało to m.in. bardzo ważną monografią pt. „Podstawy skrawania metali”, wydaną w 1956r.

W okresie pracy w AGH w Krakowie, tj. do 1958r Jan Kaczmarek uzyskuje stopień doktora nauk technicznych (1958 r) a stopień doktora habilitowanego w 1962 r także nadaje Mu AGH w Krakowie. Od 1958r docent J. Kaczmarek podejmuje pracę w Politechnice Krakowskiej na stanowisku kierownika Katedry Obróbki Metali. W 1962r otrzymuje tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego a w 1969r tytuł naukowy profesora zwyczajnego. Oba tytuły otrzymuje w Politechnice Krakowskiej.

Kilkunastoletnia działalność naukowa w Akademii Górniczo-Hutniczej i w Politechnice Krakowskiej oraz niezwykle wysoka sprawność organizacyjna przyczyniają się do powierzenia prof. J. Kaczmarkowi stanowisk prorektora a następnie rektora Politechniki Krakowskiej (lata 1965–68).

Efektom o fundamentalnych następstwach dla dalszej działalności Profesora było opublikowanie w 1970r ponad 850 stronicowego dzieła pt „Podstawy obróbki wiórowej, ściernej i erozyjnej” nakładem WNT w Warszawie, które systematyzuje i klasyfikuje ówczesne zdobycze nauki o skrawaniu. Znaczenie tej monografii jest nie do przecenienia. Stała się ona elementarzem polskiej szkoły obróbki skrawaniem i bez wątpienia można stwierdzić, iż zdecydowana większość obecnych profesorów z tego obszaru wykształciła się na tej książce. Drugie znaczenie tej pozycji literaturowej polega na tym, że zawiera ona wiele

szczególonych danych wspomagających projektowanie procesów obróbki skrawaniem, co stanowi swoistą pomoc zwłaszcza dla inżynierów pracujących w obróbce metali. Wreszcie znaczenie tej monografii może być uwypuklone poprzez skojarzenie faktu wyboru Profesora na członka zagranicznego National Academy of Engineering w USA (pierwszego z Polski), gdzie w uzasadnieniu stwierdzono autorstwo „fundamentalnego dzieła monograficznego o znaczeniu światowym z dziedziny kształtowania elementów maszyn”. Monografia ta stała się także podstawą anglojęzycznego wydania pt „Principles of machining by cutting, abrasion and erosion” (wydana w Anglii w 1976r).

Prof. Jan Kaczmarek należy także do twórców polskiej szkoły obróbki erozyjnej, elektroiskrowej i elektrochemicznej. Na podkreślenie zasługują tu publikacje w wydawnictwie PAN: „Podstawowe problemy współczesnej techniki” gdzie w t. XI opublikował rozprawę „Podstawy i właściwości obróbki elektroerozyjnej” a w t. XII rozprawę: „Obróbka elektrochemiczna”. Oryginalnym osiągnięciem Profesora jest opracowanie charakterystyk eksploatacyjnych drążarki elektroiskrowej, które miały fundamentalne znaczenie dla projektantów takich maszyn.

Prof. J. Kaczmarek wychodząc ze szkoły naukowej [prof. W. Biernawskiego](#) prezentował klasyczny pogląd na teorię skrawania jako teorię tworzenia się wióra. Ale już wówczas, tj. w 1953r pojawiają się pierwsze Jego prace, które obecnie kwalifikuje się do inżynierii warstwy wierzchniej. Autor zasygnalizował w nich celowość innego spojrzenia na procesy kształtowania metodą obróbki skrawaniem, gdzie jakość warstwy wierzchniej powinna być podstawowym kryterium tworzenia teorii skrawania. Ta filozofia stała się podstawowym obszarem zainteresowań Profesora w trzecim okresie Jego działalności naukowej, tj prawie 30 lat później.

Osiągnięcia naukowe Profesora oraz zakres Jego zainteresowań badawczych stały się „przepustką” do przyjęcia Go w skład jednej z najbardziej prestiżowych instytucji naukowych na świecie w dziedzinie technologii mechanicznych tj Międzynarodowego Stowarzyszenia Badawczego Inżynierii Produkcji (CIRP) z siedzibą w Paryżu. W 1961 r jako pierwszy Polak zostaje członkiem tego stowarzyszenia. O pozycji naukowej i autorytecie niech zaświadczy fakt, że w latach 1973–74 był Prezydentem tej instytucji, od 1975 r. dożywotnim członkiem Senatu CIRP a od 1990 r. Członkiem Honorowym CIRP. Na podkreślenie zasługuje tu działalność Profesora na forum CIRP w zakresie nazewnictwa warstwy wierzchniej, które wprowadził na forum CIRP oraz powołania w 1962 r. grupy redakcyjnej dla tego celu. W 1974 r. prof. J. Kaczmarek jako Prezydent CIRP doprowadził do powołania istniejącego do tej pory oddzielnego Komitetu Naukowo-Technicznego „Surface”, zajmującego się problematyką warstwy wierzchniej.

W okresie pobytu w Krakowie należy uwypuklić jeszcze jeden istotny fakt, który cechuje działalność naukowo-badawczą Profesora. Otóż prof. J. Kaczmarek zawsze głosił teorie o konieczności łączenia działalności naukowej w dziedzinie nauk technicznych z praktyczną aplikacją wyników

w szeroko rozumianej gospodarce narodowej. To zaowocowało wieloma osiągnięciami technicznymi, np. wdrożeniem 11 patentów ale przede wszystkim podjęciem się kierowniczej działalności w Instytucie Obróbki Skrawaniem w Krakowie. IOS jest jednym z najbardziej dynamicznie działających ośrodków badawczo-rozwojowych w kraju i w znaczącym stopniu zawdzięcza to obecności Profesora jako Dyrektora w latach 1957-68. Na podkreślenie zasługuje tu nie tylko powołanie 4 zakładów doświadczalnych (w Wadowicach, Radomiu, Rzeszowie i Krakowie) ale skupienie w Radzie Naukowej IOS najwybitniejszych profesorów z wszystkich ośrodków akademickich w kraju. To z kolei zaowocowało nawiązaniem szerokiej współpracy nie tylko z krajowymi ośrodkami naukowymi ale i zagranicznymi (ze wschodu i zachodu), przyczyniając się do rosnącego prestiżu polskiej nauki na arenie międzynarodowej. Działalność Profesora w IOS w Krakowie miała niebagatelny wpływ na przyjęcie Go w poczet członków CIRP.

Jest rzeczą oczywistą że dokonania naukowe Profesora, Jego prestiż międzynarodowy musiały zaowocować także w kraju. W 1965 r. zostaje wybrany na członka korespondenta PAN.

W 1968 r. Profesor przenosi się do Warszawy, gdzie rozpoczyna się drugi okres w Jego niezwykle aktywnym życiu zawodowym. O ile pierwszy okres można zakwalifikować do działalności bezpośredniej w nauce to drugi okres bliższy jest sformułowaniu: „na rzecz nauki”. Jest to okres pełnienia wielu prestiżowych i odpowiedzialnych stanowisk na szczeblu państwowym. Istota dokonań Profesora na rzecz nauki w tym okresie polega na tym, że przyczynił się On do wyraźnej poprawy warunków pracy naukowej (znaczne dofinansowanie zakupów aparaturowych i uposażeń pracowników nauki), do istotnego przewartościowania sposobu finansowania badań naukowych oraz co chyba najważniejsze, do wyraźnego zintensyfikowania współpracy międzynarodowej, prowadzącej do podniesienia prestiżu polskiej nauki.

W 1969 r. prof. J. Kaczmarek zostaje Przewodniczącym państwowego Komitetu Nauki Techniki, tj. instytucji odpowiedzialnej za rozwój i finansowanie rozwoju nauki polskiej. Profesor tworzy nowy system kompleksowego programowania i finansowania prac badawczych, rozwojowych i wdrożeniowych (znany pod akronimami CPBP, CPBR), gdzie kryterium finansowania podmiotowego jest naczelną zasadą. Zostało to bardzo pozytywnie odnotowane w krajach przodujących w sferze państwowej polityki naukowej (m.in. w USA). Profesor przyczynił się do jednorazowego, znacznego dofinansowania zakupów aparaturowych (ok. 100 mln złotych dewizowych) przez wyższe uczelnie oraz do znaczącego rozwoju jednostek badawczo-rozwojowych przemysłu. Ma także znaczący udział w poprawie uposażenia w sferze nauki.

W 1972 r. po połączeniu KNiT z Ministerstwem Oświaty Profesor zostaje powołany na kierownika nowego ministerstwa Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki. Ten awans oraz pozycja w PAN przyczyniają się do zintensyfikowania współpracy międzynarodowej. W 1972 r. prof. J. Kaczmarek

zostaje wybrany na Sekretarza Naukowego PAN, gdzie pełni tę funkcję przez 9 lat. Profesor od początku swojej działalności naukowej przywiązywał niezwykle dużą wagę do współpracy z zagranicą. W pierwszym okresie działalności naukowej dawał temu wyraz swoją postawą i osiągnięciami. Został niekwestionowanym autorytetem w obszarze obróbki skrawaniem w skali światowej. Teraz jako minister i Sekretarz Naukowy PAN mógł doprowadzić do wyraźnego podniesienia prestiżu polskiej nauki na forum międzynarodowym. Wyrazem tego było m.in.:

- Utworzenie Polskiej Stacji Naukowej na Antarktydzie. Polska stała się 13 członkiem ONZ-towskiej organizacji SCAR (Scientific Cooperation on Antarctic Research).
- Utworzenie sieci polskich stacji naukowych w wybranych krajach europejskich takich jak: Francja, Włochy, Austria i Wielka Brytania.
- Utworzenie Centrum Astronomicznego PAN im. Mikołaja Kopernika w Warszawie, dzięki współpracy z Amerykańską Akademią Nauk, która sfinansowała wyposażenie Centrum.
- Utworzenie Fundacji im. M. Curie-Skłodowskiej (jest to fundacja amerykańsko-polska), która dzięki NSF (National Scientific Foundation) umożliwiła polskim naukowcom prowadzenie badań poza granicami kraju.

Jak już wcześniej wspomniałem, Profesor zawsze kładł duży nacisk na współpracę nauki z przemysłem. Instytucjonalną formą realizacji tej filozofii były działania w obszarze, który Profesor nazywa społecznym pionem nauki, tj. w stowarzyszeniach naukowo-technicznych. Od samego początku tj. 1945 r. Profesor czynnie uczestniczył w działaniach Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich SIMP i w Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT. W okresie pełnienia ważnych funkcji państwowych i w PAN pełnił także funkcje prezesa SIMP (lata 1980-87) oraz v-ce prezesa a następnie prezesa NOT (lata 1980-90). Profesor realizuje swoje credo, iż praca inżyniera jest społeczną misją cywilizacyjną, a nie tylko sposobem zarabiania na życie. W tym okresie organizacje te odnotowały największy rozkwit i aktywność.

Po zakończeniu działalności w urzędach państwowych (1978 r.) Profesor powraca do swojej podstawowej działalności, tj. naukowo-badawczej i od 1981 r. zostaje kierownikiem Zakładu Układów Mechanicznych IPPT PAN w Warszawie. To trzeci etap w bogatej działalności prof. J. Kaczmarka. Ten etap jest szczególnie istotny dla dokonań naukowych, ponieważ Profesor powraca do koncepcji zrodzonej przed prawie 30 laty, tj. inżynierii powierzchni. Jest autorem nowej koncepcji opisu jakości warstwy wierzchniej za pomocą charakterystyk stereometrycznych SCGC (Symetrie Curve of Geometrical Contact). Zrealizowanie tej idei stało się możliwe dopiero w dobie powszechnego dostępu do wysokiej klasy komputerowych maszyn pomiarowych i specjalistycznego oprogramowania komputerowego. Te prace badawcze należy uznać za fundamentalne, ponieważ zmieniają one dotychczasową bardzo ugruntowaną i trudną do zmiany optykę oceny jakości

warstwy wierzchniej, która można nazwać 2D (płaską). Drugi fundamentalny kierunek obecnie kontynuowanych badań to zmiana spojrzenia na teorię skrawania, tj zastąpienie patrzenie przez pryzmat procesu tworzenia się wióra, spojrzeniem od strony jakości warstwy wierzchniej. Referat wygłoszony przez Profesora na Światowym Kongresie Jakości w 1987 r. oraz reakcje na Jego wystąpienie w kilkunastu krajach zdają się świadczyć, że Profesor raz jeszcze trafił w sedno sprawy.

Profesor, jak to wynika z Jego aktywnego stosunku do otaczającej rzeczywistości, nie poprzestał tylko na „czystej” działalności naukowej. Jest jednym z twórców Akademii Inżynierskiej w Polsce (na wzór Państwowej Akademii Inżynierii Stanów Zjednoczonych A. P.), która powstaje w 1992 r. Profesor pełni w niej funkcję v-ce prezesa (lata 1994–99) a od 1998 r. zostaje obdarzony godnością członka honorowego. Profesor aktywnie działa na rzecz Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie, zostając od 1989 r. jej członkiem czynnym. Aktywnie przyczynił się do powstania i redagowania (od 1997 r.) kwartalnika naukowego PAN pt. „Postępy Technologii Maszyn i Urządzeń”), który obecnie ukazuje się jako anglojęzyczny periodyk pt. „Advances in Manufacturing Science and Technology”. Pomimo ukończenia 82 lat prof. J. Kaczmarek aktywnie uczestniczy w konferencjach, sympozjach i innych spotkaniach naukowych i wielokrotnie miałem okazję osobiście się o tym przekonać.

Osiągnięcia i dokonania prof. J. Kaczmarka w sferze nauki i na jej rzecz są ogromne i trudne do pełnej oceny. Tym niemniej, z obowiązku recenzenta, przytoczę parę liczb, które obrazują je w sposób ilościowy:

- 14 książek naukowych (w tym 5 w językach obcych)
- ok. 180 artykułów naukowych z czego ok. 30% w czasopismach międzynarodowych i zagranicznych,
- ponad 230 prac naukowo-badawczych, popularyzatorskich i publicystycznych,
- kilkanaście zaprojektowanych i wykonanych maszyn i urządzeń (wśród nich pierwsza w Polsce drążarka laserowa do otworów o bardzo małych średnicach oraz oryginalny, przemysłowy implantator jonowy),
- 11 zastosowanych patentów wynalazczych,
- szereg wdrożonych do produkcji urządzeń i metod (z zakresu implantacji, obróbki skrawaniem i obróbki strumieniem wodnościernym).

Na szczególne podkreślenie (które sam Profesor uważa za najcenniejsze swoje osiągnięcie) zasługuje wypromowanie 29 doktorów nauk technicznych z których 8 zostało dotychczas profesorami a 1 otrzymał prestiżową nagrodę CIRP (pierwszy Polak).

Ponieważ celem niniejszej opinii jest wykazanie szczególnych i niepodważalnych osiągnięć naukowych, autorytetu i prestiżu naukowego prof. Jana Kaczmarka, to uważam, że najważniejszą będzie ocena wydana przez międzynarodową społeczność naukową w postaci członkostwa w prestiżowych organizacjach naukowych, przyznanych wyróżnieniach i odznaczeniach za

działalność naukową oraz już nadane tytuły doktora honoris causa.

Prof. Jan Kaczmarek jest już doktorem honoris causa:

- Uniwersytetu w Chemnitz (Niemcy), 1974 r.
- Uniwersytetu im. Baumana w Moskwie, 1973 r.
- Politechniki Poznańskiej, 2001 r.

Profesor jest członkiem wielu prestiżowych organizacji naukowych, m.in.:

- National Academy of Engineering, USA, od 1977 r.
- Bułgarskiej Akademii Nauk, od 1973 r.
- Belgijjskiej Królewskiej Akademii Nauk, od 1978 r.
- Central European Academy of Science and Art, od 1998 r.
- International Institution of Production Engineering Research, CIRP, od 1961 r.
- Honorary Scholar of International Institute of Applied Systems Analysis, Austria, od 1990 r.
- Francuskie Towarzystwo Promocji Mechaniki dla Przemysłu, GAME, od 1979 r.

Profesor jest także laureatem wielu prestiżowych odznaczeń i orderów, m.in.:

- Złotej Palmy Francuskiej Akademii Nauk, 1978r.
- Grand Officier de Legion d'Honneur za zasługi w zakresie współpracy naukowej i kulturalnej
- Medalu im. Dinova za zasługi w zakresie współpracy między Polską i Bułgarską Akademią Nauk.

W kraju, oprócz członkostwa w Polskiej Akademii Nauk, Profesor jest członkiem zwyczajnym Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie i honorowym członkiem Polskiej Akademii Inżynierskiej. Jest członkiem wielu towarzystw naukowych, jak np.:

Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, Polskiego Towarzystwa Uniwersalizmu, Towarzystwa Kultury Technicznej czy Polskiego Towarzystwa Historii Techniki.

Profesor został nagrodzony wieloma najwyższymi krajowymi odznaczeniami jak: Krzyże Orderu Odrodzenia Polski: Komandorski, Oficerski i Kawalerski, serią Orderów Zasługi, medalami wojskowymi, Medalem im. M. Kopernika, Medalem Edukacji Narodowej oraz wieloma innymi rangi: ministerialnej, samorządowej, akademickiej, stowarzyszeniowej i przedsiębiorstw.

Wyszczególnione w dużym skrócie znaczące i niepodważalne osiągnięcia naukowe prof. Jana Kaczmarka, Jego niepodważalny autorytet i prestiż naukowy w skali światowej pozwalają mi na jednoznaczne zasugerowanie poparcia przez Senat Politechniki Śląskiej wniosku Politechniki Koszalińskiej o nadanie tytułu doktora honoris causa wybitnemu przedstawicielowi polskiej społeczności naukowej.

Prof. Jan Kaczmarek jest wybitnym uczonym, twórcą szkół naukowych o randze światowej oraz wychowawcą licznej kadry naukowej. Jego osiągnięcia naukowe w pełni uzasadniają wyróżnienie Go godnością doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej.

UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Uchwała Nr 1/1/2001/2002

Senatu Politechniki Śląskiej z dnia 23 września 2002 r.
w sprawie zaopiniowania wniosku Politechniki Koszalińskiej
dot. nadania tytułu doktora honoris causa
Panu Prof.zw.dr. hab. inż. Janowi Kaczmarkowi.

Na podstawie art.48 ust.1 ustawy z dnia 12 września 1990 r.
o szkolnictwie wyższym (Dz. U. Nr 65 poz. 385 z 1990 r. z późniejszymi
zmianami)

Senat Politechniki Śląskiej uchwała:

1. Pozytywnie zaopiniować wniosek Politechniki Koszalińskiej dot.
nadania tytułu doktora honoris causa Panu
Prof. zw.dr. hab.inż. Janowi Kaczmarkowi.
2. Integralną częścią niniejszej uchwały jest recenzja Pana
prof. dr. hab.inż. Jana Kosmola.
3. Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Rektor Politechniki Śląskiej

Wojciech Białoński

prof. dr inż. Wiesław Olszak
Politechnika Szczecińska

RECENZJA DOROBKU

profesora Jana Kaczmarka związana z postępowaniem
o nadanie Mu tytułu i godności doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej

Profesor Jan Kaczmarek należy do pokolenia „Kolumbów – rocznik 20”. Tuż przed wojną podchorąży lotnictwa, młody student Politechniki Warszawskiej. Jako pilot uczestniczy w kampanii wrześniowej. Ranny, lecz się w Wilnie. W czasie okupacji uczestniczy w ruchu oporu; najpierw w Związku Walki Zbrojnej, później w Armii Krajowej.

Przerwane przez wojnę studia wznawia w marcu 1945 roku na Wydziałach Politechnicznych Akademii Górniczo - Hutniczej w Krakowie. Już w 1946 roku podejmuje pracę pod kierunkiem profesora Witolda [Biernawskiego](#) jako młodszy asystent w ówczesnej Katedrze Obróbki Materiałów. Dyplom magistra inżyniera mechanika uzyskuje w grudniu 1948 roku. Docentem został w 1956 roku, stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 1958 roku, tytuł profesora nadzwyczajnego otrzymał w 1962, profesora zwyczajnego w 1969 roku. W latach 1968–88 był kierownikiem Katedry Obróbki Metali. Był też prorektorem – a przez kilka miesięcy pełnił obowiązki Rektora Politechniki Krakowskiej (lata 1965–68).

Równocześnie z pracą w Uczelni pracował w powstałym w 1949 roku Instytucie Obrabiarek i Narzędzi (dzisiejszym Instytucie Obróbki Skrawaniem). W latach 1957–68 był jego dyrektorem. Pod kierunkiem profesora Jana Kaczmarka IOS szybko rozwijał się i osiągnął znaczący potencjał naukowy. Grupując znakomitą kadrę oraz tworząc nowoczesne laboratoria, IOS stał się jedną z najważniejszych placówek naukowo – badawczych przemysłu maszynowego. W IOS-ie przy czynnym udziale profesora Kaczmarka powstawało wiele opracowań i konstrukcji wynikających z żywotnych potrzeb praktyki przemysłowej, wymagających badań podstawowych i rozwojowych, a kończących się wdrożeniami.

Naukowe zainteresowania profesora Jana Kaczmarka obejmują problematykę technologii maszyn, ze szczególnym uwzględnieniem obróbki wiórowej, ściernej i erozyjnej, którym nadał bardzo trafną nazwę „obróbka ubytkowa”. Jego prace w tej dziedzinie najogólniej charakteryzuje to, że punkt ciężkości badań spoczywający dawniej na zjawiskach fizycznych na styku ostrza narzędzia, przedmiotu obrabianego i wióra, przeniósł na cały układ technologiczny obrabiarka – przedmiot – narzędzie, że dał początek badaniom optymalizacji procesów skrawania, gdzie kryteriami są jakość wyrobu, wydajność i koszty procesu, a wpływają na to szeroko pojęte warunki obróbki. Z zagadnień jakości wyrobu, szczególnie wnikliwie i skutecznie badał i bada stan geometryczny powierzchni i stan warstwy wierzchniej przedmiotu

obrobionego, jako zespół cech istotnie wpływających na właściwości użytkowe maszyn. Ma też duży i znaczący udział w rozwoju niekonwencjonalnych, nowoczesnych metod obróbki: elektroiskrowej, elektrochemicznej, laserowej – tak potrzebnych do ubytkowego kształtowania części z materiałów bardzo trudnoskrawalnych.

Jak można najogólniej scharakteryzować metody pracy naukowej profesora Jana Kaczmarka? Jest jednym z pierwszych, który w technologii maszyn docenił rolę nauk podstawowych i konieczność wykorzystywania ich do rozwiązywania złożonych zagadnień praktycznych. Umiejętnie łączy cele poznawcze i utylitarne. Tworzy zespoły badawcze o różnej konfiguracji (interdyscyplinarne, między środowiskowe, naukowo-produkcyjne) i umiejętnie nimi kieruje. Ma szerokie kontakty naukowe w świecie. Dla współpracowników jest nauczycielem, mistrzem i opiekunem.

Efekty wieloletniej działalności naukowej profesora Jana Kaczmarka oceniać trzeba posługując się wieloma kryteriami. Jego publikacje to 14 monografii, podręczników i książek, spośród których fundamentalna – *Podstawy obróbki wiórowej, ścierniej i erozyjnej – 1971* – wydana została również w Wielkiej Brytanii (*Principles of Machining by Cutting, Abrasion and Erosion – 1976*); jest autorem około 180 publikacji w renomowanych krajowych i zagranicznych czasopismach naukowych, a także ponad 230 artykułów technicznych i publicystycznych. Jest autorem bądź współautorem 11 wdrożonych wynalazków. Promował 29 doktorów z wielu ośrodków nauk technicznych (w tym również w Politechnice Szczecińskiej); ośmiu z nich to dziś profesorowie (w tym dwóch za granicą).

Osiągnięcia naukowe profesora Jana Kaczmarka zyskały szerokie uznanie. W 1961 roku – jako pierwszy Polak został czynnym członkiem *Międzynarodowego Stowarzyszenia Badawczego Inżynierii Produkcji (International Institution for Production Engineering Research – CIRP)*, które wybrało Go prezydentem na lata 1973–74, a w 1990 roku nadało Mu godność Członka Honorowego. W 1965 roku został członkiem korespondentem Polskiej Akademii Nauk, a w roku 1972 – członkiem rzeczywistym.

Autorytet naukowy i inżynierski oraz nieprzeciętne umiejętności organizatorskie sprawiły to, że prof. Jan Kaczmarek był powoływany do pełnienia wielu wysokich funkcji wiążących się z kierowaniem nauką, postępem technicznym, szkolnictwem wyższym.

W latach 1969 – 72 był Przewodniczącym Państwowego Komitetu Nauki i Techniki. W latach 1972 – 74 był Ministrem Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki. Pełniąc te funkcje prof. Jan Kaczmarek stworzył i wprowadził w życie ogólnokrajowy system programowania i finansowania badań podstawowych, rozwojowych oraz prac wdrożeniowych. W tym czasie powołane zostały do życia nowe wyższe uczelnie techniczne, a wśród nich – dzisiejsza Politechnika Koszalińska. Zasługą profesora Kaczmarka jest to, że ranga nauki i szkolnictwa wyższego w tamtym okresie znacznie wzrosła, że

nauka i praktyka stały się sobie bliższe, że więzi między nimi stały się mocniejsze. Ten okres często jest określany jako „złote lata nauki polskiej”.

W 1972 roku prof. Jan Kaczmarek został po raz pierwszy wybrany Sekretarzem Naukowym PAN; później wybierany był jeszcze dwukrotnie i pełnił tę funkcję do 1981 roku. Okres ten charakteryzuje się rozwojem placówek badawczych PAN, dążeniem do bliższego powiązaniem ze szkolnictwem wyższym, wzrostem aktywności we współpracy międzynarodowej. Wtedy – w porozumieniu z Akademią Nauk Stanów Zjednoczonych – utworzono Fundusz im. Marii Skłodowskiej-Curie, z którego korzysta wielu polskich pracowników nauki. W 1981 roku prof. Kaczmarek przechodzi do pracy w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN, gdzie kieruje Zakładem Układów Mechanicznych. Czynny jest również po przejściu na emeryturę w 1990 roku; kieruje projektami badawczymi z dziedziny implantacji jonowej oraz nowoczesnej trójwymiarowej metrologii stanu geometrycznego powierzchni; jest autorem nowej metody wyznaczania stereometrycznej charakterystyki kontaktowej powierzchni roboczej.

Prof. Jan Kaczmarek jest wybitnym działaczem wielu organizacji naukowych i inżynierskich. W Stowarzyszeniu Inżynierów i Techników Mechaników Polskich pełnił wiele funkcji na różnych szczeblach. Był Prezesem Zarządu Głównego, od 1998 roku jest Honorowym Prezesem SIMP. Był prezesem Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT, a następnie prezesem jej Rady Głównej. Był też jednym z inicjatorów i organizatorów Akademii Inżynierskiej w Polsce; od 1998 jest jej Członkiem Honorowym. Jest Honorowym Przewodniczącym Zespołu Inżynierii Powierzchni w Komitecie Budowy Maszyn PAN. Do grona swoich członków zaliczają profesora Kaczmarka (poza wymienionymi wcześniej) następujące organizacje naukowe w kraju i za granicą: Polska Akademia Umiejętności w Krakowie, Warszawskie Towarzystwo Naukowe, Polskie Towarzystwo Uniwersalizmu, Towarzystwo Kultury Technicznej, Polskie Towarzystwo Historii Techniki, Państwowa Akademia Inżynierii Stanów Zjednoczonych (National Academy of Engineering) – jest w niej pierwszym i jedynym dotychczas Polakiem, Bułgarska Akademia Nauk – 1978, Belgijska Królewska Akademia Nauki, Literatury i Sztuki (Belgian Royal Academy of Science, Letters and Art.) – 1978, Środkowo – Europejska Akademia Nauki i Sztuki (Central European Academy of Science and Art.) – 1998, jest honorowym członkiem zagranicznym Francuskiego Towarzystwa Promocji Mechaniki dla Przemysłu (Groupement pour l'Avancement de Mechanique Industrielle) – 1979; w 1990 roku wybrany został Honorowym Uczonym Międzynarodowego Instytutu Stosowanej Analizy Systemowej (Honorary Scholar of International Institute of Applied Systems Analysis – Luxemburg).

Godność doktora honoris causa nadały profesorowi Kaczmarkowi następujące wyższe uczelnie: Technische Universitaet Chemnitz (1973), Moskovskij Gosudarstvennyj Techniczeskij Universitet (1974) oraz Politechnika Poznańska (2001).

Wielostronna owocna działalność Profesora Jana Kaczmarka przyniosła Mu wiele odznaczeń. Trudno wyliczyć wszystkie. Z uznawanych dziś polskich odznaczeń państwowych wymienię: Krzyże Komandorski, Oficerski i Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski, Krzyże Zasługi, medale wojskowe. Medal Komisji Edukacji Narodowej, Medal im. Mikołaja Kopernika. Ponadto wiele odznaczeń resortowych, regionalnych, stowarzyszeniowych, akademickich. Wśród tych ostatnich jest również nadany Mu w 1970 roku przez Senat naszej uczelni Medal za Zasługi dla Politechniki Szczecińskiej. Za zasługi w zakresie współpracy między Akademiami Nauk Polską i Bułgarską odznaczony został Medalem im. Dinova. Zasługi w polsko–francuskiej współpracy naukowej i kulturalnej uhonorowane zostały Orderem Wielkiego Oficera Legii Honorowej (Grand Officier de Legion d'Honneur – 1972) oraz Złotymi Palmami Francuskiej Akademii Nauk (Palmiers d'Or Academique – 1978).

Profesor Jan Kaczmarek to Osobowość wielkiego formatu. Wybitny badacz i twórczy inżynier. Technik i humanista dobrze rozumiejący złożone problemy współczesnego świata. Człowiek o wielkiej kulturze. Zawsze pogodny, pełen życzliwości i optymizmu. W środowisku nauki i techniki jest powszechnie uznanym Autorytetem.

Kończąc tę recenzję wiem, że zawiera ona zaledwie część tego, co można by napisać o osiągnięciach profesora Jana Kaczmarka w czasie Jego jakże bogatej i wciąż aktywnej działalności. Mam też przekonanie, że i część opisanych tu Jego dokonań stanowić może mocne uzasadnienie do nadania Mu tytułu i godności doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej.

Proszę Wysoki Senat Politechniki Szczecińskiej, by recenzję tę przyjął i zatwierdził, w ten sposób przyczyniając się do uhonorowania dorobku Profesora Jana Kaczmarka, wielce zasłużonego dla nauki i techniki polskiej, dla Politechniki Koszalińskiej, a również i dla Politechniki Szczecińskiej.

UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

Uchwała nr 26

Senatu Politechniki Szczecińskiej z dnia 28 października 2002 r.
w sprawie zaopiniowania wniosku Senatu Politechniki Koszalińskiej
o nadanie prof. zw. dr. hab. inż. Janowi Kaczmarkowi
tytułu i godności doktora honoris causa tej Uczelni
oraz przyjęcia opinii o dorobku naukowym i osiągnięciach Kandydata

Senat Politechniki Szczecińskiej po zapoznaniu się i przyjęciu opinii opracowanej przez profesora doktora inżyniera Wiesława Olszaka o dorobku naukowym, osiągnięciach i zasługach profesora zwyczajnego doktora habilitowanego inżyniera Jana Kaczmarka popiera wniosek Senatu Politechniki Koszalińskiej o nadanie Mu tytułu i godności doktora honoris causa tej Uczelni.

Rektor

prof. dr hab. inż. Mieczysław Wysiecki

UCHWAŁA SENATU POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

z dnia 18 grudnia 2002 r. w sprawie nadania tytułu
doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej

Na podstawie art. 48 ust. 1 pkt. 3 ustawy z dnia 12 września 1990 r. o szkolnictwie wyższym (Dz. U. Nr 65, poz. 385 z późn. zm.) i § 26 Statutu, Senat Politechniki Koszalińskiej po wysłuchaniu opinii Senatów Politechniki Śląskiej, Politechniki Szczecińskiej, Politechniki Warszawskiej, **nadaje** profesorowi Janowi Kaczmarkowi **tytuł doktora honoris causa Politechniki Koszalińskiej.**

REKTOR



prof. dr hab. inż. Krzysztof Wawryn

Q. F. F.



F. Q. S.

SUMMIS AUSPICIIS SERENISSIMAE REI PUBLICAE POLONORUM
NOS
POLYTECHNICAE COSLINENSIS RECTOR MAGNIFICUS ET SENATUS

COMMUNI CONSENSU SENATUUM
POLYTECHNICAE VARSOVIENSIS
ET
POLYTECHNICAE SILESIENSIS
ET
POLYTECHNICAE SCECINENSIS
IN
VIRUM CLARISSIMUM AC DOCTISSIMUM

IOANNEM KACZMAREK

SCIENTIARUM TECHNICARUM PROFESSOREM ORDINARIUM
DOCTOREM HABILITATUM MACHINATOREMQUE
OMNIS RATIONIS AC DOCTRINAE AD MACHINAS PRAECIPUE
AD EARUM TECHNOLOGIAM SPECTANTEM PERITISSIMUM
SCHOLAE POLONAE ARTIS METALLA EXSECANDI ATQUE EORUM SUPERFICIEM
FORMANDI ET EXPLORANDI CREATOREM
PLURIMAE HOMINUM DOCTORUM ET STUDIOSORUM PROGENIEI MAGISTRUM
ATQUE PRAECEPTOREM OPTIMUM
QUI INDEFESSO LABORE SCIENTIFICO ET DIDACTICO AD ARTEM TECHNICAM
ET STUDIA PROMOVENDA MIRUM QUANTUM ATTULIT

HONORIS CAUSA DOCTORIS

NOMEN ET HONORES IURA ET PRIVILEGIA CONTULIMUS IN EIUSQUE REI
FIDEM HASCE LITTERAS POLYTECHNICAE COSLINENSIS SIGILLO
SANCIENDAS CURAVIMUS

DATUM COSLINI DIE XXVII MENSIS MAII ANNO MMIII

THADDAEUS KARPINSKI

CHRISTOPHÔRUS WAWRYN

PROMOTOR

H. T. RECTOR

Q. F. F.



F. Q. S.

W IMIENIU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ
MY
REKTOR I SENAT POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

ZA WSPÓLNĄ ZGODĄ SENATÓW
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

I

POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

I

POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

NADALIŚMY

PROFESOROWI ZWYCZAJNEMU NAUK TECHNICZNYCH
DOKTOROWI HABILITOWANEMU INŻYNIEROWI

JANOWI KACZMARKOWI

WYBITNEMU SPECJALIŚCIE W DZIEDZINIE NAUK TECHNICZNYCH,
A ZWŁASZCZA TECHNOLOGII MASZYN,
TWÓRCY POLSKIEJ SZKOŁY NAUKI O SKRAWANIU METALI
ORAZ SZKOŁY INŻYNIERII WARSTWY WIERZCHNIEJ,
NAUCZYCIELOWI I WYCHOWAWCY PRACOWNIKÓW NAUKOWYCH I STUDENTÓW

W UZNANIU OSIĄGNIĘĆ W PRACY NAUKOWEJ I DYDAKTYCZNEJ
ORAZ ZASŁUG DLA ROZWOJU TECHNIKI I NAUKI

ZASZCZYTNY TYTUŁ, PRAWA I PRZYWILEJE Z NIM ZWIĄZANE

DOKTORA HONORIS CAUSA

I W DOWÓD WIARYGODNOŚCI TEGO WYDARZENIA NINIEJSZY DYPLOM
OPATRZONY PIECZĘCIĄ POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ WYSTAWILIŚMY

KOSZALIN, DNIA 27 maja 2003 ROKU

PROMOTOR

REKTOR

TADEUSZ KARPIŃSKI

KRZYSZTOF WAWRYN

WYKŁAD

Prof. dr hab. inż. dr h.c. Jan Kaczmarek

Charakteryzowanie mikrostereometrii powierzchni stalowych dla technologii ulepszających i eksploatacji

Streszczenie

Pomimo dokonanego dużego postępu w mikrostereometrii powierzchni, nadal najczęściej używanym parametrem oceny chropowatości powierzchni – przygotowywanych do poddania technologiom ulepszającym - jest R_a , z tym, że jest on określany metodą skanowania i oznaczany wtedy SR_a . Przedstawiono w skrócie nową metodę o akronimie SCGC (Symmetrical Curve of Geometrical Contact), która oprócz parametru SR_a dostarcza inne informacje o mikrostereometrii powierzchni. Zrelacjonowano przeprowadzane badania trzech grup próbek powierzchni: szlifowanych (A) i toczonych (B) o jednakowym parametrze SR_a oraz szlifowanych ze znacznie większą wartością SR_a (C). Na podstawie uzyskanych wyników i ich analizy sformułowane zostały wnioski i rekomendacje, jak poszerzać wiedzę i ocenę powierzchni przed i po operacjach ulepszających, aby trafniej sterować operacjami ulepszającymi warstwę wierzchnią i prognozować jej cechy użytkowe.

1. O reprezentatywność oceny powierzchni

Specjalistom z zakresu inżynierii powierzchniowej¹, obejmującej całą gamę operacji technologicznych, ulepszających właściwości warstwy wierzchniej po obróbce kształtującej, jest wiadome, że jednym z czynników wpływających na cechy jakościowe utworzonej powłoki lub pokrycia jest chropowatość warstwy wierzchniej materiału poddawanego ulepszaniu.

W warunkach przemysłowych przez długie dziesięciolecia stan chropowatości charakteryzowano na podstawie pojedynczego profilu chropowatości. Z licznych parametrów tego profilu, przewidywanych przez obowiązujące normy, najpowszechniej był stosowany – jako reprezentatywne kryterium oceny – parametr wysokościowy R_a ². Powodem tego jest fakt, że określenie R_a jest stosunkowo łatwo wyobrażalne, gdyż oznacza ono uśrednioną wartość wzniesień materiału i głębokości wgłębień chropowatości.

Rosnące wymagania jakości i rozwój techniki metrologicznej spowodowały w latach osiemdziesiątych dążenia do zastąpienia charakterystyki i oceny chropowatości metodą pojedynczego profilu, oceną „stereometryczną”, pod którą rozumie się metodę ustalania średniej wartości R_a z wielu profiliów, najczęściej równoległych³, uzyskiwanych metodą skanowania równoległego.

¹ W klasyfikacji technologii maszyn i urządzeń, nazywanej też obróbką ulepszającą. Celem technologii ulepszających jest poprawa cech warstwy wierzchniej, wraz z jej powierzchnią, najczęściej w ramach tolerancji, ustalonej dla technologii kształtującej.

² Interpretacją geometryczną R_a jest wysokość prostokąta o powierzchni równoważnej sumie powierzchni pól materiału, znajdujących się ponad linią średnią profilu. Zaś linią średnią profilu jest prosta która dzieli profil w taki sposób, iż suma powierzchni pól materiału (wzniesień) nad tą linią, jest równa sumie pól wgłębień (powietrza) znajdujących się pod tą linią.

³ Można także dokonywać pomiarów po torze spiralnym, w układzie biegunowym lub pobiera się pomiary metodą losową.

Tak wyznaczaną wartość umówiono się oznaczać SRa. Oczywiście jest, że pomierzona wartość SRa jest tym bliższa jej wartości rzeczywistej, im większa jest liczba pomierzonych profilów⁴.

Zwiększenie dokładności wyznaczania wartości parametru SRa nie stanowi jednak jakiegoś zasadniczego zwrotu w charakteryzowaniu mikrostereometrii powierzchni. Badania wykazały⁵, że przy stokrotnie zwiększonej liczbie profilów powierzchni toczonych, z tą samą gęstością punktów pomiarowych, wartość SRa różni się średnio od wartości Ra o ok. $\pm 10\%$ (wartości ekstremalne dochodziły do $\pm 20\%$). Wartość tej różnicy jest bliska rzędowi dokładności stykowego pomiaru chropowatości istniejącymi przyrządami, dostępnymi w handlu.

Jednakowoż problem stosowania parametru SRa, jako kryterium oceny chropowatości, nie polega jedynie na ścisłości wyznaczania jego wartości. Istotą rzeczy jest, *w jakim stopniu wartości SRa są reprezentatywne dla całościowej charakterystyki mikrostereometrii z punktu widzenia zarówno oceny procesu technologii kształtującej jak i różnych zastosowań eksploatacyjnych ocenianej powierzchni.*

Problem ten ulega coraz większemu uwypuklaniu na skutek ciągle rosnących wymagań jakości wyrobów, co w języku technicznym przekłada się na wymagania coraz lepszej dokładności wymiarowej i jakości warstwy wierzchniej. Ponadto aktualne *normy międzynarodowe umożliwiają przedsiębiorstwom produkcyjnym na własny dobór parametru chropowatości, najlepiej dostosowanego do wytwarzanych wyrobów i ich zastosowań.* Powiększa się więc zainteresowanie rekomendacjami różnych metod charakterystyki chropowatości.

W tej sytuacji aktualne staje się pytanie *czy w zakresie inżynierii powierzchni nie należy poddać wnikliwszej analizie metody oceny mikrostereometrii powierzchni przed i po operacjach technologii ulepszających, aby w następstwie trafniej prognozować zachowania się ulepszanych powierzchni zarówno w trakcie ulepszania jak i w różnych procesach eksploatacyjnych.* Badania, które pomogą jednoznacznie odpowiedzieć na postawione pytanie, mogą nie tylko zaspokoić ciekawość badawczą, ale dostarczyć informacji technicznych, umożliwiających dalsze postępy w optymalizacji doboru parametrów technologii ulepszających, a dzięki temu poprawy właściwości eksploatacyjnych.

Niniejsze studium stanowi wstępny fragment tak zarysowanego programu badawczego⁶ i dotyczy charakteryzowania mikrostereometrii powierzchni stalowych, przygotowywanych do ulepszania powierzchniowego za pomocą azotowania.

2. Metoda analizy

W przedstawionej poniżej analizie skupiano się głównie na porównywaniu

⁴ Z teoretycznego punktu widzenia na pomiar topografii powierzchni, dla reprezentatywności pomiaru SRa ważna jest wielkość powierzchni poddanej pomiarowi i gęstość punktów pomiarowych.

⁵ Jan Kaczmarek, Tomasz Klimczak – Porównanie dwuwymiarowej oceny chropowatości powierzchni z oceną trójwymiarową, V Forum Prac Badawczych „Metodologia w procesach wytwarzania”, Kraków, 1994.

⁶ Projekt badawczo-rozwojowy w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej p.t. Mikrostereometria Azotowanych Powierzchni Stalowych (MAPS_IMP).

charakterystyki mikrostereometrii metodą R_a i SR_a , z *bardziej kompleksową oceną, uwzględniającą zarówno więcej tzw. pionowych (lub wysokościowych) parametrów chropowatości, jak i także inne parametry, decydujące o różnych właściwościach powierzchni*⁷. Metoda ta jest sygnowana wstępnie, umownym akronimem **SCGC**, od słów: Symmetrical Curve of Geometrical Contact (Symetryczna Krzywa Geometrycznego Styku).

Relacjonowane badania obejmowały pomiary mikrostereometrii powierzchni trzech grup próbek (A, B i C) z tej samej stali węglowej, wykonanych wykończając w taki sposób, że:

– próbki A i C obróbio się obróbką ścierną (szlifowaniem), ale tak, żeby wartość R_a była znacząco różna; Natomiast

– próbki grupy B były wykonane toczeniem diamentowym tak, aby uzyskać wartość R_a taką samą jak grupa A.

Przy pomocy metody SCGC⁸ można określać parametry wysokościowe (pionowe), a w tym parametr SR_a , parametry stykowe (poziome), charakteryzujące przewidywany styk geometryczny, a także powierzchnię rozwiniętą, uwzględniającą chropowatość powierzchni, oraz objętość materiału i tzw. „pustek”, czyli powietrza, w strefie chropowatości. Dzięki temu uzyskuje się więcej danych dla przewidywania zachowania się powierzchni w różnych warunkach jej użytkowania i modyfikowania.

Dane te uzyskiwano przy pomocy programu komputerowego JK_C⁹, którego graficznym wynikiem są wydruki krzywej SCGC wraz z najważniejszymi parametrami oceny.

Najważniejszą cechą metody SCGC jest to, że charakteryzuje ona całą przestrzeń chropowatości, obejmującą zarówno chropowatość, falistość i inne skażenia¹⁰ nominalnej powierzchni. Zatem jest to metoda znacznie wierniej opisująca mikrostereometrię powierzchni, niż metoda jednopofilowa.

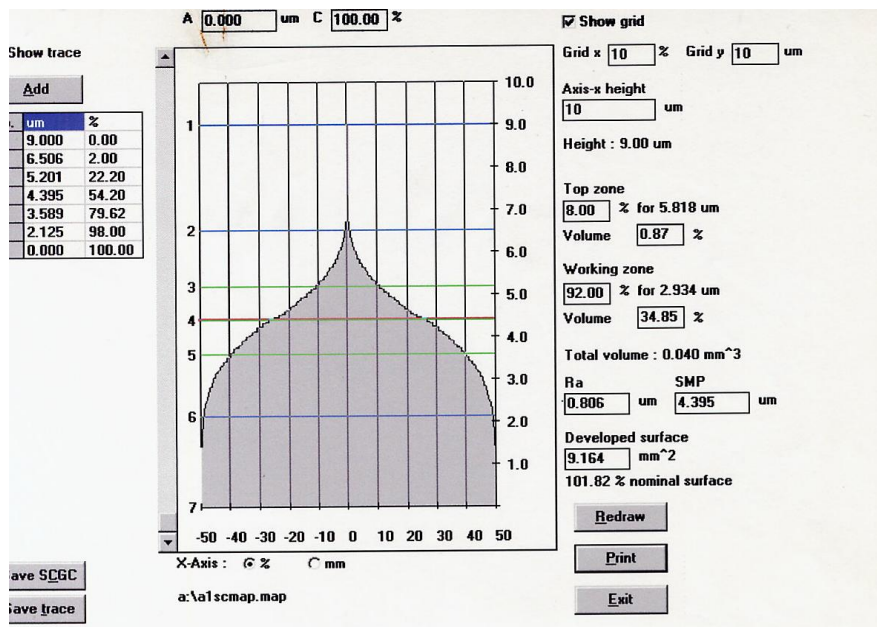
Przykład wyglądu takiego wydruku zawiera rys. 1, a jego interpretacja jest wyjaśniona przy pomocy opisu SCGC, przedstawionego na rys. 2.

⁷ Metoda ta została opracowana, przez autora niniejszego artykułu, w ramach projektu badawczego Komitetu Badań Naukowych, p.t. „Metodologia i metoda obiektywnego diagnozowania stanu technologicznej warstwy wierzchniej elementów maszyn” (Nr 3-0977-91-01).

⁸ Metoda ta była w latach 1993-98 weryfikowana w wielu badaniach, które potwierdziły jej celowość i przydatność w stereometrycznym pomiarze i ocenie mikrostereometrii powierzchni, konstytuowanych prawie wszystkimi metodami technologii kształtujących. Niektóre publikacje z tych badań zostały zamieszczone w wykazie literatury.

⁹ Autorami programu JK_C są prof. Jan Kaczmarek i inż. Marek Dąbrowski. Program został opracowany w ramach realizacji Projektu Badawczego KBN KONTAKT (Nr. 7 T08C 028 11), realizowanego w IPPT PAN.

¹⁰ W szczególności wpływ aperiodycznych drgań całego układu obrabiarka-uchwyt-przedmiot-narzędzie (O-U-P-N)



Rys. 1 – Przykład wydruku SCGC (za pomocą programu JK_C) szlifowanej zgrubniej powierzchni stalowej,

Fig. 1 – An example of SCGC printout (made by JK_C program) of roughly ground steel surface,

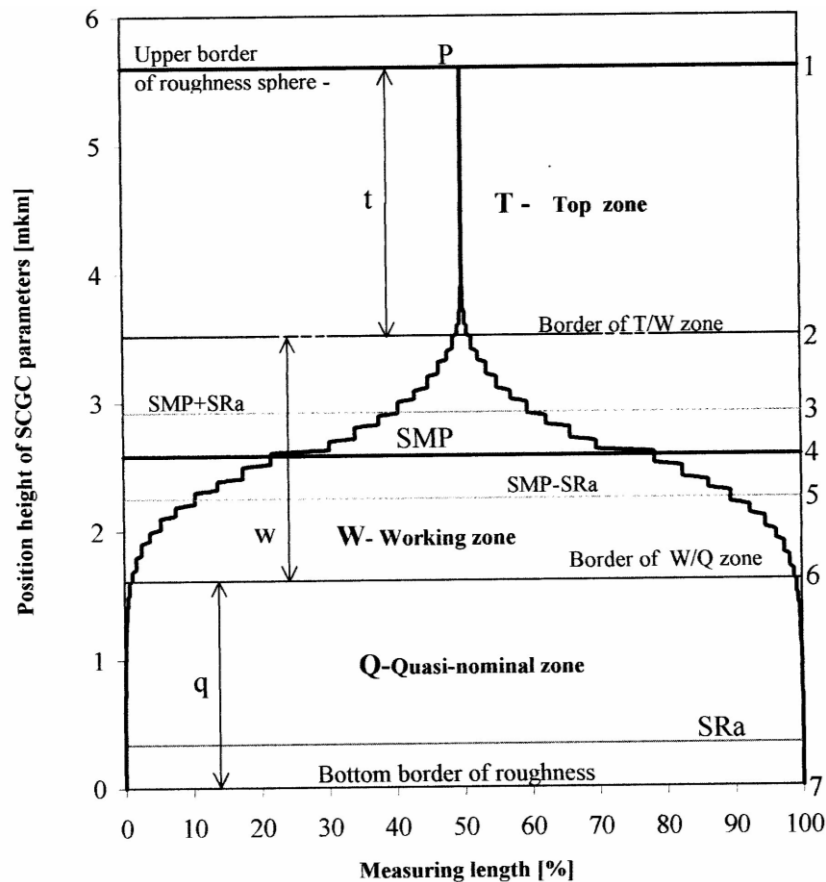
Na rys. 2 przedstawione są następujące parametry SCGC:

- punkt P (na linii 1) – to jest wierzchołek (*Peak*) SCGC, to jest najwyższy punkt w przestrzeni chropowatości, przez który przechodzi płaszczyzna równoległa do średniej płaszczyzny chropowatości, będąca górną granicą przestrzeni chropowatości,
- T/W (linia 2) – umowna¹¹ granica stref chropowatości: wierzchołkowej, T (*Top Zone*), oraz roboczej, W (*Working Zone*). Za kryterium dla doboru wartości tej granicy, dla chropowatości powierzchni współpracujących, przyjmuje się takie pole kontaktu, przy którym nie występuje zacieranie montażowe. W omawianych badaniach przyjęto graniczną wartość długości kontaktu równą 2% odcinka pomiarowego (a więc 60 mkm] na 3000 [mkm] długości pomiarowej).
- SMP+SRa (linia 3) – płaszczyzna przechodząca na wysokości SMP+SRa (gdzie SMP – *Stereometric Mean Plane*): stereometrycznie wyznaczona średnia płaszczyzna średniego profilu przestrzeni chropowatości. Zaś SRa oznacza stereometrycznie wyznaczoną wartość średnią parametru Ra (definicja Ra według D. J. Whitehouse'a¹² brzmi: *Mean Departure of the Profile from the Reference Line*).

¹¹ Umowna w tym sensie, że wybiera się stosowne kryterium do określenia granicznej wartości kontaktu geometrycznego (np. jak wyżej wspomniane kryterium dopuszczalnego nacisku jednostkowego).

¹² D. J. Whitehouse – Handbook of Surface Metrology, Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, 1994, p.14.

- SMP (linia 4) – płaszczyzna średnia przestrzeni chropowatości,
- SMP-SRa (linia 5) – płaszczyzna przechodząca na wysokości SMP-SRa,
- W/Q (linia 6) - umowna granica stref chropowatości: roboczej W i quasi nominalnej Q (*Quasi-Nominal Zone*), która w danym przykładzie przechodzi na wysokości kontaktu, równego 98 % odcinka pomiarowego¹³,



Rys. 2 – Opis układu i treści wydruku SCGC programem JK_C.

Fig. 2 – Structure and content description of SCGC printout by JK_C program

- D – D (na linii 7) – dno (*Depth*) wgłębień SCGC, to jest najniższy punkt w przestrzeni chropowatości. przez który przechodzi płaszczyzna równoległa do średniej płaszczyzny chropowatości, będąca dolną granicą przestrzeni chropowatości.

¹³ Wybór wartości 98 % wynika stąd, że w przypadku, gdy powierzchnia jest ukształtowana w ostatnim przejściu przez narzędzie w taki sposób, że zbiera ono całą poprzedzającą strefę chropowatości, to w przeważającej liczbie przypadków zarys SCGC wzniesień i wgłębień jest prawie jednakowy.

Obszar pomiędzy:

- linią 1 i linią 2, stanowi strefę wierzchołkową, **T**, o wysokości równej **t**;
- linią 2 i linią 6, stanowi strefą roboczą, **W**, o wysokości równej **w**;
- linią 6 i linią 7, stanowi strefę quasi-nominalną, **Q**, o wysokości **q**.

Oprócz wymienionych parametrów stosuje się także przy ocenie powierzchni, które są obrabiane wykańczająco przez niepełne zebranie poprzedniej przestrzeni chropowatości, parametry: odchylenia górnego (**UD** – *Upper Deviation*) i odchylenia dolnego (**LD** – *Lower Deviation*).

Przez odchylenie górne uważa się odległość pomiędzy płaszczyzną średnią SMP (linia 4) a płaszczyzną przechodzącą przez szczyt SCGC, czyli górną płaszczyzną przestrzeni chropowatości (linia 1). Przez odchylenie dolne rozumie się analogicznie odległość pomiędzy płaszczyzną średnią (linia 4), a równoległą do niej, dolną płaszczyzną, przechodzącą przez najniższy punkt D (dno) przestrzeni chropowatości (linia 7).

Stosunek $d = UD/LD$ charakteryzuje asymetrię przestrzeni chropowatości spowodowaną operacjami obróbki kształtującej.

Linia SRa, która jest tylko odwzorowaniem wartości, a nie położenia, SRa, jest umieszczona przy podstawie pola SCGC, aby unaocznić proporcję wielkości SRa w stosunku do wielkości parametrów SCGC.

Sama krzywa SCGC stanowi granicę pomiędzy umownie¹⁴ zsumowanym materiałem (pod krzywą), a pustkami powietrznymi (nad krzywą). Z definicji przestrzeni chropowatości wynika, że uśrednione pole materiału pod krzywą SCGC, pomnożone przez długość skanowania, daje w wyniku łączną objętość materiału w przestrzeni chropowatości. Dlatego na wydruku JK_C, podawana jest jej wartość (*Total volume*).

Na tej samej zasadzie są wyliczane i podawane na wydruku JK_C wartości objętości stref przestrzeni chropowatości (*Top zone volume*, *Working zone volume*). Objętość strefy quasi-nominalnej stanowi różnicę pomiędzy objętością całkowitą i sumą objętości stref roboczej i wierzchołkowej.

Ponadto na wydruku JK_C jest prezentowana wartość rozwiniętego pola powierzchni w przestrzeni chropowatości. Jest ona wyliczana z macierzy przestrzennych współrzędnych punktów pomiarowych chropowatości. Oczywiście jest, że wartość tego wyliczenia będzie tym bliższa wartości rzeczywistej powierzchni chropowatości, im większa jest gęstość pomiarów i im mniejszy będzie tzw. efekt kopertowy.¹⁵ Na skutek tego uzyskiwane wartości rozwiniętej powierzchni, po pomiarach stykowych, bardzo niewiele różnią się od wielkości nominalnej.

Ten niedomiar wynika z niemożliwości pełnego uwzględniania tzw. submikrochropowatości, ze względu na brak odpowiednich środków pomiarowych. Pomimo to warto mierzyć – nawet z aktualnie nieokreślonym

¹⁴ SCGC stanowi konwersję t. zw. krzywej nośności (*krzywej Abbotta-Firestone'a*), w taki sposób, aby każda jej odcięta, obrazująca kontakt geometryczny, została przesunięta równoległe tak, aby środek jej długości znalazł się na prostej prostopadłej do odcinka pomiarowego w połowie jego długości.

¹⁵ Efektem kopertowym nazywa się błąd pomiaru przy stykowym pomiarze chropowatości wynikający ze skończonej wielkości „stylusa” (ostrza czujnika), dotykającego chropowatej powierzchni. Im większe jest zaokrąglenie tego ostrza, tym bardziej mierzona chropowatość będzie gładszą obwiednią rzeczywistej powierzchni.

niedomiarem – powierzchnię rozwiniętą, bo choć różnice między nią, a wartością nominalną są małe, to jednak procentowe zmiany są na tyle znaczne, że można uznać je jako dostatecznie czuły wskaźnik oceny chropowatości. Z tego powodu na wydrukach JK_C jest podawana wielkość powierzchni rozwiniętej¹⁶.

Program JK_C automatycznie zamieszcza na wydruku SCGC położenie płaszczyzny średniej oraz płaszczyzn, położonych o wartość SRa wyżej i niżej od SMP, z trzech powodów. Po pierwsze dlatego, aby poprzez te wielkości *uczynić metodę SCGC kompatybilną do dotychczasowych metod pomiaru i oceny chropowatości*. Po drugie dlatego, aby unaocznic, że *położenie płaszczyzny średniej jest bardziej miarodajną wielkością dla charakterystyki chropowatości, niż SRa*¹⁷, oraz – po trzecie – żeby wykazać, że *położenie SMP powiększone i pomniejszone o wartość SRa jest miarodajnym wskaźnikiem oszacowania, choć z niedomiarem, rozmiarów i objętości strefy roboczej*.

3. Badania korelacji parametrów wysokościowych

Do badań użyto po 5 próbek grupy A i C, wykonywanych wykańczająco za pomocą szlifowania, ale z tak zmieniającymi parametrami technologicznymi, aby uzyskać wartości SRa: w grupie A 0,33(+/- 0,01) [mkm], średnio 0,336 [mkm]; a w grupie C odpowiednio – 0,80(+/- 0,01)[mkm], średnio 0,806 [mkm]. Trzecią grupę próbek (B) stanowiły próbki toczone diamentem, w warunkach, które w wyniku miały ukonstytuować wartość SRa taką samą, jak w grupie A. W praktyce udało się uzyskać średnią wartość SRa = 0,342 [mkm], wobec czego obliczeniowa różnica wobec grupy A wynosiła 6 nanometrów, co uznano za znikomo znaczące dla celu prowadzonych badań.

Wszystkie grupy próbek były badane metodą SCGC, z punktu widzenia: parametrów chropowatości, rozkładu objętości materialu i pustek w przestrzeni chropowatości oraz różnic w stopniu rozwinięcia powierzchni. Wartości tych wielkości odnoszono w pierwszym rzędzie do wartości SRa, aby określić występujące między nimi korelacje, a w rezultacie ocenić reprezentatywność parametru SRa dla charakterystyki mikrostereometrii powierzchni.

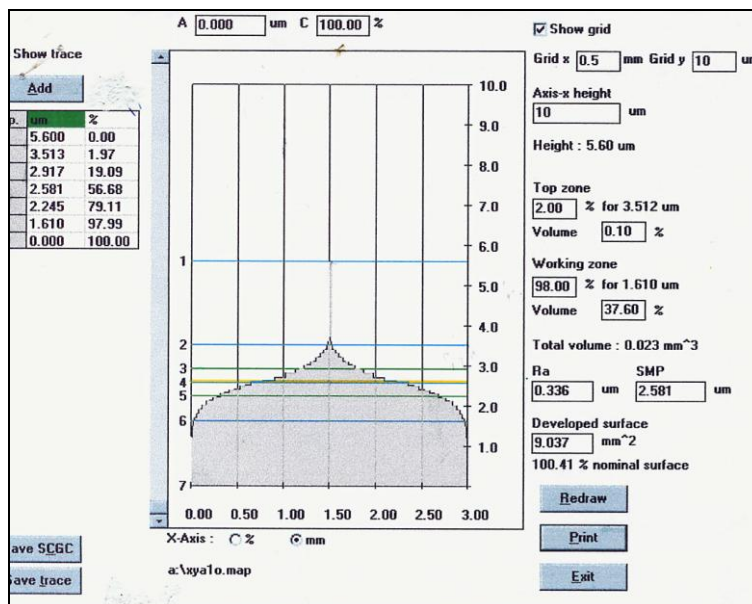
W pierwszym rzędzie należy przedstawić **wyniki pomiarów wielkości wywierających wpływ na właściwości użytkowe powierzchni**, a które są podawane albo możliwe do wyliczenia lub wydedukowania z wydruków JK_C.

Na rys. 3 przedstawiony jest wydruk JK_C dla reprezentatywnej próbki grupy A.

Analogiczne wydruki dla reprezentatywnych próbek grupy C i grupy B są przedstawione na rys. 4 i 5.

¹⁶ Można też spodziewać się, że w miarę doskonalenia metod pomiaru chropowatości i uwzględniania submikrochropowatości, teoretyczne i praktyczne znaczenie wartości powierzchni rozwiniętej będzie powiększało się.

¹⁷ Oczywiście przy ustaleniu układu odniesienia profilu. W przypadku relacjonowanych badań osłódcitych przeprowadzono przez najniższy punkt wgłębien w sferze chropowatości.



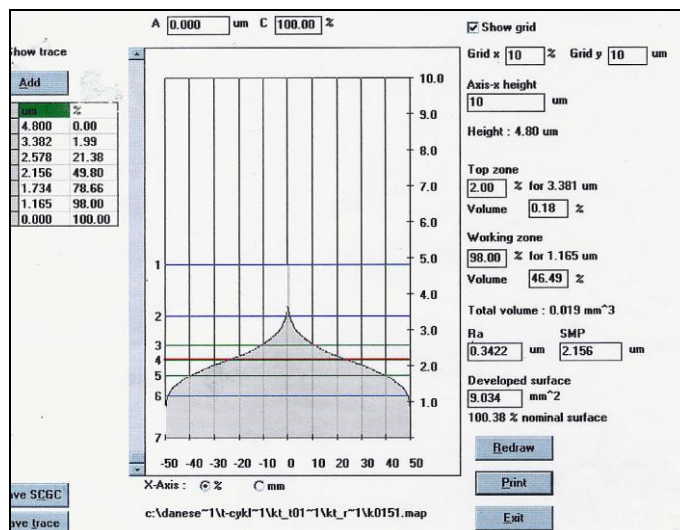
Rys. 3 – SCGC reprezentatywnej próbki grupy A wraz z jej parametrami wysokościowymi: P, T/W, SMP+SRa, SMP, SMP-SRa, W/Q i z wartością SRa (w opisie).

Fig. 3. SCGC of the representative sample of group A together with its vertical parameters: P, T/W, SMP+SRa, SMP, SMP-SRa, W/Q and with SRa value (in description)

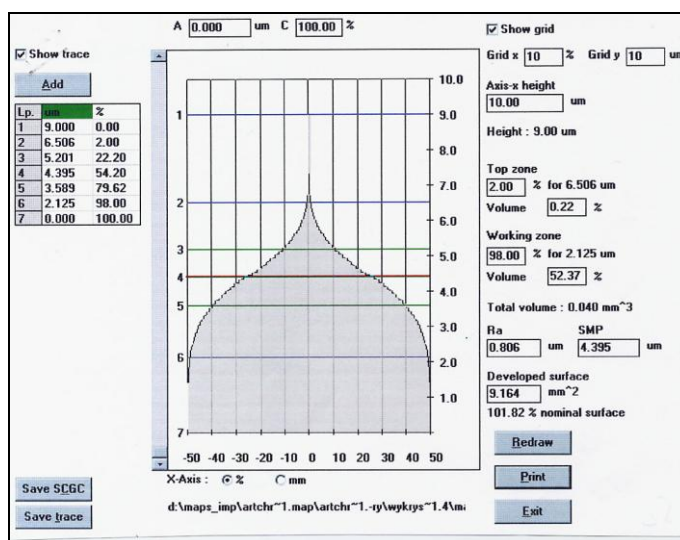
Pierwszym spostrzeżeniem wizualnym z porównania wymienionych rysunków jest, że *ogólny kształt SCGC jest analogiczny we wszystkich grupach próbek, ale wielkość pola SCGC wyraźnie powiększa się, co jest oczywiste, gdy rośnie wartość SRa.*

Drugą wizualną konstatacją wynika z **porównania maksymalnej amplitudy poszczególnych profili chropowatości i zarysu złożonej z nich SCGC.** *We wszystkich przypadkach wielkość rozpiętości pomiędzy najniższym i najwyższym punktem poszczególnych profili jest mniejsza od wysokości przestrzeni chropowatości, nyoobrażonej przez SCGC.* Można to prześledzić na przykładzie próbki z grupy C, obserwując spośród 101 profili, składających się na przestrzeń chropowatości badanej próbki, trzy losowo wybrane profile, pokazane na rys. 6.

Pierwsze dwa profile są równoległe i były skanowane ortogonalnie w stosunku do odcinka pomiarowego w odległości 0,5 mm (rys. 6a) i 2,5 mm (rys. 6b) od początku układu. Jak to jest widoczne z wykresów, zarys profilu na odległości 0,5 mm mieści się w zakresie od $R_{min} = 4,58$ [mkm] do $R_{max} = 8,11$ [mkm]. Czyli rozpiętość zarysu wynosi 3,53 [mkm]. Natomiast zakres profilu skanowanego na odległości 2,5 mm ma minimalną amplitudę 1,61 [mkm] a maksymalną 6,76 [mkm], a więc rozpiętość zarysu wynosi 5,15 [mkm]



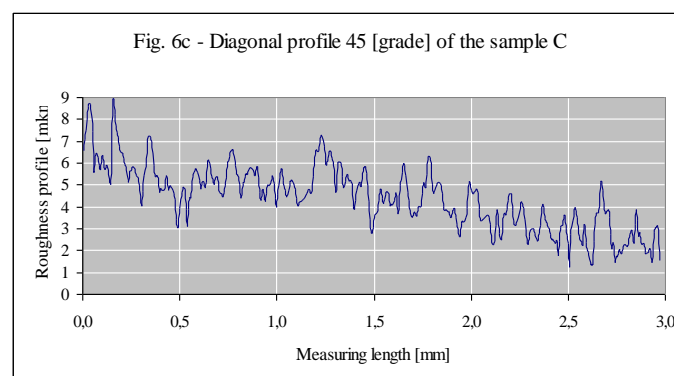
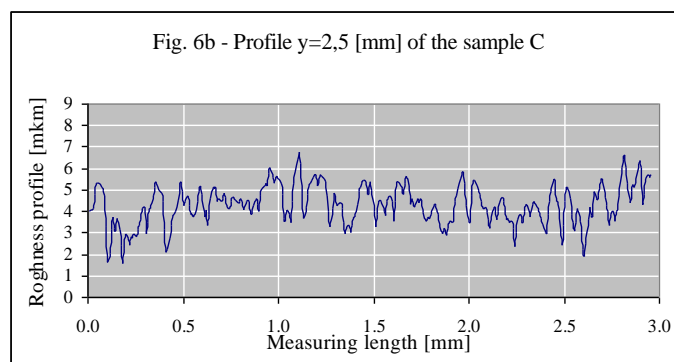
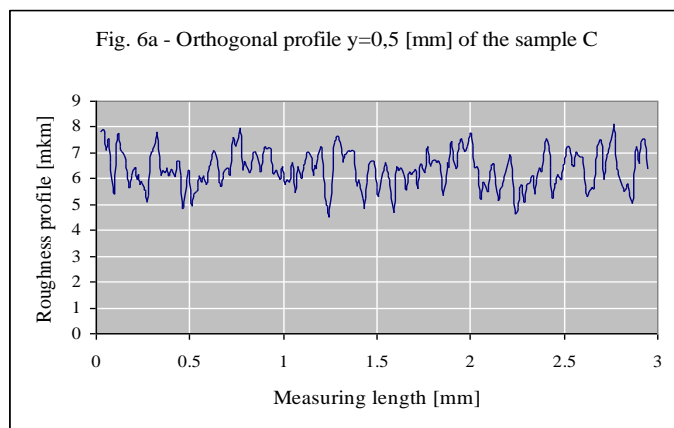
Rys. 4 – SCGC reprezentatywnej próbki grupy B wraz z jej parametrami wysokościowymi jak w rys.3
 Fig. 4. SCGC of the representative sample of group B together with its vertical parameters like in Fig. 3



Rys. 5 – SCGC reprezentatywnej próbki grupy C wraz z jej parametrami wysokościowymi jak w rys.3
 Fig. 5. SCGC of the representative sample of group C together with its vertical parameters like in Fig. 3

Większy zakres amplitud obejmuje profil tej samej przestrzeni chropowatości, ale pomierzony pod kątem 45° do kierunku skanowania (rys. 6c).

Minimalna amplituda wynosi tutaj 1,7 [μm] a maksymalna 9 [mkm], a rozpiętość zarysu 7,3 [mkm].

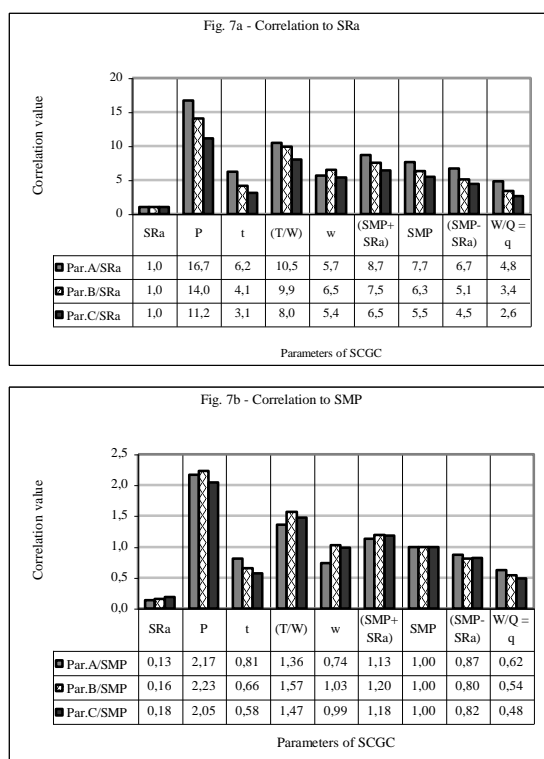


Rys. 6 – Zakres położenia i amplitud (wzniesień i wgłębień) profili w przestrzeni chropowatości próbki C

Fig. 6 - Range of profile position and amplitudes (upgrades and cavities) in roughness space of sample C

We wszystkich przytoczonych profilach ich wysokości są mniejsze od wysokości przestrzeni chropowatości, czyli od wysokości SCGC. Dla tych trzech profili sumarycznie zakres amplitud rozciąga się od 1,61 do 9 [mkm] włącznie. Przeszukując kolejne profile, skanowane pod różnymi kątami, znaleźliśmy i taki, którego minimalny zakres amplitudy w przestrzeni chropowatości zaczynał się od zera. Wobec tego rozpiętość wysokości pomiędzy najniższym i najwyższym punktem wszystkich profili wynosi 9 [mkm], czyli dokładnie tyle, ile wynosi wysokość SCGC.

Omówiony przykład wskazuje, że *położenie poszczególnych profili chropowatości tej samej powierzchni podlega losowym fluktuacjom, wymuszonym przez kinematyczno-dynamiczne zachowania się układu technologicznego O-U-P-N. Opieranie więc ocen chropowatości na podstawie wyników badań jednoprotylowych może być mniej lub więcej odległe od rzeczywistego obrazu mikrostereometrii. Zrozumiałe jest, zatem, że znormalizowane położenie MP i wartość Ra, wyrażone liczbowo dla każdego oddzielnego profilu, mogą różnić się. Tym bardziej różnica taka występuje pomiędzy poszczególnymi profilami, a profilem SCGC, dla którego wyznacza się SRa i SMP.*



Rys. 7 – Porównanie korelacji parametrów pionowych SCGC próbek A, B i C w odniesieniu do ich SRa i SMP

Fig. 7 – Comparison of SCGC vertical parameters correlation with reference to SRa and SMP of samples A, B and C

Oczywiste więc jest, że stereometryczna metoda oceny, jaką jest SCGC,

umożliwia dokonywanie adekwatniejszej oceny powierzchni, a stopień jej wierności wobec rzeczywistej powierzchni, zależy od gęstości próbkowania i rozmiarów powierzchni mierzonej, w stosunku do całej powierzchni ocenianej.

Po powyższych uwagach, dotyczących wszystkich grup próbek, **przedstawimy wyniki analizy korelacji poszczególnych parametrów SCGC próbek A, B i C, względem ich SRa i SMP.** Wyniki tych relacji są zilustrowane graficznie i liczbowo na rys. 7a i 7b.

Z analizy tych rysunków nasuwają się następujące konstatacje:

Σ nie występuje korelacja liniowa (wprost proporcjonalna) parametrów ani w odniesieniu do SRa ani do SMP, zaś nieliniowość korelacji, choć jest nieco różna dla każdego parametru, to jednak w przypadku odniesienia do SRa wykazuje wartości malejące ze wzrostem wartości SRa;

Σ przebieg zmienności parametrów próbki B (toczonej) wykazuje, że pomimo takiej samej wartości SRa jak na próbce A, wartości ich korelacji różnią się, co potwierdza, że każdy proces technologii kształtującej ma swoje odrębne cechy indywidualne. Oznacza to, że *wnioskowanie o cechach przestrzeni chropowatości powierzchni o takiej samej wartości SRa, ale obrabianych innymi technologiami może prowadzić do błędów;*

Σ różnice względne w wartościach korelacji względem SMP są kilkakrotnie (do około 8 razy) mniejsze, niż w odniesieniu do SRa, co wskazuje, że *błędy szacowania wartości innych parametrów na podstawie wartości SMP będą wypadły mniejsze, niż posługując się korelacją opartą na SRa.*

To ostatnie spostrzeżenie, oraz fakt, że położenie wysokości SMP jest średnią arytmetyczną wartości rzędnych SCGC, przemawia za celowością posługiwania się danymi korelacji opartej na wartości SMP.

Omawiając korelacje parametrów pionowych, jest celowe poświęcić nieco uwagi **wysokości strefy wierzchołkowej t**, która jest parametrem sygnalizującym, a zarazem miernikiem wpływu losowości kinematyczno-dynamicznej na kształt SCGC. Albowiem *im większa jest wysokość strefy wierzchołkowej (podobnie jak i wysokość strefy quasi-nominalnej), tym większy jest wpływ nieperiodycznego, losowego oddziaływania układu technologicznego (O-U-P-N).*

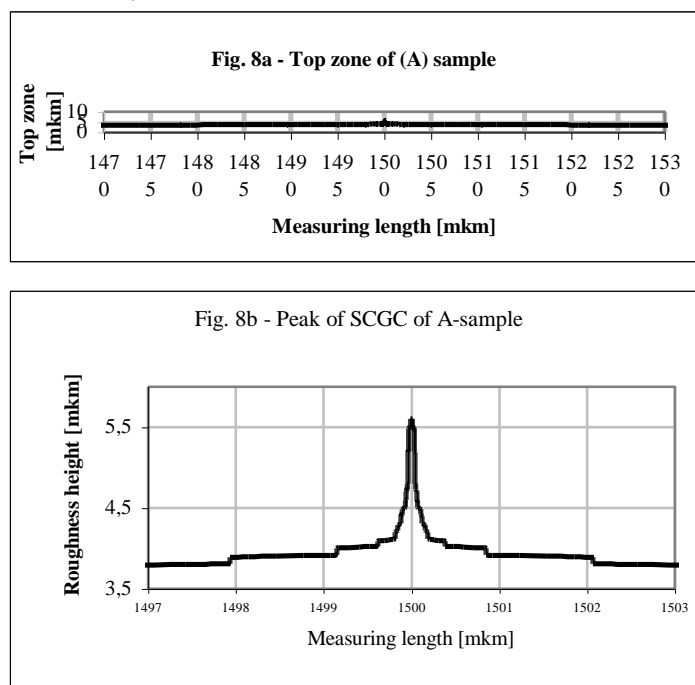
Wypada przy tej okazji uściślić mniemanie, które przewijają się jeszcze w literaturze badawczej, jakoby wysokość strefy wierzchołkowej była powodowana tylko tzw. „strzępkami”, to jest luźno związanymi z materiałem obrabianym, mikronowymi drobinami materiału. Możliwość występowania takiego zjawiska nie można negować. Jednakowoż *najczęściej główną przyczyną dużych wysokości strefy wierzchołkowej są poszczególne, najwyższe wzniesienia profilów.*

Można to wykazać na przykładzie rys. 8, który przedstawia w skali izometrycznej¹⁸, strefę wierzchołkową (8a) i jej szczyt (8b) (będący zarazem szczytem SCGC próbki grupy A, to jest powierzchni ukształtowanej przy pomocy szlifowania, a więc technologii kształtującej o typie probabilistycznym¹⁹).

¹⁸ Skalą izometryczną nazywa autor przedstawienie wykresu we współrzędnych ortogonalnych, posiadających identyczne moduły (podziałki) skalowe.

¹⁹ Technologią probabilistyczną nazywamy sposób kształtowania powierzchni, gdy jej mikrostereometria może być prognozowana tylko z określonym prawdopodobieństwem, posługując się znanymi zależnościami kinematyczno-geometrycznymi procesu technologicznego i całego układu O-U-P-N.

Podkreślenie, iż skala musi być izometryczna bierze się stąd, że wszelkie wykresy chropowatości zwykle się przedstawiać w skali anizometrycznej, to znaczy, że *podziałka skali osi odcinka pomiarowego jest kilkasetkrotnie większa, niż skala wysokości chropowatości*. Na skutek tego nawet specjaliści ulegają czasem wizualnej autosugestii, że strefa wierzchołkowa jest tworem spiczastym, nader wąskim i stromym.

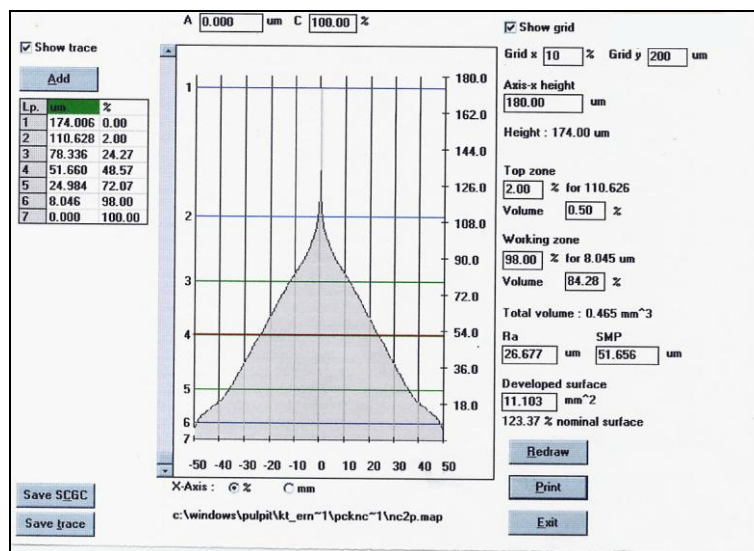


Rys. 8 – Strefa wierzchołkowa próbki A i jej szczyt w skali izometrycznej
 Fig. 8 – Top zone and its peak of sample A in isometric scale

Jeśli jednak strefę wierzchołkową przedstawimy w skali izometrycznej, okazuje się, że jest to twór w znacznej części prawie płaski. Tak właśnie wygląda szczyt strefy wierzchołkowej powierzchni szlifowanej, przedstawiony na rys. 8. Podstawa tej strefy, stanowiąca 2 % odcinka pomiarowego, stanowi 60 [mkm]. W przybliżeniu około połowy strefy wierzchołkowej ma w skali wykresu jeszcze bardzo płaski przebieg. Jedyne sam szczyt, o szerokości u podstawy mniej niż 1 [mkm] i wysokości również rzędu 1 [mkm], jest być może plastyczną „wypływką” lub „zawijką”, wywołaną stępieniem ostrzem ziarna skrawającego²⁰. Zatem to nie tylko „strzępek”, ale także lub głównie jedno lub parę największych wzniesień chropowatości poszczególnych profilów, powstających losowo na skutek wpływów dynamicznych, składa się na strefę wierzchołkową.

²⁰ Takie wypływki czy zawijki powstają na całej powierzchni chropowatej co wykazują badania optyczne powierzchni. Wykrywanie ich obecności stykowymi pomiarami chropowatości jest trudne, bo ich odwzorowania są traktowane jako część profili lub jako t.zw. submikrochropowatość.

Znaczenie strefy wierzchołkowej polega więc, w pierwszym rzędzie na tym, że jest ona jednym z parametrów oceny jakości technologii kształtującej. Im większa jest jej wysokość, tym gorzej ocenia się stan układu OUPN.



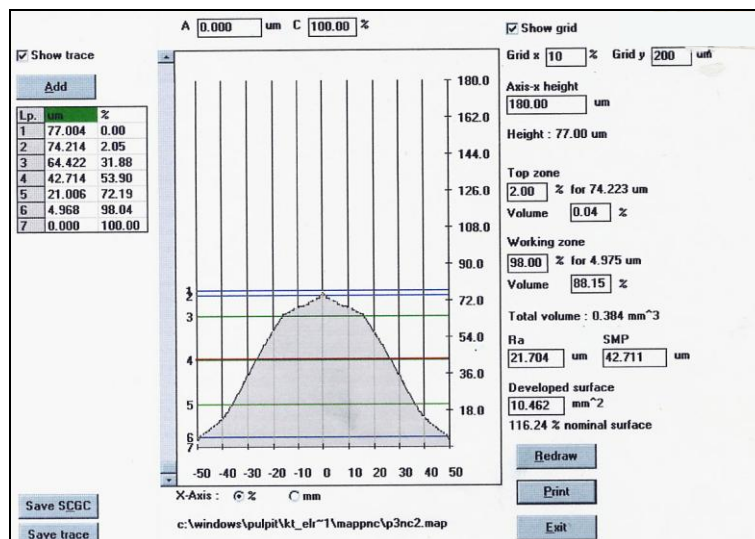
Rys. 9a – Przykład wydruku SCGC powierzchni toczonej zgrubnie przed jej płaskim zgnioście statycznym

Fig. 9a – An example of SCGC printout of roughly turned surface before its planar static overloading

W połączeniach statycznych znaczenie strefy wierzchołkowej jest znikome, gdyż pod wpływem obciążenia w granicach stosowanych w konstrukcjach maszynowych, następuje zmniejszenie jej wysokości na skutek zgniotu lub wgniotu plastycznego. Przykład taki²¹ przedstawiony jest na rys. 9, gdzie zestawiono dwa wydruki JK_C z obrazem SCGC po procesie kształtowania toczeniem (Rys. 9b) i po obciążeniu tej powierzchni do granicy 300 MPa.

Najwidoczniejszym efektem zgniotu jest bardzo duże pomniejszenie rozmiarów strefy wierzchołkowej, gdyż jej wysokość uległa zmniejszeniu o 96 %. Można także odczytać z przytoczonych wydruków, że wysokość sumy stref roboczej i quasi-nominalnej zmalała z ok. 110 [mkm] do ok. 74 [mkm], czyli o ok. 33 [%]. Równocześnie jednak nastąpiło speczenie objętości chropowatości. Kierunki przemieszczania plastycznej deformacji materiału można dostrzec z dostatecznym przybliżeniem przez nałożenie zarysu SCGC przed i po zgnioście. Uwidoczniono to na rys. 10.

²¹ Ze względu na większe i wyraźniejsze skutki zgniotu celowo wybrano płaską powierzchnię, toczonej w warunkach obróbki zgrubnej, aby uzyskać bardzo dużą chropowatość.



Rys. 9b – Przykład wydruku SCGC powierzchni toczonej zgrubnie po jej płaskim zgnioście statycznym

Fig. 9b – An example of SCGC printout of roughly turned surface after its planar static overloading

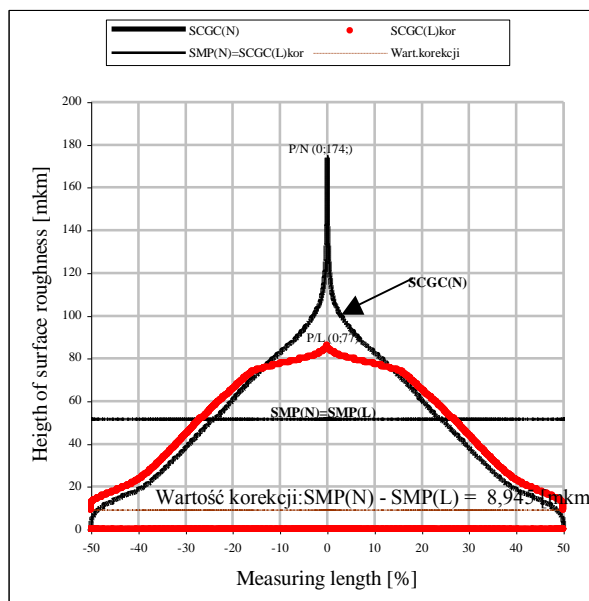
Przybliżenie obrazu przemieszczeń materiału na rys. 10 zostało spowodowane tym, że jako kryterium porównania zarysów SCGC przyjęto - dla uproszczenia - zrównanie położenia SMP, czyli obu linii: $SMP(N) = SMP(L)$. W rzeczywistości położenie $SMP(L)$ powinno być takie, aby suma materiału znajdującego się pomiędzy $SMP(L)$ i $SMP(N)$, ale na zewnątrz zarysu $SMP(L)$, stała się równa sumie materiału pomiędzy $SMP(L)$ i $SMP(N)$, ale na wewnątrz zarysu $SMP(L)$. W danym przypadku zastosowanie tego właściwego kryterium spowodowałoby nieznaczne obniżenie położenia $SMP(L)$. W obu jednak sytuacjach widoczne jest, że na skutek zgniotu następuje nie tylko speczęnie wzniesień, demonstrujące się przede wszystkim zmniejszeniem strefy wierzchołkowej, ale też pewnym wypełnianiem wgłębień chropowatości.

Przedstawione objawy zgniotu i likwidacji strefy wierzchołkowej występują także w warunkach nacisków jednostkowych, normalnie stosowanych w konstrukcjach, ale w stopniu stosownie mniejszym, odpowiednio do wartości naprężeń.

W węzłach tribologicznych trzeba oceniać strefę wierzchołkową tym negatywniej, im jest ona wyższa. Albowiem tym większe jest wtedy prawdopodobieństwo zarodkowania miejscowych zatarć. Dygresyjnie można zauważyć, że nowoczesne, wysokojakościowe technologie nie wymagają wstępnego doglądania eksploatacyjnego dlatego, że zapewniają – między innymi – bardzo małe wysokości strefy wierzchołkowej.

Spośród pionowych parametrów SCGC największy stopień korelacji z wartością SRa wykazują parametry związane ze strefą roboczą, a wśród nich **wysokość strefy roboczej, w**. W rozważanym przypadku korelacja jest bliska

96%. To jest zrozumiałe, ponieważ wartość SRA zależy prawie proporcjonalnie od pola strefy roboczej.



Rys. 10 – Porównanie powierzchni chropowatej przed (N) i po zgnioście (L)

Fig. 10 – Comparison SCGC of roughness surface before and after overload.

Z punktu widzenia wysokościowych parametrów SCGC należy tym lepiej oceniać powierzchnie, im mniejsze mają wartości SRA, przy **równocześnie** jak najmniejszej wysokości położenia SMP. SRA jest bowiem miarą płaskości strefy roboczej, a wysokość położenia SMP lokuje się blisko połowy jej maksymalnej wysokości. Uzupełniającym kryterium jakości powierzchni chropowatej jest jak najmniejsza różnica pomiędzy wysokością strefy roboczej, a podwójną wartością stereometrycznego, średniego arytmetycznego odchylenia profilu SRA.

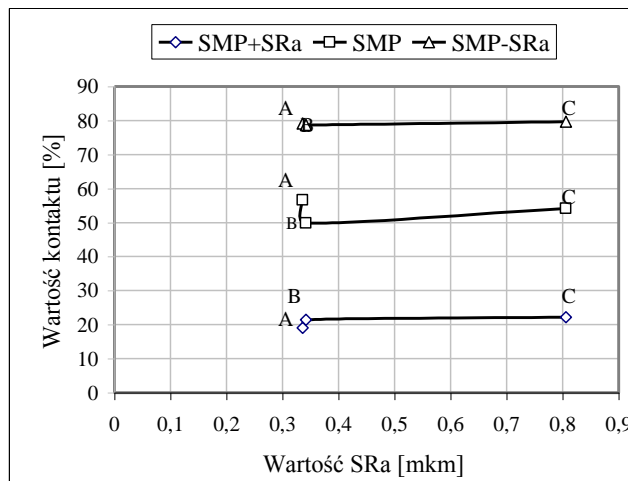
Pozostałe parametry wysokościowe (pionowe) SCGC, mające różnego rodzaju wpływy na właściwości użytkowe powierzchni, wykazują zmienną korelację z wartością SMP i SRA (od 28 % do ok. 70 %). (Wartości współczynników korelacji wszystkich SCGC zostały podane w zestawieniu zbiorczym na rys. 15).

4. Badania korelacji SRA z parametrami powierzchniowymi i objętościowymi

W profilowych badaniach stanu mikrometrii powierzchni największe znaczenie przydaje się wysokościowym parametrom chropowatości. Dlatego badania ich wpływu na zachowania eksploatacyjne powierzchni są nadal dominujące. *W metodzie SCGC, jako typowej metodzie stereometrycznej, uzupełnia się badania wpływu parametrów wysokościowych, pomiarami geometrycznego kontaktu oraz rozwiniecia rzeczywistej powierzchni chropowatej i rozłożenia objętości materiału w przestrzeni*

chropowatości.

Kontakt geometryczny chropowatości – podobnie jak jej wysokość – zmienia się od zera do 100 procent. Dlatego, aby dostrzec korelację kontaktu geometrycznego z wartością SRa i wysokością położenia SMP, trzeba wybrać te ich wartości, które są mierzone na płaszczyznach, które określają krańce lub położenie parametrów wysokościowych. Są to kontakty na granicy stref: wierzchołkowej i roboczej - C(T/W) oraz roboczej i quasi-nominalnej – C(W/Q), a także kontakty położenia płaszczyzn: C(SMP+SRa); C(SMP) i C(SMP-SRa).



Rys. 11 – Procentowy kontakt geometryczny na płaszczyznach położenia parametrów SMP i SMP(+/-)SRa, w zależności od wartości SRa

Fig. 11 –Geometrical percentage contact in position planes of parameters SMP and SMP(+/-)SRa in dependence from value SRa

Wykres ilustruje *prawie całkowitą niezależność procentowej²² wartości kontaktu od parametru SRa*. Jedynie kontakt na płaszczyźnie SMP dla próbki toczonej B wykazuje kilkuprocentową, mniejszą wartość, niż na takiej samej płaszczyźnie próbki szlifowanej A. Można wnioskować, że ta różnica jest spowodowana specyficznym dla toczenia rozkładem wzniesień i wgłębień chropowatości, innym niż po szlifowaniu.

Ogólnie można stwierdzić, że przedział zmienności kontaktu geometrycznego na omawianych płaszczyznach jest mały. W płaszczyźnie SMP+SRa oscyluje on w granicach 18-25 %, (w pierwszym przybliżeniu średnio 20%) w płaszczyźnie SMP w przedziale 48-58 (w pierwszym przybliżeniu średnio 50%), a w płaszczyźnie SMP-SRa w granicach 77-82 % (w pierwszym przybliżeniu 80%). Wyniki takie pozostają w zgodności z wcześniejszymi i obszerniejszymi badaniami, prowadzonymi przez autora²³

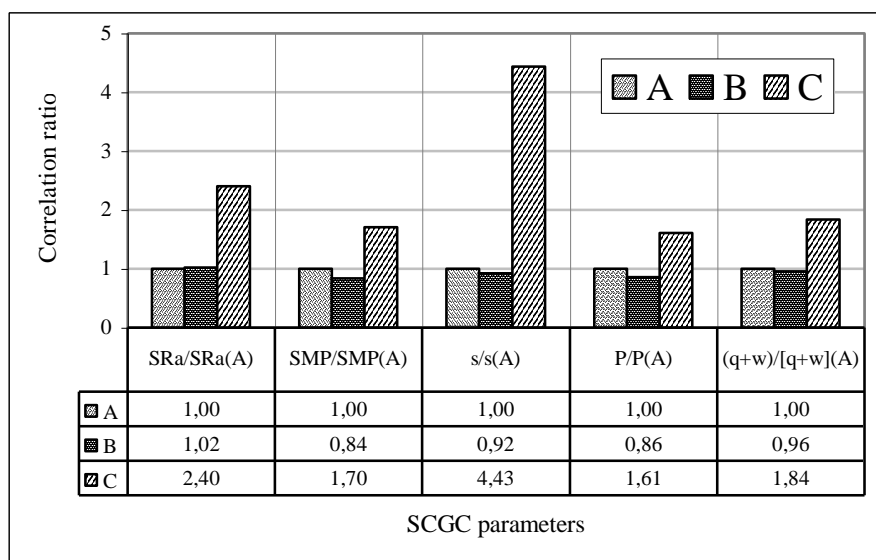
²² W stosunku do powierzchni nominalnej, co przy stałej długości skanowania jest równoznaczne z długością odcinka pomiarowego.

²³ Projekt Badawczy KBN : Nr 7 T08C 028 11, 1997–99.

Całkowicie analogiczne wnioski wyprowadza się, gdy analizuje się zależność procentowo określonego kontaktu od wysokości położenia SMP. Można więc powtórzyć wniosek, że występuje *prawie całkowita niezależność procentowej wartości kontaktu geometrycznego od parametru SMP*.

Bardzo interesująca i przydatna jest **znajomość pola rzeczywistej powierzchni chropowatej**. Albowiem takie cechy użytkowe powierzchni jak korozyjność, katalityczność, refleksyjność, a także w pewnym stopniu zmęczeniowość, zależą od rzeczywistej powierzchni chropowatej, a nie od nominalnej powierzchni gładkiej. Niestety, wszelkie stykowe metody pomiaru chropowatości są obciążone błędami pomiarowymi, wynikającymi z wcześniej już wzmiankowanego efektu „kopertowego”. Na skutek tego tak zwana submikrochropowatość jest w pomiarach stykowych „niezauważalna”. W wyniku, pomiary rzeczywistej powierzchni rozwiniętej są obciążone błędem niedomiaru. Jednakże pomimo tego są one pożyteczne dla oceny jakości i prognozowania zachowań powierzchni chropowatej, gdyż pomimo małych wartości bezwzględnych przyrostu pomierzonej powierzchni rozwiniętej, przyrosty względne są wystarczające, dla ich analizy i wnioskowania.

Na rys. 12 zostały zilustrowane wyniki pomiarów powierzchni rozwiniętej próbek grupy A, B i C. Można zauważyć, że korelacja próbki toczonej (B), zarówno w odniesieniu do SRA jak i SMP jest stosunkowo dobra, bo zawiera się w zakresie +2 do -14 %. Drastycznie różnią się od tego stanu korelacyjne zależności próbki szlifowanej zgrubnie (C). Linia referencyjna oparta o SRA, na poziomie 2,4 wskazuje, że najważniejsza korelacja, to jest przyrostu powierzchni rozwiniętej (s), daleko odbiega od korelacji liniowej.



Rys. 12 – Porównanie korelacji pomiędzy przyrostem powierzchni rozwiniętej – s, SRA, SMP i szczytem SCGC oraz sumą wysokości stref roboczej i quasi-nominalnej

Fig. 12 – Comparison of correlations between developed surface increment – s – and SRA,

SMP, peak P of SCGC and sum of heights of working and quasi-nominal zones.

Na tle tych wyników, skokowy wzrost pola powierzchni rozwiniętej próbki C jest trudno wyjaśnić zależnościami geometryczno-wymiarowymi. Prawdopodobnie w warunkach obróbki próbki C pojawiło się znacznie więcej „czytelnych” dla czujnika submikrochropowatości. Powodem ich powstania może być to, że układ technologiczny OUPN był poddawany wtedy parokrotnie większym obciążeniom dynamicznym, co wywoływało odpowiednio większe amplitudy odkształceń o mniejszej (zazwyczaj) częstotliwości.

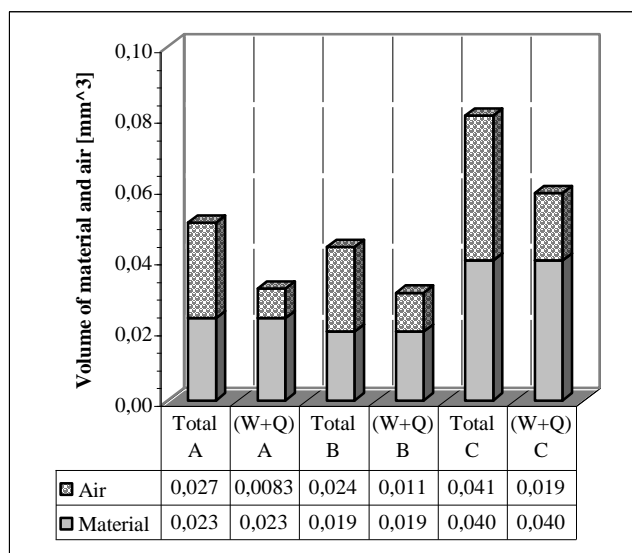
Jeszcze drastyczej przedstawia się korelacja przyrostu powierzchni rozwiniętej w odniesieniu do parametru SMP. Linia referencyjna SMP przecina słupek **S** na poziomie 1,70, a więc ponad nim pozostaje jeszcze 2,73. To znaczy, że stopień korelacji, a raczej nie-korelacji wyraża się liczbą 2,14.

Tak więc *żadna z przyjętych podstaw referencji korelacyjnej nie jest zadowalająca*. Problem o wiele szybszego powiększania się powierzchni rozwiniętej, niż powiększają się wymiary SCGC, które powinny geometrycznie decydować o wielkości tej powierzchni, wymaga jeszcze wnikliwszego przebadania.

Natomiast SMP koreluje prawie wprost proporcjonalnie – jak to widać z wykresu na rys. 12 - z wysokością wierzchołka SCGC i z sumą wysokości strefy roboczej i quasi-nominalnej.

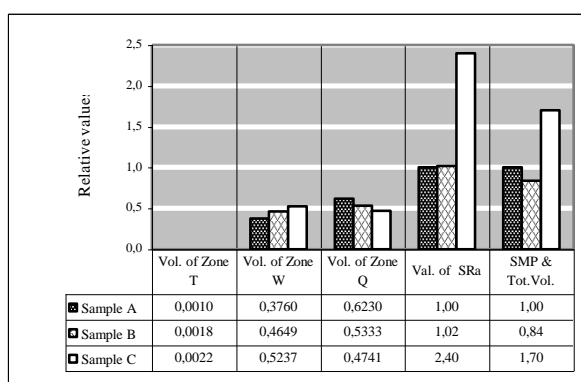
Bardzo istotną może być również informacja w **jakim stopniu jest wypełniona przestrzeń chropowatości materiałem, a ile w niej pozostaje pustek**, na ciecz lub gaz.

Odpowiedź na to pytanie daje, w odniesieniu do relacjonowanych badań, rys. 13. Przy jednakowym parametrze SRa, przestrzeń chropowatości próbek toczonych (Total B) cechują się nieco mniejszym wypełnieniem materiałowym (44 %), niż powierzchnie szlifowane (Total A - 46%). Natomiast, gdy technologia kształtująca pozostaje taka sama (szlifowanie), a zwiększa się parametr SRa lub SMP, wtedy wypełnienie materiałowe powiększa się (próbka A-46 % materiału, a próbka C – 49 % materiału).



Rys. 13 – Udział materiału i powietrza w przestrzeni chropowatości próbek A, B i C
 Fig. 13 – Volume fraction of material and air in roughness space of samples A, B and C

Rzeczą znaną jest jednak, że tak małe stosunkowo wypełnienie materiałowe wynika w istotnym stopniu z powodu niedoskonałości układu OUPN, czyli z powodu stosunkowo dużej wysokości strefy wierzchołkowej. Gdyby w obliczeniach zilustrowanych na rys. 13, pominąć strefy wierzchołkowe, odznaczające się dużą wysokością, ale znikomo małą objętością materiału, a uwzględnić tylko zsumowane objętości strefy roboczej W i strefy quasi-nominalnej Q – na wykresie podane jako (W+Q) z literą odpowiedniej grupy próbek - to wypełnienie materiałowe tych samych próbek byłoby znacznie większe. Dla próbki A wzrosłoby do 74% (więcej o 28%), dla próbki B doszłoby do 64% (więcej o 20%), a dla próbki C do 68% (więcej o 19%).



Rys. 14 – Porównanie rozkładu objętości w SCGC z SRA i SMP próbek A, B i C
 Fig. 14 – Comparison of volume repartition inside of SCGC and SRA and SMP of A, B and C samples

Równoczesne zestawienie wypełnienia objętościowego całej przestrzeni chropowatości (Total) i pomniejszonej o strefę wierzchołkową, T, czyli sumę stref (W+Q) unaocznia, jakie są możliwości poprawy wypełnienia materiałowego przez poprawę stanu OUPN.

Na rys. 14 przedstawiono jak zmieniają się relacje objętości materiału w poszczególnych strefach SCGC, gdy zmienia się wartość SRA lub SMP albo, gdy parametr SRA jest jednakowy, ale zamiast szlifowania stosuje się toczenie diamentowe (lub równoważne inne).

Z wykresu jest widoczne, że korelacja liniowa (wprost proporcjonalna) występuje jedynie w odniesieniu do całkowitej objętości materiału, gdy za kryterium przyjmuje się SMP. Wynika to – jak już wzmiankowano – po prostu z przyjętej definicji objętości. Wszystkie pozostałe relacje wskazują na korelacje mniej lub bardziej zmienne i różniące się od korelacji liniowej. *Zatem w ocenach porównawczych można posługiwać się parametrem SMP jedynie dla szacowania wartości objętości całkowitej i znikomo od niej różniącej się sumy objętości W+Q.* Wszystkie inne, dokładne oceny objętościowe wymagają pomiarów i obliczeń bezpośrednich.

Repartycja materiału na strefy chropowatości wykazuje też, że dla ocen jedynie objętościowych, z pominięciem wpływów fizykalnych, pomijalna jest wartość objętości strefy wierzchołkowej.

W konkluzji można stwierdzić, że *analiza sfery chropowatości metodą SCGC prowadzi do pogłębienia wiedzy o wielkości i rozmieszczeniu objętości materiału w przestrzeni chropowatości.*

5. Konkluzje i zalecenia

Najbardziej ogólną konkluzją z przedstawionych badań i analiz jest stwierdzenie, że **dla oceny powierzchni technologicznych i prognozowania ich zachowań eksploatacyjnych jest niewystarczające posługiwanie się pomiarami jednoprofilowymi, a tym bardziej w ich ramach posługiwanie się jednym parametrem Ra.**

Nie wystarcza również do tego celu przestrzennie wyznaczona wartość SRA poprzez skanowanie równoległe *bez zachowania tej samej, stałej bazy odniesienia*, gdyż umożliwia to jedynie niewielkie zwiększenie dokładności pomiaru parametru Ra, ale nie odzwierciedla konfiguracji rzeczywistej powierzchni, a więc nie uzasadnia do określania wyniku pomiaru jako SRA.

Z tego samego powodu nie powinno się stosować, bez specjalnego umotywowania, filtracji pomiarów przestrzennych wykonywanych z zachowaniem stałej bazy pomiarowej, np. po torze spiralnym.

Faktycznie przestrzenne pomiary powierzchni powinny odzwierciedlać rzeczywistą konfigurację jej mikrostereometrii i umożliwiać ustalenie niezbędnych parametrów dla charakterystyki geometrycznej, powierzchni rozwiniętej i repartycji objętości materiału w przestrzeni chropowatości.

Wymagania takie w określonym stopniu spełnia zastosowana metoda SCGC, będąca ewolucją krzywej Abbota-Firestone'a, charakteryzująca statystycznie całą przestrzeń chropowatości, a nie tylko profile jej przekrojów. Metoda ta zachowuje dużą kompatybilność z dotychczasowymi zasadami i środkami pomiarowymi chropowatości. Równocześnie metoda SCGC otwiera możliwości integrowania w spójną całość charakterystykę chropowatości i falistości, z

charakterystyką powierzchni rozwiniętej i repartycji materiału w przestrzeni chropowatości.

Zrelacjonowany fragment badań, mających na celu stwierdzenie, czy istnieją związki korelacyjne, które mogą umożliwić uniwersalną charakterystykę przestrzeni chropowatości poprzez jedną wielkość, zwłaszcza Ra lub SRa, przyniósł odpowiedź negatywną.

Natomiast zostały stwierdzone, z pomocą m.i. zestawienia na rys. 15, pewne zależności szczegółowe, które mogą być wykorzystywane przy ocenie stanu i prognozowaniu niektórych właściwości powierzchni.

Gdy wartości SRa w porównywanych próbkach (A i B) są równe sobie, to stwierdzono, że:

– stosunki wartości tych samych parametrów strefy roboczej (W) są prawie takie same;

– stosunki wszystkich parametrów innych stref i przestrzeni chropowatości są mniejsze od stosunku $SRa(B) : SRa(A)$, czyli mniejsze od jednośc (wyjątek stanowi stosunek objętości strefy wierzchołkowej);

– nawet przy jednakowej wartości SRa, na stosunki takich samych parametrów wywiera wpływ rodzaj obróbki. Przy czym obróbka kształtująca typu deterministycznego (czyli kształtowanie ostrzem zdeterminowanym, jakim jest ostrze tokarskie), cechuje się mniejszymi wartościami parametrów, niż obróbka narzędziem o zarysie ostrza typu losowego (czyli kształtowanie zbiorem ziaren ściernych o różnych kształtach, przyjmujących w toku obróbki losowe położenia) jakim jest szlifowanie.

Z powyższych stwierdzeń wynikają następujące wnioski:

① nie wystarczy podawać tylko wartości SRa lub jedynie indywidualnie innych parametrów. Nawet gdy te parametry są jednakowe u różnych próbek, trzeba podawać w jakiej obróbce powstawały te powierzchnie;

② toczenie na tą samą wartość SRa, co próbki szlifowane, tworzy mniejsze wartości parametrów pionowych i objętościowych, a takie same powierzchniowe;

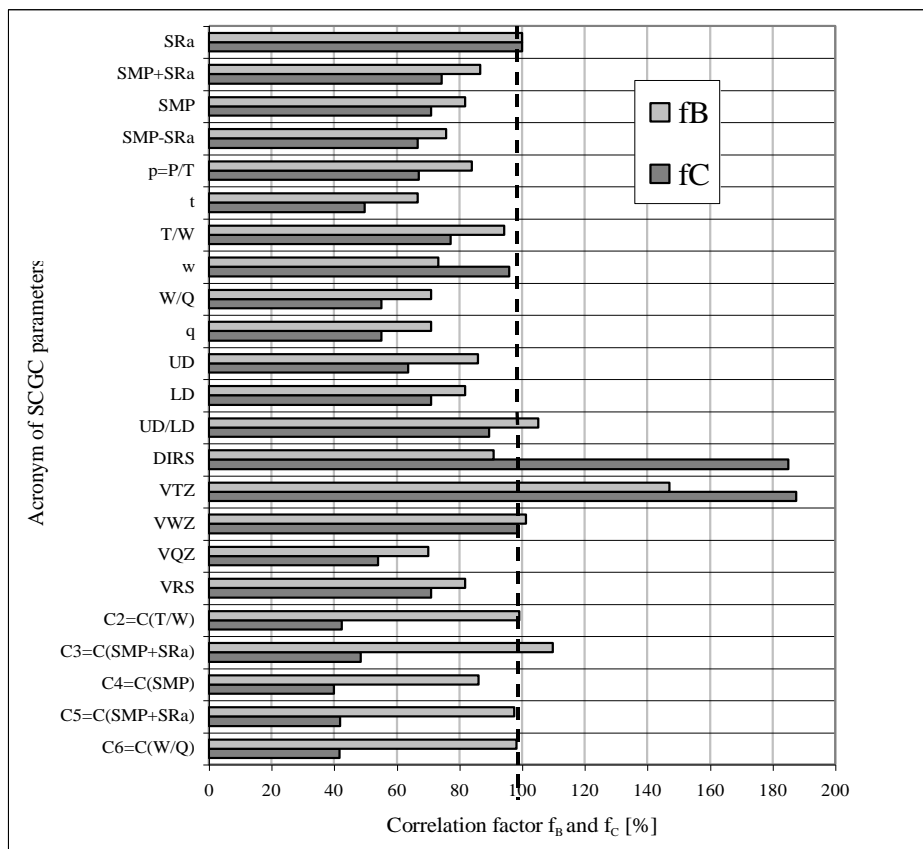
③ SRa można uznać za reprezentatywne dla parametrów powierzchniowych i słabo reprezentatywne dla parametrów pionowych. Dla parametrów objętościowych, SRa jest całkowicie reprezentatywne jedynie dla strefy roboczej, a słabo dla strefy quasi-nominalnej i przestrzeni chropowatości, a całkowicie nie reprezentatywne dla strefy wierzchołkowej;

④ w rezultacie dla całości mikrostereometrii powierzchni parametr SRa może być uznany jedynie za częściowo reprezentatywny i dlatego powinien być uzupełniany innymi parametrami, odpowiednio do przewidywanego zastosowania.

Gdy wartości SRa próbki są większe (jak np. próbka C) od próbki bazowej (jak np. próbka A), to wtedy mają zastosowanie następujące stwierdzenia:

– stosunki wartości parametrów pionowych i objętościowych strefy roboczej (w i VW) są prawie takie same jak stosunku $SRa(C) / SRa(A)$;

– stosunki parametru powierzchniowego i większości wartości innych parametrów pionowych i objętościowych innych stref i przestrzeni chropowatości są znacznie różne od stosunku $SRa(C) / SRa(A)$.



Rys. 15 – Porównanie korelacji parametrów SCGC próbek B i C wobec próbki C
 Fig. 15 – Comparison of correlation of SCGC parameters of B and C samples against sample A

Z powyższego wynikają wnioski, że:

* z wyjątkiem strefy roboczej, stosunki wszystkich parametrów różnią się znacznie od stosunku $SRa(C) / SRa(A)$ i to w kierunku zarówno zmniejszenia jak i zwiększenia (np. SRS i VT/100);

* parametr SRa jest niewystarczająco reprezentatywny dla tej samej technologii kształtującej (szlifowania) w większym stopniu, niż dla powierzchni kształtowanej różnymi technologiami, ale na tą samą wartość SRa.

W podobny sposób, jak przedstawiono zależności korelacyjne parametrów SCGC wobec SRa, można zrelacjonować korelacje względem SMP.

Odpowiednie stwierdzenia i wnioski, choć w szczegółach różnią się między sobą, to jednak kończą się takim samym stwierdzeniem, że *SMP nie może być jedynym, w pełni zadowalającym, a więc uniwersalnym kryterium, dla oceny i prognozy cech przestrzeni chropowatości.*

Najbardziej uogólnionym zaleceniem jest, więc, aby sporządzać, dla każdej ocenianej powierzchni, swego rodzaju „dokument tożsamości” powierzchni (czy też

„metryki”), w którym będą zgromadzone wizualne i liczbowe dane, składające się na charakterystykę mikrostereometryczną, to jest wysokościowo-kontaktową, powierzchniową i objętościową. Takim dokumentem może być, na przykład, wydruk JK_C zaprezentowanej metody SCGC.

6. Publikacje cytowane

1. Whitehouse, David J. – *Handbook of Surface Metrology* – Edition: Institut of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia 1994
2. Nowicki Bogdan – *Chropowatość i falistość powierzchni* – Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1991
3. Burakowski Tadeusz, Wierzchoń Tadeusz – *Inżynieria powierzchni metali* – Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1995
4. Kaczmarek Jan, Klimczak Tomasz, Kucharski Stanisław, Polijaniuk Andrzej – *Metodologia i Metoda Obiektywnego Diagnozowania Stanu Warstwy Wierzchniej Elementów Maszyn* – Raport Końcowy Projektu Badawczego KBN, Nr.3-0977-91-01, Warszawa, 1994
5. Kaczmarek Jan – *Zastosowanie metody SCGC do oceny technologii i prognozy użytkowania powierzchni obrabianych skrawaniem* – International Symposium „Surface Engineering ‘99”, Wrocław-Szklarska Poręba 1999.
6. Kaczmarek Jan, Klimczak Tomasz – *Porównanie trójwymiarowej oceny chropowatości powierzchni z oceną dwuwymiarową* – V Forum Prac Badawczych „Metrologia w procesach wytwarzania”, Kraków, 1994
7. Kaczmarek Jan, Kulawik Edmund – *Analiza metodą SCGC mikrostereometrii powierzchni toczonych*, Prace Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji, Politechnika Krakowska, Zeszyt 63, 1999.

Assessment of steel surface microstereometry for improvement treatments and exploitation

Summary

Although significant advance in surface microstereometry is done, continue is using Ra as a most frequent assessment parameter in preparing of surface for improvement technologies. Only it is measured by scanning and is indicated as SRa. A new method signed as SCGS (Symmetrical Curve of Geometrical Contact) is shortly presented, which affords besides SRa parameter other informations about surface microstereometry. There are reported investigations of three groups of samples: ground (A) and turned (B) with equal SRa parameter and also ground with the meaning greater value of SRa (C). Accordingly to obtained results and their analysis the conclusions and recommendations are formulated how to increase the knowledge about surface before and after improvement treatments of surface layer and to forecast its useability.