

W P Ł Y N Ę Ł O

dnia 8.05.2013
WM/5/10/13

Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak

wk5@tu.koszalin.pl,
Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

**RECENZJA
OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH**

**dr inż. KRZYSZTOFA NADOLNEGO
z POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ**

**TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO
(MONOGRAFII):**

**PODSTAWY BUDOWY I EKSPLOATACJI
MODYFIKOWANYCH ŚCIERNIC
Z ZIARNAMI MIKROKRystalicznego KORUNDU SPIEKANEGO
W PROCESACH SZLIFOWANIA OTWORÓW**

KOSZALIN, KWIECIEŃ 2013

Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak
Politechnika Koszalińska

RECENZJA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

dr inż. KRZYSZTOFA NADOLNEGO
z POLITECHNIKI KOSZALIŃSKIEJ

TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO
(MONOGRAFII):

PODSTAWY BUDOWY I EKSPLOATACJI MODYFIKOWANYCH ŚCIERNIC Z ZIARNAMI MIKROKRystalicznego KORUNDU SPIEKANEGO W PROCESACH SZLIFOWANIA OTWORÓW

Opinię o dorobku naukowym i dydaktycznym dr inż. Krzysztofa Nadolnego przedstawiam na podstawie autoreferatu, opracowanego bardzo starannie i szczegółowo, zbioru publikacji, prezentacji dorobku, prezentacji wyników prac na konferencjach naukowych oraz analizy wyników badań, w tym realizowanych projektów badawczych.

1. CHARAKTERYSTYKA PRACY NAUKOWEJ KANDYDATA

1.1. Przebieg pracy zawodowej

Kandydat jest adiunktem w Katedrze Inżynierii Produkcji Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej. Studia magisterskie na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn w specjalności Inżynierskie Zastosowania Komputerów ukończył w 2001 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej.

Na ostatnim roku studiów pełnił obowiązki asystenta stażysty w Katedrze Inżynierii Produkcji, a po ich zakończeniu rozpoczął studia doktoranckie.

Prace naukowe składające się na tematykę rozprawy doktorskiej ukierunkowane były na badania procesów jednoprzęściowego szlifowania walcowych powierzchni wewnętrznych z zastosowaniem ściernic o strefowo zróżnicowanej budowie i właściwościach.

Kandydat w 2006 roku uzyskał stopień naukowy doktora na podstawie rozprawy nt.: „Badania efektywności procesu jednoprzęściowego szlifowania otworów ściernicami

o strefowo zróżnicowanej budowie". Praca doktorska została wyróżniona. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Jarosław Plichta.

1.2. Rozwój naukowy

Do najważniejszych wyników prac badawczych, realizowanych przez dr inż. Krzysztofa Nadolnego po uzyskaniu stopnia naukowego doktora zaliczam:

- Wyniki badań procesów zużywania się ziaren ściernych mikrokrystalicznego korundu spiekane w operacjach mikroszlifowania z uwzględnieniem wpływu właściwości spoiw narzędzi ściernych spojonych;
- Opracowanie podstaw wytwarzania nowych ściernic o wydłużonym okresie trwałości narzędzi zwłaszcza w zastosowaniu do szlifowania walcowych powierzchni wewnętrznych;
- Podsumowanie własnych, obszernych badań nowych narzędzi ściernych, o strefowo zróżnicowanych właściwościach i zmiennej strefowo budowie oraz ich zastosowań w obróbce materiałów trudno szlifowalnych, zwłaszcza stopów niklu i tytanu;
- Zbudowanie systemu do monitorowania i diagnostyki procesu szlifowania obwodowego otworów z wykorzystaniem danych charakteryzujących stan czynnej powierzchni ściernicy z zastosowaniem bezstykowych metod akwizycji;
- Opracowanie wyników wielokryterialnej oceny efektywności procesu szlifowania oraz wskaźników oceny stanu procesu.

1.3. Doświadczenia organizacyjne

Kandydat jest aktywnym wykonawcą w projektach badawczych, w czym wyróżnia się wysokim poziomem analiz i starannością opracowań. Był wykonawcą w jednym projekcie badawczym międzynarodowym oraz dwóch projektach krajowych:

- Czech-Polish project No. MEB 051021 (CR) 8071/2010 (RP) nt.: „Measurement and analysis of surfaces topography created by progressive technologies and cold rolling sheet from point of view of classical materials and nanomaterials and their mechanism of establishment”, 2010-2011;
- Projekt Badawczy nr 4 T07D 036 29 nt.: „Narzędzia ściernic z tlenku glinu o funkcjonalnym gradiencie strukturalnym w zastosowaniach do jedno-przebiegowego szlifowania powierzchni wewnętrznych walcowych”, 2006-2008;
- Projekt Badawczy nr N N503 214837 nt.: „Wysoko efektywne szlifowanie materiałów trudnoobrabialnych z zastosowaniem innowacyjnych ściernic, systemów diagnostyki i regeneracji ich czynnych powierzchni oraz zintegrowanych systemów sterowania”, 2009-2011.

Kandydat zdobył doświadczenie organizacyjne pełniąc następujące funkcje:

- Wiceprzewodniczącego, a następnie przewodniczącego Senackiej Komisji Dyscyplinarnej Uczelni ds. Studentów (kadencja 2008-2012);
- Pełnomocnika ds. Krajowych Ram Kwalifikacji dla kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej (od 2011 roku);
- Opiekuna studenckiego Koła Naukowego Logistyki LOGTECH (od 2008 roku);
- Kierownika Laboratorium Obróbki Ściernej Katedry Inżynierii Produkcji Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej (od maja 2006).

Dr inż. Krzysztof Nadolny był współorganizatorem trzech konferencji naukowych:

- XXVII Naukowej Szkoły Obróbki Ściernej, 2004;
- Ogólnopolskiej Konferencji Studentów i Młodych Pracowników Nauki zorganizowanej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej, 2008;
- XXXII Naukowej Szkoły Obróbki Ściernej, 2009 r.

2. CHARAKTERYSTYKA DOROBKU NAUKOWEGO

2.1. Główne kierunki badawcze

Główne cele badawcze Kandydata obejmują rozwijanie teoretycznych i doświadczalnych podstaw dokładnego i wydajnego szlifowania walcowych powierzchni wewnętrznych z zastosowaniem innowacyjnych ściernic o strefowo zmiennych właściwościach, co sprzyja integracji zabiegów obróbkowych.

Tematyka i zakres problemów, których rozwiązania Autor przedstawił w monografii są zgodne z tymi celami i wnoszą wartościowe elementy do wiedzy o procesach dokładnego szlifowania.

2.2. Ocena dorobku i aktywności naukowej oraz zasięgu publikacji

Kandydat jest autorem lub współautorem 109 publikacji, z których 97 opublikowanych zostało w okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, a ponadto jest autorem jednej i współautorem dwóch monografii naukowych dotyczących zagadnień obróbki ściernej.

W zagranicznych i krajowych czasopismach naukowych Kandydat opublikował 57 artykułów.

Dr inż. Krzysztof Nadolny opublikował 12 prac w czasopismach wyróżnionych w Journal Citation Reports. Liczba cytowań według tej bazy wynosiła 17. Baza Elsevier Scopus wykazała 19 cytowań, według Google Scholar liczba cytowań wyniosła 87, a według Harzing's Publish or Perish ponad 100. Indeks Hirscha według bazy Web of Knowledge wynosi $h = 2$, według bazy Elsevier Scopus® $h = 2$, a według Google Scho-

lar oraz według Harzing's Publish or Perish $h = 5$. Wynik ten w dziedzinie nauk technicznych, w zakresie tematyki badawczej Kandydata, można ocenić jako dobry.

Dane bibliometryczne traktuję, jako miary określające upowszechnienie osiągnięć, które interesują innych naukowców. Wiele ważnych wyników badań Kandydata interesuje również inżynierów w przemyśle, ale to nie skutkuje w krótkim czasie wskaźnikami liczbowymi.

Kandydat uczestniczył w 4 konferencjach międzynarodowych oraz 15 konferencjach krajowych i wygłosił na nich ogółem 41 referatów, uzyskując przy tym wyróżnienia referatów na konferencjach z zakresu obróbki ścierniej.

Dr inż. Krzysztof Nadolny jest recenzentem dwóch międzynarodowych czasopism naukowych wyróżnionych w Journal Citation Reports: Journal of Mechanical Science and Technology (IF = 0,448) i Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering (IF = 0,200). Ponadto Kandydat jest członkiem kolegium redakcyjnego międzynarodowego czasopisma naukowego Advanced Research in Engineering Science.

Potwierdzeniem uznania dla dorobku naukowego było powołanie Kandydata do pełnienia funkcji promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim.

2.3. Znaczenie naukowe osiągnięć Kandydata

Osiągnięcia naukowe zawarte w monografii oraz publikacjach dr inż. Krzysztofa Nadolnego oceniam, jako wartościowe, zwłaszcza w zakresie podstaw zastosowań nowych narzędzi ściernych oraz nowoczesnych metod nadzorowania procesów szlifowania powierzchni otworów. Pozytywnie oceniam ich znaczenie aplikacyjne w odniesieniu do procesów precyzyjnej obróbki ścierniej elementów łożysk tocznych oraz innych elementów stosowanych w budowie maszyn.

3. OCENA MONOGRAFII HABILITACYJNEJ

3.1. Rozwiązane problemy naukowe

Monografia, przedstawiona jako osiągnięcie naukowe Kandydata, wyróżnia się wysokim poziomem opracowania i mimo obszerności oraz niekiedy nadmiernej szczegółowości, jest wypełniona kompleksowo zbiorami wyników i nowoczesną metodyką badawczą, dzięki czemu wnosi nową wiedzę do zagadnień budowy i eksploatacji ściernic w procesach szlifowania walcowych powierzchni wewnętrznych. Jest zarazem zbiorem danych przydatnych inżynierom i innym pracownikom naukowym.

Za najważniejsze problemy rozwiązane i przedstawione w monografii uznaję:

1. Opracowanie charakterystyki procesów zużywania się ziaren ściernych mikrokryształicznego korundu spiekane w procesach szlifowania, zwłaszcza w warunkach dużej strefy szlifowania.

2. Określenie cech korzystnej modyfikacji budowy ściernic z ziarnami mikrokrystalicznego korundu spiekanego, zwiększających stopień wykorzystania potencjału skrawnego ziaren.
3. Opracowanie podstaw budowy małowabarytowych ściernic o strefowo zróżnicowanej budowie oraz wyznaczenie zakresu efektywnego stosowania tych ściernic w procesie jednoprzęściowego szlifowania otworów wraz z opracowaniem specjalnego oprzyrządowania technologicznego
4. Opracowanie podstaw doboru narzędzi, kształtowania ich powierzchni czynnej oraz optymalizacji procesów jednoprzęściowego szlifowania otworów.
5. Określenie zakresów efektywnego stosowania ściernic ze zmodyfikowanym spoiwem ceramicznym o strukturze szklanokrystalicznej i podstaw doboru ich właściwości.
6. Opracowanie nowych rozwiązań w zakresie budowy małowabarytowych ściernic składanych oraz systemów odśrodkowego doprowadzenia płynu obróbkowego do strefy szlifowania.
7. Wyznaczenie efektów szlifowania z zastosowaniem ściernic o lokalnie zmiennej charakterystyce z odśrodkowym podawaniem płynu obróbkowego.
8. Opracowanie metodyki monitorowania procesów szlifowania z zastosowaniem bezstykowego systemu analizy sygnałów akustycznych.
9. Wyznaczenie rozkładów temperatury w strefie styku ściernicy z przedmiotem obrabianym oraz w otoczeniu strefy, z zastosowaniem termowizji w podczerwieni.
10. Opracowanie podstaw zastosowania skaterometrii laserowej wspomagananej technikami przetwarzania i analizy obrazu do oceny stanu czynnej powierzchni ściernicy.

3.2. Uwagi dotyczące rozprawy habilitacyjnej

Pierwsza uwaga dotyczy tego, że Autor formułuje liczne zależności na podstawie wyników badań eksperymentalnych, traktując te wyniki, jako podstawę uogólnień i wskazówkę do określenia postaci zależności. To prowadzi do równań regresji, na podstawie których, już nieco poza zakresem badań lub nawet dla typowych wartości zmiennej niezależnej, otrzymuje się niepoprawne wyniki.

Na przykład, w zależności ujmującej wpływ wydatku płynu obróbkowego na wartości średniego arytmetycznego odchylenia profilu chropowatości R_a oraz na przyrost mocy szlifowania, dla parametrów szlifowania: $v_s = 60$ m/s; $v_w = 0,75$ m/s; $a_e = 0,15$ mm; ..., ściernicy 1-35 20 10-SG/F46K7VDG70, przedmiotu obrabianego w postaci: pierścieni łożyskowych ze stali 100Cr6 (62 ± 2 HRC) i płynu obróbkowego w postaci 5% wodnego roztworu oleju Castrol Synthilo RHS, podawanego metodą odśrodkową, dla zerowego wydatku płynu, wartość parametru R_a jest ujemna, co jest sprzeczne z zakresem możliwych wartości i może sugerować błędną strategię doboru warunków obróbki.

Druga uwaga dotyczy tego, że Autor przesadnie traktuje wyniki, jako stwierdzenia naukowe. Poziom poznania procesów szlifowania, choć są to procesy o znacznej licz-

bie czynników losowych, jest na tyle zaawansowany, iż umożliwia tworzenie modeli i ich analizę oraz wnioskowanie, również w obszarach, które w danych warunkach nie są dostępne eksperymentalnie.

Losowość, jako cecha procesów, nie jest szczególną przeszkodą poznania, bowiem odnosi się zarówno do realizacji fizycznych, jak i do modelowania.

Empiryzm jest wprawdzie w naukach technicznych typową i jawną filozofią licznych przedsięwzięć, lecz lepiej jest, jeśli modele teoretyczne i opisy matematyczne znacznie wyprzedzają oceny empiryczne. Należy oczywiście dodać, że w monografii Autor rozpatruje również takie problemy, dla których podstawy modelowania dopiero się tworzą.

Trzecia uwaga dotyczy interpretacji skutków różnorodnych wpływów na wielkości wynikowe. Postać adekwatnego modelu opisu wpływu zależy od mechanizmu kumulowania się czynników i zakłóceń, wpływających na wartości analizowanej wielkości. W procesach obróbki ścierniej nie ma zjawisk zdeterminowanych, więc opisy probabilistyczne są tymi, które odpowiadają cechom badanych obiektów i ważne byłoby określenie, który z mechanizmów kumulacji oddziaływań: addytywny, multiplikacyjny, wektorowo-addytywny, czy ekstremalizujący jest dominującym w rozpatrywanych zagadnieniach.

Czwarta uwaga dotyczy pewnego niedostatku opisu matematycznego uogólnień, jakie można byłoby wyprowadzić na podstawie eksperymentów. Nie jest to jednak uwaga jednoznacznie krytyczna, gdyż zawsze mamy do czynienia z poszukiwaniem stanu kompromisu między szczegółowością i dokładnością opisu określonych realizacji, a fizykalną poprawnością modeli, będących mało dokładnym uogólnieniem.

W tym poszukiwaniu kompromisu czynnikiem rozstrzygającym jest przeznaczenie wyników. Jeśli mają służyć na przykład optymalizacji, to oczekujemy dużej dokładności, a jeśli poznaniu i edukacji, to ważniejsza jest poprawna postać modelu, niż dokładność reprezentowania określonej realizacji procesu.

Piąta uwaga dotyczy uzasadnienia wyników badań. Odpowiedź na pytanie dotyczące oceny, z czego wynika określony wpływ badanych parametrów, ma bardzo duże znaczenie dla oceny interpretacji danych i ich znaczenia poznawczego. Autor formułuje wnioski z badań, jako stwierdzenia opisujące wyniki, ale na przykład, brakuje odpowiedzi, dlaczego zwiększenie wydatku płynu obróbkowego powoduje zwiększenie chropowatości obrabianej powierzchni.

3.3. Znaczenie naukowe i aplikacyjne wyników

Mimo powyższych uwag wysoko oceniam zbiór osiągnięć naukowych zawartych w monografii oraz poziom ich prezentacji. Autor formułuje w monografii podstawy budowy i eksploatacji ściernic z ziarnami mikrokrystalicznego korundu spiekanego

i uwzględnia wyniki szczegółowej analizy warunków pracy tych ziaren w procesach szlifowania otworów.

Znaczenie poznawcze zagadnień rozpatrywanych w monografii polega na określeniu wpływu opracowanych modyfikacji budowy ściernic na topografię obrobionej powierzchni, moc szlifowania, możliwość zwiększenia wydajności obróbki, ograniczenie zużycia ściernicy oraz na zwiększenie stopnia wykorzystania potencjału obróbkowego narzędzi.

Kandydat przedstawił również osiągnięcia o znaczeniu praktycznym. Należą do nich:

- modyfikacje ściernic z ziarnami mikrokrystalicznego korundu spiekanego przydatne do zastosowań w przemyśle łożyskowym,
- opracowana metoda analizy sygnałów emisji akustycznej może być zastosowana do monitorowania procesów szlifowania otworów i umożliwia łatwą implementację w warunkach produkcyjnych.

4. CHARAKTERYSTYKA DOROBKU DYDAKTYCZNEGO

4.1. Opracowania dydaktyczne

Kandydat posiada bogate doświadczenie dydaktyczne, które wynika ze starannego przygotowania materiałów do przedmiotów z zakresu konstrukcji, technologii, logistyki i organizacji produkcji, a także zagadnień wzornictwa przemysłowego.

Dr inż. Krzysztof Nadolny jest autorem nowych programów studiów oraz wielu aplikacji wspomagających proces dydaktyczny na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji.

Kandydat był również wykonawcą w następujących projektach z zakresu dydaktyki współfinansowanych przez Unię Europejską:

- „Program rozwojowy Politechniki Koszalińskiej w zakresie kształcenia na kierunkach technicznych” numer projektu: POKL.04.01.01-00-449/08-00. Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.
- „Zamawianie kształcenia na kierunkach technicznych, matematycznych i przyrodniczych” realizowany na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej. Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

4.2. Osiągnięcia dydaktyczne

Kandydat był promotorem 33 prac dyplomowych. Wiele z tych prac zakończyło się opracowaniem oprzyrządowania i oprogramowania do prac badawczych. Dyplomanci pod opieką Habilitanta opublikowali i wygłosili 6 artykułów naukowych konferencji międzynarodowej i trzech konferencjach ogólnopolskich.

5. PRACE INNOWACYJNE I WDROŻENIOWE

Kandydat jest autorem i współautorem ogółem 10 krajowych zgłoszeń patentowych, z których 3 uzyskały patenty Urzędu Patentowego RP. Zgłoszenia patentowe i patenty dotyczą rozwiązań przedstawionych we wskazanym osiągnięciu naukowym.

Kandydat ponadto opracował i wdrożył wiele stanowisk badawczych i dydaktycznych, a w tym:

- układ do pomiaru temperatury w strefie styku ściernicy z materiałem obrabianym z użyciem termowizji w podczerwieni;
- stanowisko do precyzyjnego kształtowania makro- i mikrogeometrii czynnej powierzchni ściernicy;
- stanowisko do oceny stanu czynnej powierzchni ściernicy z zastosowaniem skaterometrii laserowej wspomaganą technikami przetwarzania i analizy obrazu;
- układ pomiarowy do monitorowania procesu szlifowania otworów z użyciem bezstykowego hydroakustycznego czujnika emisji akustycznej.

6. WSPÓŁPRACA KRAJOWA I MIĘDZYNARODOWA

Dr inż. Krzysztof Nadolny współpracuje z ośrodkami przemysłowymi zajmującymi się zagadnieniami produkcji i eksploatacji narzędzi ściernych:

- Instytutem Zaawansowanych Technologii Wytwarzania w Krakowie, w zakresie badań dotyczących domieszkowania korundem sferycznym ściernic z ziarnami CBN i ziarnami diamentowymi do szlifowania takich jak INCONEL®, INCOLOY® i stopy tytanu,
- Zakładem Wytwarzania Artykułów Ściernych Andre Abrasive Articles Robert Andre w Kole w zakresie możliwości wdrożenia modernizacji spoiw ceramicznych przeznaczonych do ściernic z ziarnami Al_2O_3 .

7. WYRÓŻNIENIA I ODZNACZENIA

Dr inż. Krzysztof Nadolny został wyróżniony nagrodą zespołową I stopnia Środkowopomorskiej Rady NOT w Koszalinie: „Za nowe rozwiązania w dziedzinie techniki w roku 2011” za pracę na temat: „Innowacyjne narzędzia ściernic do szlifowania materiałów trudnoskrawalnych”, nagrodą przyznaną przez Komitet Naukowy XXXIII Naukowej Szkoły Obróbki Ściernej „Za wyróżniające się referaty i ich prezentacje na XXXIII Naukowej Szkole Obróbki Ściernej w Łodzi” oraz nagrodą indywidualną Rektora Politechniki Koszalińskiej za dorobek naukowy w latach 2008-2010.

8. WNIOSEK KOŃCOWY

W wyniku analizy dorobku naukowego dr inż. Krzysztofa Nadolnego stwierdzam, iż
Autor:

- wybrał tematykę pracy naukowej ważną dla przyszłych zastosowań i rozwoju nowych narzędzi ściernych, podwyższania jakości i wydajności procesów szlifowania,
- efekty badań przedstawił w monografii opracowanej kompleksowo, starannie i obszernie,
- osiągnięcia będące podstawą postępowania habilitacyjnego charakteryzują się wysokim poziomem innowacji, co zaowocowało patentami i zgłoszeniami patentowymi,
- prace naukowe tworzą podstawy optymalizacji i monitorowania procesów szlifowania z zastosowaniem opracowanych narzędzi,
- efekty naukowe i praktyczne wyników badań przedstawił na poziomie, który uzasadnia ich pozytywną ocenę.

Oceny zawarte w podsumowaniu składają się na opinię, iż dorobek naukowy i inne osiągnięcia Kandydata wypełniają wymagania stawiane w przewodach habilitacyjnych. Uzasadnia to pozytywną ocenę wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

dr inż. KRZYSZTOF NADOLNEGO
TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO
(MONOGRAFIA)
PODSTAWY BUDOWY I EKSPLOATACJI
MODYFIKOWANYCH ŚCIERNIC
Z ZIARNAMI MIKROKRystalicznego KORUNDU SPIEKANEGO
W PROCESACH SZLIFOWANIA OTWORÓW