

Autoreferat

1. Dane osobowe

Imię i nazwisko, **Jacek Kazimierz Michalski**,

Email: jmichals@prz.edu.pl,

Al. Powstańców Warszawy 9, 35-959 Rzeszów

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

Stopień doktora Rok uzyskania, 1981
Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Dyscyplina, Budowa i Eksploatacja Maszyn
Tytuł pracy doktorskiej, **Optymalizacja czynników technologiczno-konstrukcyjnych w procesie gładzenia cylindrów nieprzelotowych**

Promotor,

Doc. dr inż. Eugeniusz Kościelny - Politechnika Rzeszowska

Recenzenci,

Prof. dr inż. Kazimierz E. OCZOŚ - Politechnika Rzeszowska

Prof. dr inż. Henryk ŻEBROWSKI - Politechnika Wroclawska

Doc. dr inż. Andrzej KOZIARSKI - Politechnika Łódzka

Inżynier w zakresie mechaniki Rok uzyskania, 1973
Wyższa Szkoła Inżynierska w Rzeszowie, Wydział Mechaniczny
Specjalność, obrabiarki, narzędzia i technologia budowy maszyn
Tytuł pracy inżynierskiej, **Zaprojektować głowicę wielowrzecionową do wiercenia otworów w dnach sitowych**

Promotor, dr inż. Marian Krawczyk - Wyższa Szkoła Inżynierska w Rzeszowie

Magister mechanik w zakresie techniki wytwarzania, Rok uzyskania, 1976
Politechnika Rzeszowska; Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Specjalność, Technologia maszyn
Tytuł pracy magisterskiej, **Badania eksperymentalne procesu gładzenia cylindrów sprężarki powietrznej**

Promotor, Doc. dr inż. Eugeniusz Kościelny - Politechnika Rzeszowska

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych,

1.09.1973 - 30.11.1976 Samodzielnny technolog – konstruktor oprzyrządowania technologicznego, Wytwórnia Urządzeń Chłodniczych Dębica.

1.12.1976 - 29.02.1981 Starszy asystent, Zakład Technologii Maszyn, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska.

1.03.1981 - 30.09.2005 Adiunkt, Zakład Technologii Maszyn, Zakład Systemów Technologicznych, Zakład Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska. Realizowany temat pracy habilitacyjnej: Technologia gładzenia cylindrów walcowych - wpływ własności warstwy wierzchniej cylindra na właściwości użytkowe wybranych węzłów tarcia. W latach 1997-2005 wykonywałem prace naukowo-badawcze.

Od 1.10.2005 Starszy wykładowca, Zakład Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych, aktualnie Katedra Silników Samochodowych i Transportu, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska. Aktualna jest decyzja wykonywania prac naukowo-badawczych z 1997 r.

4. Wskazane osiągnięcia wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 ze zm.)

4.1. Jednotematyczny cykl publikacji¹ pt., „Doskonalenie procesów wytwarzania i zapewnienie wysokiej jakości funkcjonalnej i użytkowej cylindrów i kół zębatych”, stanowiący osiągnięcie naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora:

[A1] Michalski J.K., Wpływ drgań samowzbudnych i wymuszonych na główne wskaźniki gładzenia cylindrów ośkami z warstwą diamentową, (Influence of self-excited and forced vibrations on the main indexes of honing cylinders with honestones having diamond layer), *Mechanik*, Miesięcznik Naukowo-Techniczny, Vol. 55, Issue 5, Pages 283-288, Sigma-Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych, Przedsiębiorstwo NOT, 1982. Impact factor², 0. Liczba cytowań, 0.

[A2] Kościelny E., Michalski J., O istotności wpływu drgań na efektywność procesu gładzenia cylindrów, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *IV Uczelniana Sesja Naukowo-Techniczna Wydziału Mechanicznego*, Rzeszów, 181-189, 1981 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, stanowiskowe, program, obliczenia, tekst. Współudział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).

[A3] Michalski J., Wpływ twardości stali 38HA, charakterystyki oselek i płynów obróbkowych na wyniki gładzenia, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, nr 29, z. 11, 109-124, 1984.

¹ Kopie prac wchodzących w skład cyklu publikacji (stanowiącego osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 ze zm.)) zawarte są w odrębnym załączniku (Załącznik 7).

² Wartości wskaźnika Impact Factor (IF) czasopism zdefiniowano zgodnie z rokiem opublikowania.

- [A4] Michalski J., Cechy produktu i parametry gładzenia oselką w regeneracji cylindrów ze stali, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *IV Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn*, Rzeszów, 121-126, 1993.
- [A5] Michalski J., Badania procesu gładzenia powłoki tlenkowej z hydragilitu, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *IV Międzynarodowa Konferencja, Obróbka materiałów niemetalowych*, Rzeszów, 117-127, 1990.
- [A6] Michalski J., Charakterystyka procesu gładzenia cylindrów ze stałym naciskiem, *Archives of Mechanical Technology and Automation (Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji)*, Wydawca: Polska Akademia Nauk, Oddział (Poznań), Komisja Budowy Maszyn, 8, 433-441, 1990.
- [A7] Michalski J., Kompozyty polimerowe w procesie gładzenia cylindrów, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, *Postępy w technologii maszyn*, Politechnika Częstochowska, 160-163, 1989.
- [A8] Michalski J., Badania nowych narzędzi ściernych stosowanych w gładzeniu materiałów konstrukcyjnych, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, nr 133, z. 44, 55-60, 1995.
- [A9] Michalski J., Badania doświadczalne usprawnienia procesu gładzenia cylindrów z żeliwa oselkami o spoiwie żywicznym, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, nr 67, z. 21, 121-127, 1990.
- [A10] Michalski J., Struktura geometryczna cylindrów po gładzeniu przeciwiernym, Wydawnictwo WSI Zielona Góra, *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna, Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*, Zielona Góra, 201-207, 1992.
- [A11] Michalski J., Struktura geometryczna żeliwnych tulei cylindrowych po azotowaniu, nasiarczaniu i węglaozonasiarczaniu, Wydawnictwo WSI Zielona Góra, *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna, Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*, Zielona Góra, 193-199, 1992.
- [A12] Michalski J., Technologia gładzenia cylindrów - stan i rozwój badań, Wydawca: Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich, *Mechanik*, 66 (11) 367-372, 1992.
- [A13] Michalski J., Obliczenia konstrukcyjne głowicy do gładzenia cylindrów, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, nr 31, z. 12, 57-60, 1986.
- [A14] Michalski J., Dynamika gładzenia cylindrów głowicami tulejkowymi, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, nr 31, z. 12, 61-64, 1986.
- [A15] Michalski J., Kierunki rozwoju technologii gładzenia wysokowydajnościowego i wykańczającego otworów, Wydawca: НВП Мета, Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*, 101-107, 1996.
- [A16] Michalski J., Głowice do gładzenia cylindrów nieprzelotowych, Wydawca: Український транспортний університет, Київ, *Проблеми транспорту на шляхи их вирішення, Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту та експлуатації автомобилів*, 121-126, 1997.

- [A17] Michalski J., Badania obniżenia poziomu hałasu podczas gładzenia dużych siłowników hydraulicznych, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, Nr 55, z. 18, 97-100, 1989.
- [A18] Michalski J., Technologia gładzenia powierzchni płaskowierzchołkowej otworu walcowego w żeliwnych elementach maszyn, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, nr 133, z. 44, 21-30, 1995.
- [A19] Michalski J., Technologia gładzenia cylindrów szczotkami ściernymi flex-hone, Wydawnictwo WSI Zielona Góra, *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna, Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*, Zielona Góra, 89-95, 1992.
- [A20] Michalski J., Warunki techniczne wykonania oraz odbioru tulei i cylindrów silników spalinowych, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник*, No. 20, 99-108, 2010.
- [A21] Michalski J., Tendencje rozwoju technologii gładzenia cylindrów silników o zapłonie samoczynnym, Wydawca: Український транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник*, No. 12, 30-39, 2006.
- [A22] Michalski J.: Gładzenie plateau i ślizgowe tulei cylindrowych silnika wysokoprężnego, *Systems and Means of Motor Transport, Selected Problems*, Edytor: K. Lejda, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, ISBN 83-7199-747-1, Monografia nr 3, Seria, Transport, 205-216, 2012.
- [A23] Michalski J.: Wymagania jakości otworu wewnętrznego tulei cylindrowej silnika wysokoprężnego, *Systems and Means of Motor Transport, Selected Problems*, Edytor: K. Lejda, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, ISBN 83-7199-747-1, Monografia nr 3, Seria, Transport, 193-204, 2012.
- [A24] Michalski J., Model połączenia skurczowo-rozprężnego tulei z cylindrem silnika spalinowego, Wydawca: Український транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник*, No. 16, 141-149, 2008.
- [A25] Michalski J., Model płaski połączenia skurczowo-rozprężnego tulei z kadłubem silnika spalinowego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, IX Konferencja Międzynarodowa, *Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 133-144, 2008.
- [A26] Michalski J., Tuleje cylindrowe z żeliwa przeznaczone do zalewania metodą alfin w blokach cylindrowych ze stopów lekkich, *Systems and Means of Motor Transport, Selected Problems*, Edytor: K. Lejda, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, ISBN 978-83-7199-625-2, Monografia nr 1, Seria, Transport, 169-182, 2010.
- [A27] Kościelny E., Michalski J., Optymalizacja wielokryterialna parametrów operacji technologicznych metodą minimaksu, *Advances in Technology of Machines and Mechanical Equipment*, Wydawca: Komitet Budowy Maszyn PAN, 4, 27-43, 1982 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, program, obliczenia, tekst. Współdział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- [A28] Kościelny E., Michalski J., Polioptymalizacja parametrów gładzenia cylindrów, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Wytwarzanie elementów maszyn ze stopów metali o specjalnych własnościach*, Rzeszów, 161-176, 1985

(Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, program, obliczenia, tekst. Współudział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).

- [A29] Michalski J., Odkształcenie cieplne tulei cylindrowej w procesie gładzenia, Wydawca: Державний університет "Львівська політехніка", Львів, *Проблеми та перспективи розвитку конструкцій і організації виробництва autobusів (тролейбусів), автовантажників, автокранів та агрегатів*, Східниця, 123-129, 1992.
- [A30] Michalski J., Analiza numeryczna temperatury i odkształceń cieplnych cylindrów w procesie technologicznym obróbki metodą gładzenia, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *III Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn*, Rzeszów, 93-98, 1992.
- [A31] Michalski J., Sposób symulacji procesu gładzenia umożliwiający optymalizację numeryczną wymiarów oselek w głowicy, Wydawnictwo Politechnik Warszawskiej, *Metody i środki projektowania wspomaganego komputerowo*, Politechnika Warszawska, 325-333, 1987.
- [A32] Michalski J., Optymalizacja numeryczna wymiarów oselek głowicy gładzarskiej, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *I Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn*, Rzeszów, 49-56, 1990.
- [A33] Michalski J., Analiza numeryczna wpływu liczby oselek i ich wybiegu na proces gładzenia otworów cylindrycznych, Wydawca: Львівський політехнічний інститут, Львів, *Тезиси докладов второй международной научно-технической конференции, Методы исследования и диагностирования систем автомобилей и машин*, 80-85, 1990.
- [A34] Michalski J., Modelowanie zmian struktury geometrycznej powierzchni otworu walcowego obrabianego metoda gładzenia, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, *V Międzynarodowa Konferencja, Badania symulacyjne w technice samochodowej*, Kazimierz Dolny, 162-167, 1995.
- [A35] Michalski J., Charakterystyka zużywania cylindrów w procesie gładzenia i eksploatacji, Wydawca: Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *III Міжнародна конференція, Завдання та хід розвитку автобусобудовання України в сучасних умовах*, 60-61, 1994.
- [A36] Michalski J., Kształtowanie struktury geometrycznej powierzchni gładzi cylindrowej, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *VII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych*, Rzeszów, 161-168, 1996.
- [A37] Michalski J., Pawlus P., Modelling of change of cylinder surface roughness during honing process, Wydawca: TU Kosice, *The 2nd International Conference, Development of Metal Cutting in Czech Republic, Hungary, Poland and Slovakia, RTO-DMC'98*, 99-102, 1998 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: oprogramowanie, obliczenia, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A38] Michalski J., Pawlus P., Modelowanie powstawania struktury geometrycznej powierzchni cylindrów w procesie gładzenia płasko-wierzchołkowego, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *XXIV Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej*, Łopuszna, 291-298,

- 2001 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: oprogramowanie, obliczenia, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A39] Pawlus P., Michalski J., Simulation of cylinder 'zero-wear' process, *Wear*, Vol. 266, Issue, 1-2, Pages, 208-213, Elsevier Science SA, 2009. Impact factor, 1,771. Liczba cytowań, 6 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: oprogramowanie, obliczenia, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A40] Michalski J., Pawlus P., Description of the bearing length curve of the inner surface of piston engine cylinders, *Wear*, Vol. 157, Issue 2, Pages 207-214, Elsevier Science SA, 1992. Impact factor, 0,472. Liczba cytowań, 4 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: oprogramowanie, obliczenia, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A41] Michalski J., Badania krzywej nośności profilu chropowatości powierzchni po obróbce ubytkowej, *Advances in Technology of Machines and Mechanical Equipment*, Wydawca: Komitet Budowy Maszyn PAN, 4, 21-38, 1992.
- [A42] Michalski J., Pawlus P., Characterization of the shape of the roughness profile ordinate distribution of honed cylinder surfaces, *Wear*, Vol. 161, Issue 1-2, Pages 135-143, Elsevier Science SA, 1993. Impact factor, 0,627. Liczba cytowań, 4 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: oprogramowanie, obliczenia, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A43] Michalski J., Badania krzywej nośności chropowatości powierzchni cylindrów po gładzeniu, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *IX Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 261-268, 1998.
- [A44] Michalski J., Typologia chropowatości powierzchni cylindrów po procesie gładzenia, *Advances in Technology of Machines and Mechanical Equipment*, Wydawca: Komitet Budowy Maszyn PAN, 3, 27-45, 1992.
- [A45] Michalski J., Pawlus P., Description of honed cylinders surface topography, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 34, Issue 2, Pages 199-210, Pergamon-Elsevier Science LTD, 1994. Impact factor, 0,086. Liczba cytowań, 9 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: oprogramowanie, obliczenia, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A46] Michalski J., Wieloparametrowy opis profilu powierzchni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XVI Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 253-270, 2005.
- [A47] Michalski J., Stan warstwy wierzchniej cylindrów po procesie gładzenia, Wydawca: Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, *Przegląd Mechaniczny*, 17, 15-22, 1993.
- [A48] Michalski J., Chropowatość a falistość powierzchni cylindrów po procesie gładzenia, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich, *Mechanik*, 68 (3), 91-93, 1994.
- [A49] Michalski J., Wspomagane komputerowo modelowanie linii odniesienia a analizie struktury geometrycznej powierzchni elementów maszyn, *X Konferencji*

Międzynarodowej, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i Marketing w Motoryzacji, Rzeszów; 113-126, 1999.

- [A50] Michalski J., An evaluation of the surface roughness of a diesel engine cylinder liner, Wydawca: Komisja Naukowo-Probleмова Motoryzacji Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, *Seria, Teka Komisji Naukowo-Problekowej Motoryzacji*, 19, 105-114, 1999.
- [A51] Michalski J., An evaluation of cylinder surface roughness after plateau honing, *Advances in Technology of Machines and Mechanical Equipment*, Wydawca: Komitet Budowy Maszyn PAN, 23 (2), 29-69, 1999.
- [A52] Michalski J., Dobór kroku próbkowania w pomiarach stykowych chropowości powierzchni, Wydawca: Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, *Przegląd Mechaniczny*, 9, 63-69, 2005.
- [A53] Michalski J., Metody filtracji sygnału pomiarowego w pomiarach profilu chropowości powierzchni, Wydawca: НВП Мета, Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*, 12, 120-129, 2005.
- [A54] Michalski J., Analiza ograniczenia przenoszenia fal profilu chropowości powierzchni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XVII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 167-182, 2006.
- [A55] Michalski J., Granica przenoszenia długości fal filtru krótkofalowego Gaussa a tłumienie spowodowane geometrią wierzchołka ostrza odwzorowującego profilometru, Wydawca: Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, *Przegląd Mechaniczny*, 9, 76-81, 2007.
- [A56] Michalski J., Chropowość gładzonych powierzchni tulei cylindrowych, *Archives of Mechanical Technology and Automation (Archiwum Technologii Maszyn i Automatyzacji)*, Wydawca: Polska Akademia Nauk, Oddział (Poznań), Komisja Budowy Maszyn, 26 (2), 27-36, 2006.
- [A57] Michalski J., Analiza częstotliwościowa topografii gładzonej powierzchni tulei cylindrowych, *Archives of Mechanical Technology and Automation (Archiwum Technologii Maszyn i Automatyzacji)*, Wydawca: Polska Akademia Nauk, Oddział (Poznań), Komisja Budowy Maszyn, 28 (2), 25-34, 2008.
- [A58] Michalski J., Wpływ kąta śladów obróbki struktury skrzyżowanej na parametry stereometrii powierzchni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XV Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 221-232, 2004.
- [A59] Michalski J., Wpływ kąta śladów obróbki struktury skrzyżowanej topografii powierzchni na wskaźnik plastyczności, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник*, No. 9, 21-29, 2004.
- [A60] Michalski J., Badania anizotropii powierzchni cylindra po gładzeniu, Wydawca: Technická Univerzita v Košicach, *Nové trendy v strojárstve na prahu tretieho tisícročia, Progressivne technológie a materiály*, 81-83, 1997.

- [A61] Michalski J., Anizotropia topografii powierzchni skrzyżowanej gładzi cylindrowej silnika spalinowego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XV Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 205-220, 2004.
- [A62] Michalski J., Analiza zarysu okrągłości wzorców nierówności i cylindrów po gładzeniu, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. *Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, Mechanika*, z. 63, 153-160, 1997.
- [A63] Michalski J., Wpływ konfiguracji głowicy przełączającej na wynik pomiaru średnicy otworu walcowego cylindra wytaczanego i gładzonego, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej Filia w Bielsku-Białej, *Zeszyty Naukowe nr 33, Budowa i Eksploatacja Maszyn, Konferencje, II Krajowa Konferencja Naukowa z Udziałem Międzynarodowym, Współrzędnościowa technika pomiarowa*, Szczyrk, 26, 119-126, 1996.
- [A64] Michalski J., The mathematical model of surface texture of honed cylinder surface in dependence of the probe ball radius on uncertainty of length, Wydawca: Institute of Measurement Science of the Slovak Academy of Sciences, *International Conference on Measurement*, 117-120, 1997.
- [A65] Michalski J., Wpływ sposobu obróbki gładkościowej i ukształtowania struktury geometrycznej powierzchni na parametry eksploatacyjne sprężarek AK50M, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, nr 29, z. 11, 137-153, 1984.
- [A66] Kościelny E., Michalski J., Wpływ właściwości gładzi cylindra na jakość użytkową sprężarek powietrznych AK50P-12, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *Trwałość a niezawodność*, Politechnika Krakowska, 76-88, 1985 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, stanowiskowe, program, obliczenia, tekst. Współudział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- [A67] Michalski J., Kształtowanie struktury geometrycznej powierzchni i zużywanie warstwy wierzchniej gładzi cylindrowej wysokociśnieniowych sprężarek powietrza w eksploatacji, Ośrodek Wydawniczo-Poligraficzny SIMP, *VI Konferencja Naukowo-Techniczna, Technologia obróbki przez nagniatanie*, Bydgoszcz, 111-121, 1996.
- [A68] Michalski J., Konstytuowanie struktury geometrycznej powierzchni gładzi cylindrowej wysokociśnieniowych sprężarek powietrza podczas eksploatacji po różnych odmianach gładzenia, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *VI Międzynarodowe Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych, Doskonalenie konstrukcji oraz metod eksploatacji pojazdów mechanicznych*, Warszawa-Ryńia, WAT wewn. 2429/96, 240-245, 1996.
- [A69] Kościelny E., Michalski J., Zastosowanie parametrów nierówności powierzchni do określenia zużycia cylindrów silników spalinowych, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, nr 36, z. 15, 205-207, 1987 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, program, obliczenia, tekst. Współudział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- [A70] Michalski J., Badania zmian falistości powierzchni cylindrów silników spalinowych po gładzeniu i poddanych stanowiskowym próbom pracy, Wydawca: НВІІ Мета, Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*, 4, 124-129, 1997.

- [A71] Michalski J., Technologiczna i eksploatacyjna chropowatość powierzchni gładzi cylindrowej silnika spalinowego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *Zeszyty Naukowy Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Mechanika*, nr 278, z. 82, 79-95, 2010.
- [A72] Michalski J., Badania odporności na zużycie złożenia tłok-cylinder, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *Trwałość a niezawodność*, Politechnika Krakowska, 105-113, 1985.
- [A73] Kościelny E., Michalski J., Pawlus P., Badania doświadczalne wpływu stanu warstwy wierzchniej na zużycie cierne żeliwnych tulei cylindrowych po gładzeniu, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Mechanika*, z. 99, 187-192, 1989. (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, oprogramowanie obliczeń naprężeń. Współudział: obliczenia, tekst, wnioski. 33% udział autora).
- [A74] Michalski J., Wpływ modyfikacji procesu gładzenia cylindrów na parametry energetyczne i ekonomiczne silnika spalinowego, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *Zmniejszenie strat energetycznych w pojazdach samochodowych*, Politechnika Krakowska, 193-204, 1992.
- [A75] Pawlus P., Michalski J., Metodyka badania grupy tłokowo-cylindrowej silników spalinowych, Wydawca: Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich, Instytut Technologii Eksploatacji - PIB w Radomiu, *Polskie Towarzystwo Tribologiczne, Tribologia, Teoria i Praktyka*, 3 (219), 247-258, 2008 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: metodyka badań, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A76] Michalski J., Pawlus P., Abrasive wear resistance of honed cylinder liner, Wydawca: Mašinski fakultet u Kragujevcu, *Druga jugoslovenska konferencija o tribologiji sa medjunarodnim ucescem*, 175-180, 1991 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, materiałowe. Współudział: badania hamowniane, obliczenia, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A77] Michalski J., Wpływ czynników materiałowo-technologicznych gładzi cylindra na właściwości użytkowe silnika spalinowego, Wydawca: Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, *Przegląd Mechaniczny*, 15 16, 24-29, 1993.
- [A78] Michalski J., Pawlus P., Wpływ chropowatości powierzchni cylindrów na ich odporność na zużycie ścierne, *Scientific Problems of Machines Operation and Maintenance*, Wydawca: Komitet Budowy Maszyn PAN, 32 (1), 7-23, 1997 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: badania hamowniane, obliczenia, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A79] Michalski J., Pawlus P., Effects of metallurgical structure and cylinder surface topography on the wear of piston ring-cylinder assemblies under artificially increased dustiness conditions, *Wear*, Vol. 179, Issue 1-2, Pages 109-115, Elsevier Science SA, 1994. Impact factor, 0,580. Liczba cytowań, 6 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, metaloznawcze. Współudział: badania hamowniane, obliczenia, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A80] Michalski J., Parametry chropowatości powierzchni gładzi cylindrowej najsilniej skorelowane z zużyciem cylindra silnika spalinowego eksploatowanego w różnych warunkach, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *VI Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych*, Rzeszów, 161-168, 1995.

- [A81] Michalski J., Wpływ chropowatości powierzchni gładzi cylindrowej na właściwości użytkowe silnika spalinowego, Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, *V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-techniczna, Pojazdy samochodowe problemy rozwoju i eksploatacji AUTOPROGRES '95*, Sekcja III Eksploatacja Samochodów, Jachranka, Przemysłowy Instytut Motoryzacji, 160-172, 1995.
- [A82] Michalski J., Wpływ ukształtowania struktury geometrycznej powierzchni gładzi cylindrowej silników spalinowych na opory ruchu, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *VI Międzynarodowe Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych, Doskonalenie konstrukcji oraz metod eksploatacji pojazdów mechanicznych*, Warszawa-Ryńia, WAT wewn. 2429/96, 234-239, 1996.
- [A83] Michalski J., Wear of cylinder bore topography in initial stage of engine life, Wydawca: Логос, Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*, 6, 96-99, 1999.
- [A84] Michalski J., Woś P., The effect of cylinder liner surface topography on abrasive wear of piston-cylinder assembly in combustion engine, *Wear*, Vol. 271, Issue 3-4, Pages 582-589, Elsevier Science SA, 2011. Impact factor, 1,872. Liczba cytowań, 1 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, metaloznawcze, hamowniane, program, obliczenia. Współdział: tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A85] Michalski J., Ocena wpływu topografii powierzchni gładzonego cylindra na właściwości użytkowe silnika samochodu Polonez 1500, Wydawca: Національній транспортній університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник*, No. 20, 51-60, 2010.
- [A86] Woś P., Michalski J., Effect of initial cylinder liner honing surface roughness on aircraft piston engine performances, *Tribology Letters*, Vol. 41, Issue 3, Pages 555-567, Springer/Plenum Publishers, 2011. Impact factor, 1,582. Liczba cytowań, 1 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, metaloznawcze, hamowniane, program, obliczenia. Współdział: tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A87] Michalski J., Wpływ uszkodzeń układów autobusów na zagrożenie działania i bezpieczeństwo systemu transportowego, *The Archives of Automotive Engineering*, Wydawca: Konsorcjum Polskiego Towarzystwa Naukowego Motoryzacji i Przemysłowego Instytutu Motoryzacji, 2, 127-141, 2009.
- [A88] Michalski J., Wysokowydajne szlifowanie zębów kół zębatych walcowych metodą Reishauera ściernicą z korundu spiekanego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XIII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i Marketing w Motoryzacji*, Rzeszów; 211-220, 2002.
- [A89] Michalski J., Struktura geometryczna powierzchni zębów kół zębatych walcowych po szlifowaniu i gładzeniu, Wydawca: ВПВТД ВАТ ПТІ Київоргбуд, Український транспортний університет, Київ, *Збірник наукових праць, Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів*, Випуск, No. 11, 71-77, 2001.
- [A90] Michalski J., Dziedziczenie cech chropowatości powierzchni zębów koła zębatego szlifowanego kształtowo po ich kulkowaniu strumieniowym, Redakcja Wydawnic Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *XII Konferencja Międzynarodowa, Metody*

obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i Marketing w Motoryzacji, Rzeszów; 189-198, 2001.

- [A91] Michalski J., Struktura geometryczna powierzchni boków zębów kół zębatych walcowych po szlifowaniu kształtowym, ВПВТД ВАТ ПТІ Київоргбуд, Національний транспортний університет, Київ, *Збірник наукових праць, Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів*, Випуск, No. 13, 112-121, 2002.
- [A92] Michalski J., Hartowanie indukcyjne powierzchni kół zębatych stosowanych w produkcji masowej, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник*, No. 23, 193-200, 2011.
- [A93] Michalski J., Ocena topografii powierzchni gładzonych według metody Red Ringa boków kół zębatych stosowana w układach napędowych środków transportu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *X Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 87-96, 2009.
- [A94] Michalski J., Konstytuowanie struktury geometrycznej powierzchni boków zębów zębników daszkowych przekładni lotniczych, *Archives of Mechanical Technology and Automation (Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji)*, Wydawca: Polska Akademia Nauk, Oddział (Poznań), Komisja Budowy Maszyn, 30 (4), 101-110, 2010.
- [A95] Michalski J., Struktura geometryczna powierzchni boków zębów kół zębatych walcowych frezowanych obwiedniowo stosowana w napędach systemów transportowych, Wydawca: ВМС, Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*, 14, 109-121, 2007.
- [A96] Michalski J., Surface topography of the cylindrical gear tooth flanks after machining, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 43, Issue 5-6, Pages 513-528, Springer London LTD, 2009. Impact factor, 1,128. Liczba cytowań, 2.
- [A97] Michalski J., Modelowanie nominalnej krzywizny zarysu ewolwentowego w analizie struktury geometrycznej kół zębatych, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *XI Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i Marketing w Motoryzacji*, Rzeszów; 233-242, 2000.
- [A98] Michalski J., Identyfikacja modelu profilu nominalnego dla zarysu uzębienia kół zębatych poddanych gładzeniu, Wydawca: ВМС, Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*, 8, 133-137, 2001.
- [A99] Michalski J., Wpływ powierzchni odniesienia boku zęba koła zębatego na dokładność określenia parametrów mikrogeometrii powierzchni, Wydawca: ВМС, Шорічний науково-виробничий журнал, *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*, 12, 113-119, 2005.
- [A100] Michalski J., Badania modelowe sumarycznej odchyłki struktury powierzchni bocznej zęba koła zębatego, Wydawca: ВМС, Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*, 12, 130-138, 2005.

- [A101] Michalski J., Skoczylas L., A comparative analysis of the geometrical surface texture of a real and virtual model of a tooth flank of a cylindrical gear, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 204, Issue 1-3, Pages 331-342, Elsevier Science SA, 2008. Impact factor, 1,783 (1.143). Liczba cytowań, 0 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, program, obliczenia. Współudział: modelowanie MES, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A102] Michalski J., Skoczylas L., Modelling the tooth flanks of hobbed gears in the CAD environment, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 36, Issue 7-8, Pages 746-751, Springer London LTD, 2008. Impact factor, 0,743. Liczba cytowań, 4 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, program, obliczenia. Współudział: modelowanie MES, tekst, wnioski. 50% udział autora).
- [A103] Skoczylas L., Michalski J., The surface of a tooth flank of a real fellows chiselled gear and CAD model, *The Archive of Mechanical Engineering (Archiwum Budowy Maszyn)*, Wydawca: Komitet Budowy Maszyn PAN, 1/LX, 67-76, 2008 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, program, obliczenia. Współudział: modelowanie MES, tekst, wnioski. 50% udział autora).

4.2 Omówienie celu naukowego poszczególnych prac oraz osiągniętych wyników

Przedstawiony do oceny cykl prac, obejmuje sto trzy publikacje, związanych tematycznie z "doskonaleniem procesów wytwarzania i zapewnieniem wysokiej jakości funkcjonalnej i użytkowej cylindrów i kół zębatach".

W wytwórczym procesie kształtowania cylindrów i kół zębatach przez skrawanie, zajmowałem się oddziaływaniem materiału (półfabrykatu), narzędzia, procesu, obrabiarki, ośrodka na przedmiot obrabiany, jego cechy geometryczne i fizyczne warstwy wierzchniej oraz mechaniką tworzenia wióra. Istotnym oryginalnym osiągnięciem badawczym jest opracowanie procesów gładzenia cylindrów zapewniających wydajne, łatwe, tanie, sterowalne, powtarzalne skrawanie, w którym szybko następuje zmniejszenie wyjściowych odchyłek kształtu, położenia, bicia i uzyskanieżądanego wymiaru jak i kształtowanieżądanego wygładzenia powierzchni części, w tym specjalnej technologii gładzenia "płaskowierzchołkowego" cylindra silnika spalinowego. Istotnym oryginalnym osiągnięciem badawczym jest także określenie dla analizowanych elementów, wpływu technologii kształtujących oraz ulepszających na właściwości warstwy wierzchniej jak również jej wpływu na cechy użytkowe. Dla cylindrów, w różnych warunkach użytkowania, wyznaczyłem wpływ cech geometrycznych jak i fizycznych warstwy wierzchniej. Dla sprężarek powietrza i silników spalinowych wyznaczyłem także zużycie tribologiczne elementów, opory ruchu i oddziaływanie na środowisko. Dla kół zębatach walcowych wyznaczyłem dokładność geometryczną powierzchni boków zębów, topografię i chropowatość powierzchni w procesach skrawania i kulowania strumieniowego.

Głównym celem naukowym wyszczególnionego cyklu prac jest doskonalenie procesów technologicznych wytwarzania oraz zapewnić wysokiej jakości funkcjonalnej i użytkowej analizowanych wyrobów. Do istotnych oryginalnych osiągnięć badawczych zaliczyłem zagadnienia od a) do t):

a) Rozwój technologii gładzenia materiałów konstrukcyjnych – nowe metody, konstrukcje narzędzi gładzarskich, właściwości geometryczne cylindra i stan warstwy wierzchniej

Dla zrealizowania tego celu, w poszczególnych publikacjach **określono**,

1. Wysokość chropowatości powierzchni cylindrów ze stal 38HA, wartości zmian odchyłek kształtu oraz wydajność obróbki w gładzeniu konwencjonalnym oraz gładzeniu oscylacyjnym z drganiami samowzbudnymi i drganiami wymuszonymi w kierunku osiowym i obwodowym. Wpływ amplitudy i częstotliwości drgań oraz wartości parametrów i czasu obróbki na wskaźniki gładzenia cylindrów. Optymalne parametry obróbki i zalecaną kinematykę gładzenia dla wybranego przypadku obróbkowego [A1]. Adekwatne modele matematyczne wpływu amplitudy i częstotliwości drgań wymuszonych skrętnych, prędkości obwodowej, prędkości posuwowej, nacisku jednostkowego i czasu gładzenia na wysokość chropowatości profilu powierzchni Ra cylindrów, wydajność gładzenia, względną zmianę kołowości otworu [A2]. Wpływ twardości stali, rodzaju ścierniwa, wielkości ziarna, twardości osełek, rodzaju spoiwa i nasycenia na przebieg i wyniki gładzenia. Udział mikroskrawania, bruzdowania i rysowania, w gładzeniu cylindrów, z zastosowaniem dziesięciu rodzajów płynów obróbkowych. Zasady doboru osełek i płynów obróbkowych gładzenia stali [A3]. Przydatność metod teorii eksperymentu [A1-A3], analizy wymiarowej [A4], i innych współczesnych matematycznych metodologii eksperymentu, dla planowania, analizy i określenia efektów technologicznych procesu gładzenia. Możliwość regeneracji cylindrów ze stali bezpośrednio po próbach technologicznych przydatności oraz po eksploatacji, poprzez określenie wpływu warunków i parametrów gładzenia oraz opracowanych konstrukcji głowic gładzarskich [A4].
2. Wpływ twardości osełek z elektrokorundu szlachetnego, węgla krzemu, prędkości ruchu obrotowego, prędkości ruchu posuwowego, nacisku jednostkowego, czasu oraz amplitudy i częstotliwości drgań samowzbudnych skrętnych w kierunku obwodowym na właściwą wydajność objętościową gładzenia, właściwe zużycie objętościowe osełek, wysokość chropowatości powierzchni, składowe siły skrawania w gładzeniu powłoki z hydrargilitu utworzonej po twardym anodowaniu siluminu AK9. Cechy gładzenia osełkami ściernymi i gładzenia osełkami z warstwa diamentową. Postacie matematyczne krzywych nośności profilu chropowatości powierzchni Abbotta Firestone, dla maksymalnego zakresu zmian wysokości chropowatości powierzchni [A5].
3. Możliwość uzyskania większej wydajności obróbki z korzystnym przebiegiem zużycia osełek i zwiększoną objętościową wydajnością względną w gładzeniu długoskokowym oscylacyjnym z drganiami samowzbudnymi skrętnymi w porównaniu z gładzeniem długoskokowym ze stałym naciskiem dla stali, żeliwa, brązu i siluminu. Wysoką dokładność kształtu i wymiaru, jak również bardzo korzystną strukturę warstwy wierzchniej. Bardzo duży stopień odsłonięcia płatków grafitu w żeliwie, nieosiągalny innymi odmianami gładzenia. Potwierdzenie doświadczalne teorii skrawania metodą gładzenia T. Uedy i A. Yamamoto, przyjmującą za osełkę ścierną model narzędzia jednoostrzowego, w odniesieniu do narzędzi z węgla krzemu zielonego. Brak doświadczalnego potwierdzenia, tego modelu, w obróbce materiałów miękkich osełkami z warstwą diamentową [A6].
4. Możliwość uzyskania wysokiej jakości gładzi cylindrów o strukturze płaskowierzchołkowej w gładzeniu jednozabiegowym konwencjonalnym ze stałym posuwem osełkami o ziarnach z węgla krzemu zielonego oraz z dodatkowymi osełkami z kompozytów polimerowych fenolowo-formaldehydowych z grafitem i napełniaczami o własnościach łagodnie ściernych oraz listew ciernych ze znanymi dla: żeliwa W4c, stali 40H ulepszonej cieplnie, brązu B476 i stopu PA6. Możliwość pokrycia tarcowego gładzi cylindra i utworzenia struktur wtórnych pierwszego rodzaju, zwiększających odporność korozyjną cylindra jak i nadania mu korzystnych właściwości eksploatacyjnych [A7, A8].

5. Krzywe udziału materiałowego i wskaźniki obróbki poprzez gładzenie płaskowierzchołkowe dwuzabiegowe cylindrów z żeliwa ośłkami 99C-150-J-8-V i 99C-500-M-V o spoiwie ceramicznym oraz opracowanymi ośłkami o spoiwie żywicznym z wypełniaczami: mączka łupku chlorytowo-serycytowego, mączka kwarcowa, grafit w gładzeniu jednozabiegowym [A9]. Zwiększoną odporności korozyjnej cylindra po gładzeniu ośłkami nasycanymi siarką oraz z dodatkowymi listwami wykonanymi ze stopu cynku a zwłaszcza dodatkowymi ośłkami z polimeru napełnionego materiałem ściernym i smarującym [A10]. Bardzo korzystną strukturę płaskowierzchołkową oraz korzystne niewielkie zmiany wysokości chropowatości, falistości oraz odchyłek okrągłości, zarysu przekroju wzdłużnego dla tulei żeliwnych po nasiarczeniu i poprawną po azotowaniu, gdy wstępne ich gładzenie przeprowadzono z dodatkowymi ośłkami ścierno-smarującymi [A11]. Duże możliwości poprawy wydajności i jakości procesu gładzenia, opracowanymi konstrukcjami głowic gładzarskich i modyfikacją ośłek ściernych [A12].

b) Konstrukcje głowic, które znalazły zastosowanie w gładzeniu cylindrów sprężarek powietrza, cylindrów silników trakcyjnych i statków powierzchniowych, cylindrach siłowników hydraulicznych i przewodach lufowych

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

6. Metodykę obliczeń konstrukcji głowicy, o małej jak i dużej sztywności, przydatnej do obróbki cylindrów w różnych warunkach technologicznych [A13]. W gładzeniu oscylacyjnym głowicą tulejkową, o wymuszonych siłą skrawania drganiach samowzbudnych, występowanie drgań ramiona głowicy o charakterze zbliżonym do stacjonarnego. W takich warunkach, małą wartość i małą dynamikę zmian składowych siły skrawania. Dużą głębokość rys gładzenia i korzystny przebieg zużycia ośłek [A14]. Zmniejszenie odchyłek kształtu i położenia cylindrów o małych średnicach oraz cylindrów dużych w elementach o małej sztywności, zmiennej sztywności, cylindrach nieprzelotowych i cylindrach z ograniczonym wybiegiem narzędzi z kanałami, stosując opracowane sposoby gładzenia, konstrukcje narzędzi, oprzyrządowanie i obrabiarki [A15, A16]. Zmniejszenie uciążliwości gładzenia poprzez ograniczenie natężenia hałasu podczas obróbki dużych cylindrów siłowników hydraulicznych i przewodów lufowych [A16, A17].

c) Specjalne technologie gładzenia płaskowierzchołkowego w silnikach

Dla zrealizowania tego celu, w poszczególnych publikacjach **określono**,

7. Możliwość gładzenia ze stałym dosuwem (obciążenie przemieszczeniem) powierzchni płaskowierzchołkowej, w warunkach samoostrzenia, w wyniku zastosowania głowicy z sekcjami ośłek ściernych o odmiennej ilości ośłek, które całkowicie opuszczają obrabiany otwór walcowy. Chropowatość i falistość gładzi cylindrów, kierunkowość struktury, wady powierzchni, mikrotwardość oraz naprężenia własne obwodowe w gładzeniu jednozabiegowym ośłkami nasycanymi siarką, nasycanymi żywicą syntetyczną oraz stosując głowicę specjalną o zróżnicowanej sile docisku ośłek oraz głowicą z dodatkowymi ośłkami mającymi spoiwo żywiczne [A18]. Zanieczyszczenie powierzchni cylindra ziarnami ściernymi, od kulek ściernych szczotek ściernych (flexhone), oraz złożony układ kierunkowości struktury geometrycznej powierzchni. Cechy geometryczne powierzchni płaskowierzchołkowej jako bardzo korzystne [A18, A19]. Wymagania, warunki, parametry gładzenia płaskowierzchołkowego i płaskowierzchołkowego gładkiego cylindrów z żeliwa, mających w obu kierunkach gładzenia regularnie wyraźne równomiernie rozmieszczone odpowiednio głębokie i

wąskie rysy, o wyraźnych i czystych brzegach bez zagnieceń i nalepień, oraz wgłębienia bez zamazań materiałem [A20 - A23]. Odształcenia plastyczne - przemieszczenia warstwy wierzchniej pod wpływem siły skrawania. Powtarzalność parametrów amplitudowych stereometrii powierzchni (SPa, SPq, SPt, SPsk i SPku) oraz wysokości szczytów WS, głębokości rys gładzenia WR ich szerokości SR - ukształtowanych ośłkami z diamentu syntetycznego (kruchego), ośłkami ze ścierniwem mieszanym (węglík krzemu zielony i korund krystaliczny) oraz mikrokrystalicznym korundem (kubitronem) [A21]. Zdolność procesu gładzenia tulei cylindrowych za pomocą współczynnika dokładności Cpk dla głębokość rdzenia profilu chropowatości powierzchni Rk [A22] oraz homogeniczność topografii powierzchni i jej czystość [A23].

d) Prace modelowe wyboru technologii montażu i obróbki cylindra, z tuleją połączoną skurczowo-rozprężnie

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

8. Metodologię wyboru poprawnego proces technologiczny montażu połączenia skurczowo-rozprężnego tulei z kadłubem silnika spalinowego Franklin F. 4A-235-B4, ze względu na możliwość odształcenia plastycznego części, z zastosowaniem modelu osiowo-symetrycznego i płaskiego z elementami kontaktowymi płaskimi o topologii czterowęzłowej oraz elementami kontaktowymi dwuwymiarowymi sprzęgającymi, za pomocą systemu PATRAN i ABAQUS, poprzez uwzględnienie właściwości materiałów, przemieszczenia, naprężenia i nacisku jednostkowego tulei i kadłuba. Możliwość wpływu na: odchyłki kształtu cylindra, rodzaj technologii montażu i obróbki skrawaniem, wyeliminowanie odształceń plastycznych tulei cylindrowej - poprzez poprawę jej właściwości mechanicznych. Dużą zgodność wartości odchyłki okrągłości, walcowości i prostoliniowości badań doświadczalnych zespołu cylindra, z ich wartościami z modelu osiowo-symetrycznego i płaskiego połączenia tuleja-kadłub [A24, A25].

e) Rozwój technologii cylindrów zalewanych w stopach lekkich

Dla zrealizowania tych celów, w publikacji **określono**,

9. Przydatność, do zalewania w blokach cylindrowych ze stopów aluminium, tulei cylindrowych wykonanych odlewaniem kokilowym odśrodkowym właściwym, z żeliwa szarego perlitycznego z eutektyką fosforową podwójną, o twardości 220-240 HB. Na powierzchni zewnętrznej, w porównaniu z powierzchnią wewnętrzną, występowanie zwiększonej zawartości węgla oraz zauważalny glin, fosfor, siarkę, mangan i kobalt, co wynika z oddziaływania pokrycia formy zawierającego: bentonit, mączkę kwarcową, silikon i mydła rozcieńczone wodą. Z kolei, większą ilość krzemu i żelaza na powierzchni wewnętrznej cylindra. Powierzchnie zewnętrzną tulei cylindrowej jako izotropową (izotropowość 79,5%) o charakterze mieszanym (okresowo-losowym), mającą wysokości nierówności 729 μm o średniej odległości pomiędzy wierzchołkami 3333 μm (pomiar konturografem). Jej wysokość chropowatości powierzchni, o wartości wynoszącej $St=542 \mu\text{m}$, $Rt=589 \mu\text{m}$, gęstość powierzchniowa szczytów o wartości 50,5 szczytów/ cm^2 oraz odległość rowków profilu $RSm=1004 \mu\text{m}$ (pomiar laserowy triangulacyjny profilometrem). Przydatność do zalewania, drugiej tulei cylindrowej toczonej, o powierzchni zewnętrznej anizotropowej okresowej, z naciętym gwintem o zarysie kołowym, wysokości 432 μm i skoku 1600 μm (pomiar konturografem) [A26].

f) Optymalizacja parametrów operacji technologicznych i gładzenia cylindrów

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

10. Metodykę, algorytm, podstawy matematyczne i przykład z technologii gładzenia cylindra nieprzelotowego, umożliwiającą obiektywne rozwiązanie zagadnienia optymalizacji wielokryterialnej parametrów procesów technologicznych. Wszystkie możliwe układy parametrów operacji technologicznych i dobór najbardziej odpowiednich, ze zbioru rozwiązań kompromisowych, w szybki i obiektywny sposób. Trzydziestoprocentową procedurę składa się z: opracowania adekwatnych funkcji jakości i ich statystycznej oceny, jednokryterialnej optymalizacji metodą Powella-P2 oraz wielokryterialnej optymalizacji metodą minimaksu, z uwzględnieniem ograniczeń słabych i mocnych wektora sterującego [A27, A28]. Optymalne parametry gładzenia osłkami ściernymi, dla przykładu dziewięciu kryteriów rozwiązań kompromisowych [A27]. Optymalne parametry gładzenia: prędkość obwodową v_o , prędkość posuwową v_p , nacisk jednostkowy p oraz czas procesu t , przyjmując funkcje jakości: minimalny koszt i maksymalną wydajność z ograniczeniem kąta przecięcia rys obróbki w wymaganych granicach [A28]. Nieskuteczność metody optymalizacji wielokryterialnej Pareto w zagadnieniach inżynierskich [A28].

g) Prace modelowe – temperatura i odkształcenia cieplne cylindra w procesie gładzenia

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

11. Temperaturę i odkształcenie ścianki cylindra wzdłuż jego wysokości, na podstawie dwuwymiarowego impulsowego nieustalonego charakteru przepływu ciepła opisanego różniczkowym równaniem Fouriera-Kirchhoffa i rozwiązaniem metodą różnic skończonych. Zmiany temperatury ścianki cylindra i wartość odkształceń cylindra wzdłuż ich wysokości, podczas gładzenia cylindrów o różnych cechach geometrycznych oraz różnym charakterze zmian obciążenia osłęk, ich liczby, długość i wybiegu [A29, A30].

h) Prace modelowe - symulacja gładzenia, optymalizacja wymiarów osłęk głowicy gładzarskiej i nastaw gładzenia, zmiana struktury geometrycznej powierzchni

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

12. Sposób modelowania, symulacji i optymalizacji numerycznej procesu gładzenia uwzględniający liczbę osłęk, położenie katowe, długość, szerokość - w obróbce ze stałym dosuwem oraz stałym naciskiem, w wyniku obliczenia drogi skrawania, obciążenia wszystkich wyodrębnionych fragmentów cylindra i osłęk – zastosowaną do cylindrów przelotowych i nieprzelotowych [A31 - A33]. Silny związek pomiędzy: wielkościami geometrycznymi cylindra, głowicy z osłękami, kinematyką i metodą gładzenia a dokładnością wymiaru, kształtu otworu oraz równomiernością wysokości chropowatości i falistości na powierzchni gładzi [A34].

Podsumowanie

Sposoby i uzyskane rezultaty udoskonalenia technologii gładzenia cylindrów, na co wskazują, zwłaszcza wyniki prac [A1 - A34].

i) Prace modelowe i doświadczalne – struktura geometryczna cylindra w gładzeniu i eksploatacji silnika spalinowego

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

13. Zbliżony charakter a odmienną intensywność zużywania oraz zbliżony charakter zmiany parametrów profilu chropowatości powierzchni cylindrów w gładzeniu osłękami

- ściernymi, ze zużywaniem cylindrów silnika spalinowego w okresie docierania jak i długotrwałej próby niezawodności. Odmienność tych procesów podczas gładzenia osełkami o zbyt małej twardości oraz podczas intensywnego zużywania ściernego silnika pracującego w warunkach zwiększonego zapylenia powietrza [A35].
14. Doświadczalne pochylenie powierzchni nośnej profilu chropowatości (R_{pq}), po obróbce gładkościowej oraz po eksploatacji, zależne od jego aktualnej wysokości chropowatości (R_t , R_{tm}); zarówno w procesie technologicznym obróbki oraz ulepszania jak i procesie zużywania tribologicznego w okresie: docierania, próby pracy, próby niezawodności i po badaniach trakcyjnych. Także taką zależność dla powierzchni płaskowierzchołkowych, uzyskanych przez gładzenie [A36].
 15. Doświadczalną proporcjonalną zależność objętości zeskrwanego materiału (ΔR_v), wytaczanego wstępnie otworu wewnętrznego cylindra żeliwnego, od kąta natarcia ziaren ściernych i czasu gładzenia, na podstawie modelu stożkowego ziarna (modelu E. Rabinowicza). Doświadczalną proporcjonalną zależność objętości zeskrwanego materiału (ΔR_v), w gładzeniu ostatecznym powierzchni nośnej płaskowierzchołkowej, od wstępnej objętości materiału ograniczonego profilem chropowatości powierzchni ($R_v(w)$), gładzonego wykończeniowo cylindra stosownymi osełkami, co aproksymowano zależnością $\Delta R_v = c \cdot R_v(w) + d$ [A37]. Potwierdzenie zależności pochylenia powierzchni nośnej chropowatości (R_{pq}) od aktualnej wysokości chropowatości [A36], istotnej na poziomie prawdopodobieństwa 0,13-99,87% ($R_t \pm 3\sigma$), co aproksymowano zależnością $R_{pq} = a \cdot R_t \pm 3\sigma + b$. Model i metodykę wyznaczenia: krzywej udziału materiałowego powierzchni cylindra, w gładzeniu płaskowierzchołkowym, oraz przewidywania kształtu i parametrów profilu osiowego chropowatości powierzchni cylindrów, na podstawie znajomości wartości parametru amplitudowego, stosując dwie metody opisu tej krzywej oraz podane zależności doświadczalne. Sposób modelowania profilu cylindra, poprzez nakładanie profilu rzeczywistego/modelowego na profil gładzenia wykończeniowego rzeczywistego/modelowego, o wartości rzędnej mniejszej z dwu jego profili składowych. Metodykę symulacji profilu powierzchni płaskowierzchołkowej, jako procesu nakładania profilu generowanego, odpowiadającemu gładzeniu ostatecznemu $R_q = R_{pq}$, na profil generowany, odpowiadający gładzeniu wykończeniowemu, zapewniającą odległość między liniami średnimi tych profili tak, aby otrzymać wymaganą wartość parametru $R_t \pm 3\sigma$ oraz w wyniku przyjęcia wysokości ostatecznej profilu, jako mniejszej wartości rzędnych profili składowych (profile składowe generowano, dla założonego odstępów dyskretyzacji, metodą odwrotnego przekształcenia Fouriera rozkładu rzędnych Gaussa - mających zamiast długości funkcji autokorelacji, wartość parametru wzdłużnego $SP = 1/(2f)$ wyznaczoną ze skumulowanej krzywej widmowej gęstości mocy, gdzie f jest częstotliwością przejścia z małych do dużych wartości częstotliwości) [A38]. Możliwość przewidywania zużycia liniowego i objętościowego cylindra gładzonego oraz kształtu i parametrów profilu osiowego cylindrów w kolejnych etapach gładzenia [A37, A38].
 16. Model zużywania liniowego i objętościowego cylindra silnika spalinowego w okresie niewielkiego zużycia ściernego tribologicznego - docierania (do momentu występowania rys procesu gładzenia, zużycia zerowego) oraz model powstania w użytkowaniu krzywej udziału materiałowego jak i model profilu oraz wartości jego parametrów - tworzącej nierówności powierzchni cylindra, także model powierzchni i jej parametrów [A39]. Podobny jakościowo charakter zużywania ściernego eksploatowanego cylindra silnika spalinowego, jaki stwierdzono dla procesu technologicznego gładzenia [A35 - A38]. Doświadczalnie dwie podstawowe zależności: (a) proporcjonalność objętości zużycia materiału cylindra w eksploatacji ΔR_v , (ΔS_v) od

objętości materiału nierówności cylindra gładzonego R_v (S_v), oraz (b) proporcjonalność odchylenia standardowego wysokości powierzchni eksploatacyjnej $R_{pq}(w)$, ($Spq(w)$ do statystycznej aktualnej wysokości gładzi cylindra po eksploatacji $R_{t\pm 3\sigma}$, ($St\pm 3\sigma$). Sposób i metodykę symulacji profilu/powierzchni cylindra eksploatowanego, jako procesu nakładania generowanego profilu/powierzchni eksploatowanej na profil/powierzchnię po procesie gładzenia. Procedury obliczeniowe, analogiczne jak w gładzeniu [A37, A38].

Podsumowanie

Adekwatne sposoby modelowania i symulacji powstawania topografii/zarysu profilu chropowatości powierzchni cylindra w procesie gładzenia i zużycia - w okresie docierania pracą silnika spalinowego [A35 - A39].

j) Topografia powierzchni – opis krzywej Abbotta

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

17. Sposób aproksymacji unormowanej krzywej udziału materiałowego funkcją trzyparametrową, minimalizującą maksymalną odległość punktów dyskretnych otrzymanych z pomiaru krzywej nośności profilu chropowatości powierzchni Abbotta Firestone od tej funkcji. Metodykę obliczenia błędu dopasowania, uzyskując w 98% z 500 analizowanych powierzchni po gładzeniu, błąd aproksymacji mniejszy od błędu pomiaru odciętych i rzędnych krzywej Abbotta. Skorelowanie parametrów opis krzywej Abbotta; A , X_0 , B ze współrzędnymi charakterystycznych jej punktów i pochyleniem [A40]. Silnie skorelowane parametrów: średnia arytmetyczna rzędnych profilu R_a i wysokość najwyższego wzniesienia profilu R_p , wyznaczonych z odpowiedniego pola powierzchni krzywej Abbotta oraz dla zarysu profilu chropowatości powierzchni. Coraz większe ich różnice, gdy mniejsze są od $1 \mu m$ parametry R_a , R_p [A41].
18. Opis krzywej udziału materiałowego za pomocą współczynnika niepełności R_p/R_t , pochylenia unormowanego R_k/R_t i odciętej x_{rk} krzywej Abbotta - charakteryzującej przechodzenia obszaru wzniesień do obszaru wgłębień nierówności powierzchni. Interpretację fizyczną proponowanego opisu i jego poprawność [42].
19. Poprawność opisu krzywej nośności chropowatości powierzchni gładzi cylindrów parametrami wynikającymi z trzech odmiennych metodyk obliczeniowych za pomocą: niezależności pochylenia rdzenia chropowatości od udziału nośnego wgłębień, korelacji między parametrami, istotności różnic między wartościami średnimi, składowych głównych, rozróżnialności procesu technologicznego gładzenia, rozrzutu oceny w grupach cylindrów o zbliżonych cechach wytwarzania oraz przydatności w procesie konstruowania, wytwarzania, eksploatacji i modelowania [A43]. Możliwość matematycznego obliczenia wysokości i udziału materiałowego dla dowolnego/charakterystycznego jej punktu/obszaru z opracowanego modelu matematycznego [A40 –A43].

k) Topografia powierzchni - opis zarysu falistości i chropowatości powierzchni

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

20. Typologię podziału cylindrów na sześć grup, w zależności od czynników technologicznych obróbki, zapewniającą ich odrębność struktury geometrycznej powierzchni oraz umożliwiającą producentowi przeprowadzenie wstępnego wyboru sposobu gładzenia w celu spełnienia wymagań odnośnie chropowatości powierzchni. Duży wpływ właściwości materiału cylindra na parametry chropowatości powierzchni po gładzeniu [A44]. Jednoznaczny opis profil chropowatości powierzchni gładzonych cylindrów za pomocą minimum czterech parametrów którymi są: współczynnik

niepełności R_p/R_m , właściwa wysokość rdzenia chropowatości RK/R_m , średnia maksymalna wysokość chropowatości R_{tm} oraz średni odstęp rys głębokich OR . Bardziej szczegółowy opis zawierający oprócz wymienionych: pole powierzchni wgłębień chropowatości ARK oraz średnią szerokość rys głębokich SR [A45]. Przydatność profil symulowanych okresowych i losowych, o symetrycznym i skośnym rozkładzie wysokości rzędnych, mających nakładany na powyższe profile szum losowy i przypadkowe elementy odbiegające od charakteru większości elementów profilu (artefakty), w wieloparametrowym opisie chropowatości powierzchni. Minimalną liczbą parametrów wieloparametrowego opisu profilu: wysokości – średnia kwadratowa rzędnych profilu P_q , odstęp - długość korelacji $DK_{0,1}$, rozkładu rzędnych – iloraz wzniosów $P_{\Delta a}/P_{\Delta q}$, krzywej udziału materiałowego - P_{pq} , P_{vq} , P_{mq} i P_{mvr} . Dodatkowy opis profilu zawierający: parametry kształtu - $P_{\Delta q}$, Pha_7 , Ppc_7 (profile okresowe) oraz $P_{\Delta q}$, Ppd_7 , Pha_7 (profile losowe) [46]. Nieistotne różnice średniej mikrotwardości oraz odmienne wartości i zbliżoną głębokość zalegania naprężeń własnych dla wyodrębnionych grup gładzonych cylindrów „diament”, „spoiwa żywiczne”, „oselki ściernie”, „impregnacja”, „dodatkowe listwy”, „plateau”. Metodę oceny chropowatości i falistości powierzchni oraz oceny powierzchni gładzonej i oceny strefy mikroskopowej warstwy wierzchniej zapewniającą dobrą rozróżnialność wyodrębnionych grup gładzonych cylindrów [A47]. Konieczność każdorazowego podania obok wartości parametrów chropowatości profilu filtrowanego również wartości wysokości falistości, szczególnie dla większych wysokości ich falistości powierzchni. Większe zmiany kształtu struktury geometrycznej powierzchni, ocenianej profilem filtrowanym i niefiltrowanym, im bardziej powierzchnia cylindrów jest zbliżona do struktury płaskowierzchołkowej [A48].

l) Pomiary geometryczne powierzchni – prace modelowe wyznaczenia linii/powierzchni odniesienia, warunki przeprowadzania kontroli jakości cylindrów, ocena powierzchni cylindra

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

21. Metodę wstępnego przetwarzania rzędnych profilu chropowatości powierzchni, poprzez centrowanie i usuwanie trendu liniowego oraz poprawne warunki realizacji wyodrębnienia struktury geometrycznej powierzchni wybranych powierzchni elementów maszyn, mających zarys złożony z linii odniesienia oraz nałożony znany bazowy profil chropowatości powierzchni [A49]. Doświadczalnie wpływ i poprawny sposób wyznaczenia; linii odniesienia, rodzaju filtra, granicznej długości fali filtra, w ocenie chropowatości powierzchni profilu tworzącej i obwodu powierzchni cylindra gładzonego płaskowierzchołkowo [A50, A51]. Sposób wyznaczenia poprawnej długości kroku próbkowania, doboru granicznej długości fali i rodzaju filtrów zapewniających poprawną charakterystykę chropowatości powierzchni o dużej asymetrii rozkładu rzędnych [A51]. Związek wymiaru i kształtu końcówki pomiarowej profilometru oraz długości kroku próbkowania z błędami oceny struktury geometrycznej powierzchni, analizując powierzchnie modelowe i obrobione metodami technologicznymi, w tym okresowe oraz losowe uwarstwione po dwóch operacjach, charakteryzowane za pomocą profilu i topografii powierzchni [A52]. Wpływ filtrów: dolnoprzepustowych, górnoprzepustowych, pasmowoprzepustowych, ruchomej średniej, mediany, B-splajnu, obwiedni łukiem i prostą, morfologicznych, na zmianę wartości parametrów nierówności profili symulowanych i profili obrobionych elementów maszyn [A53]. Istotne różnice w położeniu niepewnych nominalnych charakterystyk przenoszenia czujnika z ostrzem odwzorowującym o promieniu $2 \mu m$ zamieszczonych w normie ISO 3274:1996. Metodą symulacji komputerowej odmienności położenie granicy

przenoszenia długości fal filtra Gaussa λ_s , o wartości granicznej równej 2,5 μm i 8 μm , z tłumieniem wynikającym z filtracji mechanicznej promieniem wierzchołka ostrza odwzorowującego o znormalizowanej wartości 2 μm , filtracji mechanicznej metodą grafiki komputerowej wektorem promienia 2 μm , wierzchołkiem płaskim o długości 2 μm oraz filtracji podwójnym filtrem profilu Gaussa $R_k=0,8$ mm [A54]. Powód i znacznie mniejszej wartości zmierzonej wysokości chropowatości powierzchni profilometrem Form Talysurf Series 2 w porównaniu z wartościami uzyskanymi profilometrem Form Talysurf Intra, w wyniku zastosowania numerycznej filtracji mechanicznej obwiednią łuku okręgu, symulowanego profilu z cechami obróbki i porowatości struktury metalograficznej. Różnice wynikają z procedury aproksymacji i rekonstrukcji profilu oprogramowaniem μlra i silnej filtracji mechanicznej ostrzem odwzorowującym profilometru obrobionej powłoki, w porównaniu z filtracją cyfrową dolnoprzepustową krótkofalową [A55].

22. Metodykę pomiaru, wiarygodność, wzajemną zależność parametrów i funkcji profilu i stereometrii powierzchni, o normalnym Gaussa i asymetrycznym rozkładzie rzędnych zarówno powierzchni symulowanych jak i obrobionych poprzez gładzenie, dla odmiennych odległości próbkowania. Wartości parametrów: wysokości rzędnych, wierzchołków, odległości, mieszanych, kształtu, pola powierzchni wgłębień oraz średniej głębokości rys gładzenia, ich szerokości, odstępów i wskaźnika plastyczności oraz funkcji: profilu i stereometrii powierzchni [A56]. Przydatność dla analizy jakości procesu gładzenia cylindrów funkcji widmowych profilu i stereometrii powierzchni: autokorelacji, gęstości widmowej mocy, korelacji wzajemnej oraz ich wykresów kątowych [A56, A57]. Parametry i funkcje stereometrii powierzchni, odmiany kierunkowości skrzyżowana, o kącie pomiędzy śladami obróbki struktury powierzchni od 0 do 180 stopni. Największą wrażliwość opisu krzywej udziału materiałowego metodą prawdopodobieństwa, ze względu na jej ukierunkowanie. Dużą wrażliwość opisu ukierunkowania struktury geometrycznej powierzchni skrzyżowanej za pomocą: krzywizny, gęstości szczytów i wierzchołków jak również nachylenia powierzchni i profilu oraz zbliżoną informatywność na podstawie gęstości ich prawdopodobieństwa, rozkładu wartości i ich dystrybucji, zwłaszcza dla oceny wgłębień [A58]. Brak skorelowania wartości wskaźnika plastyczności, dla powszechnie stosowanych metodyk i zależności, dla wielokierunkowej skrzyżowanej kierunkowości struktury powierzchni w zależności od kąta pomiędzy dwoma kierunkami ukośnymi, na podstawie analizy powierzchni i profili o normalnym i skośnym rozkładzie rzędnych. Największą wrażliwość i zakres zmian odkształceń od sprężystych do plastycznych, na podstawie modeli A.W. Busha oraz J. A. Greenwooda w zależności od kąta skrzyżowania śladów obróbki. Również duży zakres zmienności, chociaż mniejszy od modeli poprzednich wskaźnika plastyczności, na podstawie modelu D.J. Whitehousa i J.F. Archarda oraz B.-G. Roséna i T.R. Thomasa [A59].
23. Anizotropię powierzchni gładzi cylindra na podstawie wartości i rozkładu odstępów chropowatości, pochylenia oraz krzywizna wierzchołków wzdłuż jego tworzącej i obwodu. Wysokie do bardzo wysokie skorelowanie kąt skrzyżowania kierunkowości struktury powierzchni gładzonego cylindra z odpowiednimi ilorazami parametrów pochylenia, odstępów, funkcji statystycznych wzdłuż tych kierunków powierzchni cylindra. Jednakowe statystycznie, na poziomie ufności 0,95, wartości parametrów wysokości chropowatości i rozkładu rzędnych profilu wzdłuż tworzącej cylindra i jego obwodu [A60]. Zależność: krzywizny i gęstości wierzchołków oraz wzniosu średniego arytmetycznego i średniego kwadratowego profili powierzchni wzajemnie prostopadłych, w zależności od kąta skrzyżowania śladów obróbki od 0° do 180° dla powierzchni gładzonych cylindrów, o symetrycznym i skośnym rozkładzie rzędnych.

Odmienny przyrost nachylenia wzdłuż długości profilu tworzącej i obwodu powierzchni cylindra, odmienną wartość wzniosu wzdłuż wysokości profilu oraz w zależności od udziału nachylenia, jak również odmiennosc tych charakterystyk dla powierzchni cylindra w porównaniu z jego powierzchnią nośną i powierzchnią wgłębień [A61].

m) Pomiary geometryczne powierzchni – ocena zarysu okrągłości, ocena średnicy cylindra

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

24. Dużą dokładność pomiaru wysokości ścięcia wzorców, o zarysie powierzchni walcowej, metodą bezodniesieniową, w wyniku zastosowania wskazanych warunków pomiaru i równoczesnej analizy liczby fal na obwód charakterystycznych dla odchyłki okrągłości i odchyłki falistości, z odpowiednim rodzajem filtra. Bardziej poprawne odwzorowanie typowych zarysów okrągłości dla cylindrów gładzonych, z zastosowaniem filtra Gaussa aniżeli filtra 2CR. Filtr 2CR przenosi szersze pasmo, o znacznie zwiększonych amplitudach dla niskich harmonicznych. Zdecydowanie mniejsze odchyłki okrągłości cylindrów gładzonych głowicą autorską, z dwoma wysuwnymi segmentami, w porównaniu z ich obróbką głowicą z wysuwnymi listwami. Dla cylindra, o mniejszej zmianie sztywności wzdłuż tworzącej i obwodu, charakterystyczny czterołukowy kształt po gładzeniu głowicą konwencjonalną, który ma po gładzeniu głowicą dwusegmentową, zdecydowanie mniejsze i zbliżone wartości amplitud harmonicznych. Dużą owalność cylindra, o dużej zmianie sztywności wzdłuż tworzącej i obwodu, po gładzeniu głowicą konwencjonalną, która ulega znacznemu zmniejszeniu po obróbce proponowaną konstrukcją głowicy [A62].

25. Dla pomiaru dwukierunkowego średnicy cylindra wytaczanego i gładzonego: odchylenie średnie średnicy \bar{x}_s , przedziały ufności wartości oczekiwanej średnicy $\bar{x}_s \pm \epsilon_p$, przedziały ufności średnicy $(\bar{x}_s - y_{pKmax}) \pm \epsilon_p$ z pomiaru współrzędnościowymi maszynami pomiarowymi, długościomierzami, średnicówkami mikrometrycznymi, w postaci graficznych przedziałów niepewności pomiaru na 95% poziomie ufności, dla trzpienia pomiarowego kulistego o promieniu 0,4 - 9 mm. Możliwość zbliżenia wyniku pomiaru wyznaczonej średnicy cylindra, do średnicy rzeczywistej, poprzez uwzględnienie błędu przypadkowego y_{pKmax} spowodowanego strukturą geometryczną powierzchni, zwłaszcza w pomiarze maszynami pomiarowymi bezpośrednimi oraz współrzędnościowymi maszynami z głowicą przełączającą z podwójnym przetwornikiem piezoelektrycznym i elektrostatycznym [A63]. Modele matematyczne zależności odchylenia średniego kwadratowego wierności średnicy \bar{x}_s oraz modele matematyczne błędu maksymalnej wysokości przeciwległych profili powierzchni y_{pKmax} , od linii wyznaczającej wartość oczekiwaną wskazania średnicy \bar{x}_s , w funkcji wyselekcjonowanych parametrów chropowatości i falistości ich powierzchni, co stwarza możliwość ich stosowania w procedurze szacowania wartości rzeczywistej średnicy otworu x_{rz} , zawartej w przedziale wartości $\bar{x}_s - y_{pKmax} - \epsilon_p \leq x_{rz} \leq \bar{x}_s - y_{pKmax} + \epsilon_p$. Korzystny opis struktury geometrycznej cylindra gładzonego, przydatny w estymacji średnicy (długości), za pomocą wysokości chropowatości R_a , parametrów kształtu krzywej nośności profilu chropowatości - charakteryzowanych przez współczynnik niepełności R_p/R_t i jej pochylenie ($\Delta \ell$) oraz średnią szerokość rys gładzenia SR , wysokość falistości W_a i iloraz - wysokości falistości W_t i średniego kwadratowego odstępu falistości $W_{\lambda q}$ [A64].

Podsumowanie

Możliwość lepszej oceny średnicy cylindra, odchyłek kształtu, falistości i chropowatości powierzchni - istotnych w kontroli jakości oraz badaniach modelowych, w wyniku opracowań [A40 - A64].

n) Kształtowanie właściwości użytkowych i funkcjonalnych sprężarek powietrza – wpływ materiału cylindra i obróbki gładkościowej

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

26. Wydajność wysokociśnieniowych sprężarek powietrza AK50M1, zużycie oleju, temperaturę cylindra, zużycie tribologiczne: cylindra, tłoka, pierścieni tłokowych i zmianę struktury geometrycznej powierzchni cylindrów po dziewięciu gładkościowych obróbkach mechanicznych cylindrów i następnie poddanych wstępnemu docieraniu pracą oraz dziewięcioetapowej stanowiskowej próbie niezawodności. Odmianą odporność na zużycie tłoka, pierścieni tłokowych i skojarzonej z nimi gładzi cylindra pierwszego stopnia sprężania, wykonanego ze stali 38HA, aniżeli drugiego stopnia sprężania, wykonanego ze stali 38HAŻ azotowanej, zależną zarówno od sposobu ich obróbki, jak i ukształtowania struktury geometrycznej powierzchni. Największe zużycie cylindra po gładzeniu diamentowym o dużej wysokości chropowatości powierzchni i małym udziale materiałowym oraz po nagniataniu ślizgowym i nagniataniu tocznym. Najmniejsze zużycie gładzi cylindra dla powierzchni płaskowierzchołkowej (plateau) uzyskanej gładzeniem dwustopniowym oscylacyjnym, najpierw z drganiami samowzbudnymi skrętnymi ośłkami z warstwą diamentową oraz następnie gładzeniem oscylacyjnym z drganiami wymuszonymi wzdłużnymi ośłkami ściernymi o spoiwie żywicznym. Dla tej powierzchni cylindra korzystne małe zużycie tłoka i pierścieni tłokowych. Zwiększenie odporności na zużycie cylindrów, zwiększenie szczelności złożenia tłok-cylinder oraz zmniejszenie temperatury cylindra poprzez zwiększenie; stopnia uporządkowania i równomierności skrzyżowanego układu rys obróbkowych, co otrzymano po gładzeniu oscylacyjnym z drganiami samowzbudnymi o strukturze płaskowierzchołkowej, o małej jej zmienności, uzyskanej ośłkami ściernymi o spoiwie żywicznym. Bardzo małe, dla takiej topografii powierzchni cylindra, zużycie tribologiczne pierścieni tłokowych jednak zwiększenie rozbijania rowków pod pierścienie tłokowe. Zmniejszenie zużycia oleju sprężarek, w wyniku zwiększenia stopnia uporządkowania skrzyżowanej topografii powierzchni gładzenia plateau. Dla skrzyżowanej topografii gładzenia konwencjonalnego, o zbliżonej wysokości i rozkładzie rzędnych, zwiększenie jego zużycia [A65].
27. Korzystniejszą jakością użytkową i eksploatacyjną lotniczych sprężarek powietrza AK50P-12 mających cylinder z siluminu AK9 o gładzi twardo anodowanej w porównaniu z cylindrem z powłoką chromu oraz cylindrem z tuleją stalową, na podstawie wydajności tłoczenia, ilości wyrzucanego oleju, temperatury cylindra, zużycia tribologicznego: cylindra, tłoka, pierścieni tłokowych, rowków tłoka pod pierścienie tłokowe i zmiany chropowatości powierzchni tych elementów [A66]. Wartości zużycia tribologicznego cylindrów sprężarek powietrza, podanych badaniom stanowiskowym, zależne od wstępnej wysokości chropowatości jak również od utwardzenia po obróbce wykończeniowej oraz wartości naprężeń własnych. Te zależności dla sprężarek wykonanych poprzez docieranie z polerowaniem, nagniatanie toczne i ślizgowe, gładzenie dwustopniowe ośłkami z warstwą diamentową i wykończeniowe konwencjonalne ośłkami z elektrokorundu o spoiwie żywicznym. Poeksploatacyjną warstwę wierzchnią gładzi cylindrowej sprężarek powietrza charakteryzującą się; utwardzeniem i zwiększonymi naprężeniami własnymi. Mniejsze pochylenie powierzchni nośnej cylindra $R_{p,q}$, po eksploatacji, od jego pochylenia po obróbce gładkościowej oraz zależne od aktualnej wysokości chropowatości powierzchni. Większe zużycie tribologiczne cylindrów; azotowanych mających pokruszoną strefę przypowierzchniową warstwy wierzchniej, składająca się z fazy ϵ , siatki azotków żelaza i głębiej fazy ϵ oraz mieszany faz $\epsilon+\gamma$, oraz większej wysokości

chropowatości powierzchni, od cylindrów ulepszanych cieplnie; o strukturze metalograficznej - sorbit i mniejszej wysokości chropowatości [A67]. Kształtowanie poeksploatacyjnej nierówności powierzchni cylindrów, w postaci modelu ścinania płaszczyzną nierówności powierzchni po obróbce wstępnej w miarę postępującego zużywania, jedynie dla cylindrów azotowanych, o zbliżonej wstępnej wysokości chropowatości ukształtowanej docieraniem ściernym z polerowaniem, nagniataniem tocznym wałeczkami, nagniataniem ślizgowym oraz gładzeniem ściernym ośłkami z elektrokorundu i diamentu. Poeksploatacyjną chropowatość powierzchni cylindrów ulepszanych cieplnie, o dużym zakresie zmian wysokości chropowatości po obróbce gładkościowej i dużym zakresie wysokości powierzchni nośnej, zależy od jej początkowych cech. Dla cylindrów po gładzeniu płaskowierzchołkowym o małym pochyleniu powierzchni nośnej R_{pq} , również występowanie małego pochylenie powierzchni nośnej dla poeksploatacyjnej chropowatości powierzchni. Małą poeksploatacyjną ostateczną niepełność profilu R_p/R_t , jak i małą jej zmienność w czasie użytkowania sprężarki, w przypadku małej wartości niepełności profilu chropowatości po gładzeniu (gładzenie płaskowierzchołkowe ośłkami o spoiwie grafitowym). Większe tribologiczne zużycie promieniowe cylindrów dla większej ich wysokości po obróbce gładkościowej i mających większą niepełność profilu (zasada stałej objętości zużywanego materiału). Większą intensywność zużycia promieniowego cylindrów sprężarek w eksploatacji, gdy technologiczna chropowatość powierzchni ma większą wysokość, pomimo bardzo małej wartości współczynnika niepełności profilu [A68].

Podsumowanie

Zależność właściwości użytkowych i eksploatacyjnych wysokociśnieniowych sprężarek powietrza, od rodzaju materiału cylindra, wstępnie ukształtowanej topografii powierzchni - rodzaju technologii gładkościowej, wysokości chropowatości, rozkładu rzędnych, jak również od utwardzenia po obróbce wykończeniowej oraz wartości naprężeń własnych. Poeksploatacyjną warstwę wierzchnią cylindrów sprężarek charakteryzującą się mniejszą wysokością chropowatości, zróżnicowanym rozkładem rzędnych oraz większą wartością utwardzenia i naprężeniami własnymi, od ich wartości występujących po obróbce gładkościowej, co wynika z warunków ich pracy [A65 - A68].

o) Kształtowanie właściwości użytkowych i funkcjonalnych silników spalinowych – opory ruchu, zarys kształtu, falistości i chropowatości powierzchni, topografia cylindrów wykonanych technologią gładzenia

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

28. Możliwość wyznaczenia zużycia liniowego cylindra eksploatowanego silnika spalinowego na podstawie, zmiany zarysu profilu niefiltrowanej chropowatości tworzącej cylindra: za pomocą liczby zliczeń wierzchołków P_c , zmiany względnego udziału materiałowego t_p , zmiany średniej wysokości profilu ich powierzchni R_{tm} . Dużą dokładność estymacji i dostateczną zmienność parametrów po gładzeniu i eksploatacji dla P_c - występującą do wysokości najwyższego wzniesienia profilu R_p , oraz dla parametru t_p - na głębokości powyżej dwukrotnej wartości R_p [A69]. Niewielkie zmiany średniej szerokości rowków elementów profilu chropowatości R_{Sm} , profilu falistości W_{Sm} i długości fali profilu falistości $W_{\lambda q}$ gładzi cylindrów, dla dużej grupę silników poddanych badaniom stanowiskowym trwającym od 10 h do 1670 h. Niewielkie zmiany całkowitej wysokości profilu falistości ΔW_t gładzi cylindrów, dla cylindrów silników ukształtowanych poprzez gładzenie, mających średnią kwadratową długość fali profilu falistości $W_{\lambda q}$, czy średnią szerokości rowków elementów profilu falistości W_{Sm} , większą od wysokości pierścieni tłokowych. Model matematyczny

zmniejszenia/zwiększenia całkowitej wysokości profilu falistości ΔW_t , gładzi cylindrowej eksploatowanego silnika spalinowego, silnie zależy od całkowitej wysokości profilu falistości powierzchni cylindra gładzonego W_t oraz w mniejszym stopniu od jego długości fali profilu falistości W_{λ} oraz niewiele zależy od czasu pracy silnika. Model fizyczny kształtowania wysokości falistości polegający na odcinaniu wstępnego zarysu profilu falistości przez stykający się z nim odcinek, mający swobodę przemieszczeń kątowych, o długości zbliżonej do wysokości pierścieni tłokowych [A70]. Zachowanie odstępów chropowatości powierzchni gładzi cylindrowej wzdłuż tworzącej, charakteryzowanej długością korelacji, w okresie docierania pracą silnika spalinowego, jak i pracy silnika w warunkach umownych zwiększonego zapylenia powietrza zasysanego, ukształtowanej w procesie technologicznym gładzenia. Znaczne zmniejszenie charakterystycznej długości fali profilu chropowatości powierzchni, wyznaczonej punktem największej krzywizny widmowej mocy skumulowanej, w wyniku zużycia ściernego tulei cylindrowej silnika spalinowego, położonego w płaszczyźnie wzdłużnej osi wału korbowego silnika. Zmniejszenie odchylenia standardowego wysokości wierzchołków, zwiększenie średniego arytmetycznego promienia wierzchołków, zmniejszenie gęstości wierzchołków chropowatości tulei cylindrowej po docieraniu pracą silnika w porównaniu z tuleją gładzoną, by następnie gęstość wierzchołków chropowatości uległa niewielkiemu zwiększeniu po wykonanej pracy przez silnik w warunkach umownych. Zmniejszenie pochylenia boków chropowatości powierzchni tulei gładzonej w wyniku procesu jej zużycia ściernego, stopniowego zanikania większego pochylenia profilu chropowatości powierzchni tulei cylindrowej i kształtowania się odmiennych relacji długości lewych i prawych boków pochylenia profilu powierzchni, w porównaniu z tuleją gładzoną [A71]. Wartość zużycia i odporność na zatarcie par materiałowych silników wysokoprężnych i sprężarek powietrza, cylinder-pierścień tłokowy, cylinder-tłok, w warunkach tarcia suchego o ruchu posuwisto-zwrotnym na stanowisku laboratoryjnym. Przydatność badań laboratoryjnych w doborze materiału, obróbki cieplno-chemicznej i powłok ulepszających cylindra, z uwagi na korelacje z wartością zużycia występującego w eksploatacji. Najmniejsze zużycie złożeń tłok-cylinder dla tulei cylindrowej z żeliwa W1c azotanego jonowo, akceptowalne właściwości tulei z aluminium AK9 z powłoką twardo anodowaną i powłoką chromu oraz nieodpowiednie dla tulei stalowych [A72]. Zależność zużycia ściernego od współczynnika umocnienia K_2 oraz naprężeń własnych pierwszego rodzaju $\sigma(R_{max})$ dla próbek wykonanych z materiału tulei cylindrowych gładzonych, ośmioma odmiennymi technologiami skrawania, w wyniku badań laboratoryjnych tarcia suchego o ruchu posuwisto-zwrotnym, z materiałem pierścienia tłokowego. W warstwie wierzchniej tulei cylindrowych o większej wysokości chropowatości powierzchni ($R_{max}=6,4-20 \mu m$) zaleganie naprężeń własnych ściskających o wartościach mniejszej niż w warstwie wierzchniej tulei o mniejszej wysokości chropowatości powierzchni ($R_{max}=1,4-2,2 \mu m$). Występowanie korelacji między wartościami współczynników umocnienia warstwy wierzchniej a wartościami maksymalnych naprężeń własnych, słusznej jedynie w przypadku tulei o zbliżonych wysokościach nierówności [A73]. Tendencje poprawy parametrów pracy silnika 115-076/52 samochodu Polonez 1500, tj. zwiększenie maksymalnego momentu obrotowego o 11%, maksymalnej mocy efektywnej o 13% oraz zmniejszenie jednostkowego zużycia paliwa o 14%, wraz ze wzrostem pola powierzchni wgłębień profilu chropowatości powierzchni ARK (pojemności olejowej powierzchni cylindrów) od 0,0042 do 0,0185 mm^3/cm^2 [A74]. Możliwość uzyskania w badaniach laboratoryjnych, rodzaju i wartości zużycia tribologicznego elementów układu tłokowo-cylindrowo silnika statystycznie zgodnego z wartościami z 1500 h próby eksploatacyjnej ресурсu silnika lotniczego

chłodzonego powietrzem FRANKIN F. 4A-235-B4, zainstalowanego w samolocie PZL Koliber, na podstawie opracowanej metodyki 10-godzinnego skróconego docierania silnika i metodyki 21-godzinnej pracy silnika w warunkach umownych, zwiększonego zanieczyszczenia powietrza pyłem kwarcowym [A75].

p) Tribologia i trybotechnika silników trakcyjnych i lotniczych – zużycie tribologiczne złożeń tłok-pierścienie tłokowe-cylinder, straty energii, oddziaływanie na środowisko

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

29. Duży wpływ naprężeń własnych i stopnia utwardzenia, żeliwnych próbek tulei cylindrowych, na wartość ich zużycia, gdy jest ono większe niż wysokość chropowatości po gładzenia, co stwierdzono w warunkach tarcia suchego jak i intensywnego smarowania olejem zanieczyszczonym pyłem drogowym w ruchu posuwisto-zwrotnym. Duży wpływ chropowatości powierzchni próbek gładzonych tulei cylindrowych na wartość zużycie, w powyższych warunkach, gdy zużycie było mniejsze niż wysokości nierówności powierzchni cylindra. Zależność odporności na zużycie ściernego systemu: tłok-pierścienie tłokowe-cylinder, gdy silnik pracuje na maksymalnym momencie obrotowym oraz z maksymalną mocą czynną, zależą głównie od chropowatości powierzchni tulei cylindrowej (zarówno w przypadku małych i dużych wartości zużycia). Zależność intensywności zużycia systemu: tłok-pierścienie tłokowe-cylinder, dla ich wartości promieniowej, gdy były głębokie rysy gładzenia na powierzchni cylindra, zużycie systemu postępowało powoli, natomiast gdy nie było głębokich dolin – intensywność zużycia znacznie wzrastała. Po pracy silnika spalinowego zmniejszenie utwardzenia w strefie przypowierzchniowej warstwy wierzchniej [A76]. Zależność zużycie cylindrów silników samochodu Polonez 1500, w okresie 30-godzinnego docierania, od charakteru rozkładu rzędnych profilu oraz wysokości chropowatości. Proporcjonalność zużycia promieniowego cylindrów o jednakowej wysokości chropowatości, od wartości współczynnika niepełności R_p/R_t , jak również proporcjonalność ich zużycia, do wysokości chropowatości, dla podobnego kształtu unormowanego wykresu udziału materiałowego – wynika to z warunków smarowania i warunku stałej objętości zużytego materiału. Zależność zużycia cylindrów, w czasie 21 godzinnej pracy silnika w warunkach sztucznie zwiększonego zapylenia, od rozkładu rzędnych profilu oraz odległości między głębokimi rysami gładzenia. Mniejsze zużycie cylindrów, w warunkach umownych, gdy średnia odległość rys OR mieści się w przedziale 170-270 μm , w porównaniu z cylindrami o odległości rys 440-610 μm , co wynika z krótszej drogi mikroskrawania oraz możliwości osiadania pyłu ściernego i produktów zużycia w głębokich rysach gładzenia. W warunkach zwiększonego zapylenia powietrza najintensywniejsze zużywanie pierścieni tłokowych współpracujących z cylindrami o znacznej intensywności zużywania i dużej wysokości chropowatości początkowej, natomiast najmniej intensywnie pierścieni współpracujących z cylindrami o małej intensywności zużywania i niewielkiej chropowatości początkowej. Brak występowania zależności między mikrogeometrią powierzchni cylindrów a zużyciem płaszczy tłoków, w tych warunkach pracy [A77, A78].
30. Mniejsze zużycie tribologiczne cylindrów i współpracujących pierścieni tłokowych silnika spalinowego, pracującego w warunkach umownych zwiększonego zapylenia powietrza pyłem drogowym, mającego cylindry z żeliwa o strukturze perlityczno-ferrytyczna w porównaniu z cylindrami żeliwnymi o strukturze perlitycznej czy perlitycznej z eutektyką fosforową, co wynikało z osadzania cząstek ściernych w ferrycie i graficie oraz tworzeniem struktury heterogennej. Mniejsze zużycie

tribologiczne cylindra i pierścieni tłokowych silnika spalinowego pracującego w warunkach umownych zwiększonego zapylenia powietrza, wykonanego technologią gładzenia płaskowierzchołkowego. W warunkach tarcia suchego próbek cylindrów w maszynie tribologicznej o ruchu postępowo-zwrotnym, mniejsze zużycie żeliwa perlitycznego, zbliżone żeliwa perlitycznego z eutektyka fosforowa oraz największe żeliwa perlityczno-ferrytycznego. Zdecydowanie mniejsze zużycie tribologiczne próbek cylindrów z żeliwa ferrytyczno-perlitycznego i zbliżone z żeliwa perlitycznego i perlitycznego z eutektyka fosforową, w warunkach obfitego smarowania olejem zanieczyszczonym pyłem drogowym [A79]. Modele matematyczne wpływu cech chropowatości powierzchni cylindra, opisanych pięcioma sposobami, na jego zużycie promieniowe, dla dużej liczby silników spalinowych samochodu FSO Polonez po docieraniu, próbie niezawodności i badaniach trakcyjnych. Duże skorelowanie wszystkich analizowanych sposobów opisu chropowatości powierzchni gładzi cylindrowej, ze zużyciem cylindra, lecz najkorzystniejszym jest opis chropowatości za pomocą parametrów: wysokości R_{tm} (największy wpływ w okresie zużycia zerowego), rozkładu rzędnych R_p/R_t (największy wpływ dla dużych wartości zużycia), pochylenia rdzenia krzywej Abbotta RK/R_t i odstepu rys gładzenia OR (mniejszy wpływ) [A80]. Modele matematyczne wpływu cech chropowatości powierzchni cylindra (czterech sposobów opisu), stu dwudziestu sześciu silników, podzielonych na siedem grup, badanych w odmiennych warunkach eksploatacji na, zużycie cylindra, zużycie płaszcza tłoka, zużycie pierścieni tłokowych, moc użytkową silnika, maksymalny moment obrotowy, zużycie paliwa i zużycie oleju. Parametry chropowatość powierzchni cylindra R_{tm} , R_p/R_t , RK/R_t , OR oraz VoR , wpływające na korzystną moc, moment obrotowy, zużycie paliwa silnika spalinowego oraz odmienne parametry gładzi cylindra, zapewniające małe zużycie oleju i niskie zużycie siłą tarcia elementów układu tłok-pierścienie tłokowe-cylinder [A81]. Wpływ wysokości chropowatości, rozkładu rzędnych profilu chropowatości, odległości rys głębokich gładzenia oraz naprężeń własnych i mikrotwardości próbek cylindra na opory ruchu i temperaturę podpowierzchni w styku ślizgowym o ruchu posuwisto-zwrotnym w warunkach tarcia technicznie suchego i mieszanego. Istotny wpływ cech chropowatości powierzchni i utwardzenia warstwy wierzchniej na opory ruchu ślizgowego w tarcu technicznie suchym oraz tylko cech chropowatości powierzchni na opory tarcia mieszanego. Większe opory ruchu tarcia technicznie suchego dla wyższych chropowatości powierzchni i większych odstępów chropowatości. Dla par materiałów o jednakowej wysokości chropowatości siłę tarcia większą dla próbek o mniejszej mikrotwardości i nieznacznych naprężeniach ściskających. Większe zużycie promieniowe próbek o małym stopniu utwardzenia spowodowanym gładzeniem (niezależnie od wysokości chropowatości powierzchni) i relatywnie znacznie większą skłonność do zużywania adhezyjnego. Charakter zmian temperatury próbek, w tarcu technicznie suchym, zbliżony do zmian siły tarcia. Najniższą temperaturę tarcia dla powierzchni płaskowierzchołkowej o wysokości chropowatości $R_{tm}=2,2-4,4 \mu m$ i małym odstepie chropowatości. Największe opory tarcia, w warunkach smarowania olejem, dla powierzchni o wysokości chropowatości próbki cylindra $R_{tm}=2,2-4,4 \mu m$, oraz ich zmniejszenie dla chropowatości wyższych $R_{tm}=4,5-10 \mu m$ oraz niższych $R_{tm}=1,12-1,4 \mu m$. Znacznie mniejszy, niż w tarcu suchym, wpływ odstepu chropowatości na opory ruchu [A82]. Wzajemną korelację parametrów profilu chropowatości powierzchni cylindrów po skrawaniu metoda gładzenia oraz ich wzajemne korelacje, po próbach niezawodności silników spalinowych (dla tych samych cylindrów, mających ślady rysy gładzenia). Dużą przydatność do określenia zużycia tribologicznego cylindra, odpowiedniej zmiany wartości następujących parametrów wysokości profilu gładzonego

i po eksploatacji, $R \pm 3\sigma$, R_{tm} oraz dla wartości zużycia objętościowego, zmiany parametru R_{vm} . Opis profilu powierzchni uwarstwionej (z kilkoma cechami obróbki) za pomocą parametru statystycznego wysokości $R \pm 3\sigma$, parametrów krzywej udziału materiałowego metodą probabilistyczną R_{pq} , R_{vq} , R_{mq} i parametru poziomego $1/(2f)$, z widmowej gęstości mocy skumulowanej. Bardzo małą zmianę profilu nierówności wzdłuż tworzącej gładzi cylindrów eksploatowanych w porównaniu z gładzonymi, za pomocą następujących parametrów profilu: $(1/(2f), \lambda_q, D7)$, (R_{vq}, R_{VK}) i $(xR2, \Delta M2r)$. Zużycie objętościowe materiału cylindra ΔR_{vm} silnika spalinowego, silnie zależne od R_{vm} - objętości materiału, ograniczonego profilem powierzchni gładzonej. Odchylenie standardowe R_{pq} powierzchni nośnej cylindra eksploatowanego, ściśle zależne od wstępnej jej wysokości $R \pm 3\sigma$ po gładzeniu [A83].

31. Zużycie tribologiczne cylindra, pierścieni tłokowych, tłoka silnika lotniczego Franklin 4A-235-B31 w okresie 10 godzinnego docierania, skorelowane liniowo z parametrem R_v (głębokością najniższego wgłębienia profilu), wyznaczonego wzdłuż tworzącej cylindra gładzonego i mającego interpretację pola powierzchni jego materiału na krzywej udziału materiałowego. Proporcjonalną zależność zużycie cylindra, pierścieni tłokowych, tłoka w umownych warunkach 21 godzinnej pracy w zwiększonym zapyleniu powietrza, z parametrem R_p (wysokością najwyższego wzniesienia profilu) powierzchni gładzonej, mającego interpretację pola powierzchni wgłębień na krzywej udziału materiałowego (pojemnością olejową) [A84]. Silną liniową zależność zużycia tribologicznego cylindrów, pierścieni tłokowych i tłoków silników samochodu Polonez, poddanych próbie niezawodności, z oceną jakości profilu chropowatości i falistości gładzi cylindra. Także taką zależność dla 75% badanych silników trakcyjnych produkcji firm Mitsubishi, Nissan, Opel, Renault, Peugeot i Volkswagen. Liniową zależność zużycia paliwa, sprawności ogólnej, mocy efektywnej i momentu obrotowego z oceną jakości wyglądu powierzchni i wyglądu strefy mikroskopowej warstwy wierzchniej silników samochodu Polonez. Ocenę jakości powierzchni wewnętrznej cylindra gładzonego na podstawie zaproponowanej zmiany normy Göetze [A85]. Wprost proporcjonalną zależność mocy efektywnej, momentu obrotowego, zużycia paliwa, sprawności ogólnej oraz odwrotnie proporcjonalną z emisją węgłowodoru, tlenku węgla, silnika lotniczego Franklin 4A-235-B31 w okresie 10 godzinnego docierania oraz 21 godzinnej pracy w umownych warunkach zwiększonego zapylenia powietrza, z odchyleniem standardowym wgłębień R_{vq} profilu chropowatości powierzchni cylindra gładzonego, oraz polem powierzchni wgłębień chropowatości powierzchni A2 (polem powierzchni krzywej gęstości prawdopodobieństwa, polem powierzchni krzywej Abbotta o siatce laplaso-regularnej). Dużą zgodność wartości średniej kwadratowej rzędnych profilu R_q i powierzchni S_q oraz odchylenia standardowego wgłębień profilu R_{vq} (pola powierzchni wgłębień A2) z ich odpowiednikami topografii powierzchni S_{vq} (S_{a2}), dla otworu gładzonego cylindra [A86]. Niewielki wpływ uszkodzenia silnika spalinowego a bardzo duży układu hamulcowego, kierowniczego, jezdnego na bezpieczeństwo drogowego systemu transportowego komunikacji międzymiastowej i miejskiej oraz na prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia i liczbę uszkodzonych zespołów [A87].

Podsumowanie

Zróznicowaną przydatność badania próbek cylindra, na maszynie tribologicznej o ruchu posuwisto zwrotnym, dla przewidywania zużycia cylindra silnika spalinowego, wymagającego uwzględnienia: rodzaju tarcia, warunków środowiska, charakterystyki metalologicznej żeliwa, wartości zużycia promieniowego w porównaniu ze wstępną wysokością chropowatości powierzchni, utwardzenia i naprężeń własnych, cech chropowatości powierzchni: wysokości, rozkładu rzędnych, odległości rys gładzenia.

Poeksploatacyjną warstwę wierzchnią cylindra silnika spalinowego o zmniejszonym utwardzeniu i naprężeniach własnych, w porównaniu z cylindrem po gładzeniu. Pochylenie powierzchni nośnej R_{pq} gładzi cylindra silnika eksploatowanego zależne od aktualnej wysokości jej chropowatości. Proporcjonalną zależność zużycia złożenia tłok-pierścienie tłokowe-cylinder, w okresie docierania/małego zużycia (mniejszego od wysokości chropowatości po gładzeniu) od parametry R_v chropowatości powierzchni (głębokości najniższego wgłębienia profilu, pola powierzchni materiału na krzywej Abbotta). Również zależność zużycia, cylindra i pierścieni tłokowych od charakteru rozkładu rzędnych profilu (charakteryzowanych, współczynnikiem niepełności R_p/R_t) oraz wysokości chropowatości (charakteryzowanych parametrem R_{tm}), w tych warunkach pracy silnika spalinowego. Też takie zależności, na podstawie badań trakcyjnych silników spalinowych.

Proporcjonalną zależność zużycia cylindra, pierścieni tłokowych, tłoka w umownych warunkach 21 godzinnej pracy w zwiększonym zapyleniu powietrza, z parametrem R_p (wysokością najwyższego wzniesienia profilu) powierzchni gładzonej, mającego interpretację pola powierzchni wolnej od materiału (pustek) na krzywej udziału materiałowego. Zużycie cylindrów i pierścieni tłokowych proporcjonalnie zależne od rozkładu rzędnych profilu (zależność jest podobna do występującej w okresie docierania) oraz odległości między głębokimi rysami gładzenia OR, w tych warunkach pracy silnika spalinowego. Również, zależność zużycia układu tłok-pierścienie tłokowe cylinder od oceny jakości profilu chropowatości i falistości gładzi cylindra.

Opory ruchu i temperaturę podpowierzchniową, w styku ślizgowym próbek cylindra i pierścieni tłokowych o ruchu posuwisto-zwrotnym, istotnie zależne od wysokości chropowatości i rozkładu rzędnych oraz utwardzenia warstwy wierzchniej, naprężeń własnych w tarcu technicznie suchym oraz tylko cech chropowatości powierzchni w tarcu mieszanym elementów smarowanych olejem.

Wprost proporcjonalną zależność mocy efektywnej, momentu obrotowego, zużycia paliwa, sprawności ogólnej silnika spalinowego z oceną jakości wyglądu powierzchni i wyglądu strefy mikroskopowej warstwy wierzchniej gładzonych cylindrów oraz z odchyleniem standardowym wgłębien R_{vq} , polem powierzchni wgłębien chropowatości powierzchni A2. Odwrotnie proporcjonalny wpływ parametrów R_{vq} , A2 z emisją węgłowodoru, tlenku węgla, silnika spalinowego w okresie jego eksploatacji, do zużycia granicznego [A69 - A87].

q) Kształtowanie topografii, zarysu kształtu, falistości, chropowatości i twardości powierzchni zębów kół zębatych walcowych metodą szlifowania, gładzenia i kulkowa

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

32. Dokładność kół zębatych, ich mikrogeometrię powierzchni, niebezpieczeństwo wystąpienia przypaleń po szlifowaniu ściernicą ślimakową z korundu spiekanego mikrokryształicznego oraz z elektrokorundu szlachetnego metodą Reishauera oraz przydatność tych powierzchni do dodatkowego gładzenia, odmianą zmiennonaciskową metody Red Ringa. Ograniczone zastosowanie ściernic z korundu spiekanego, w obróbce gładkościowej kół, z uwagi na występowanie głębokich rys szlifowania, uwidaczniających się po dodatkowym ich gładzeniu [A88]. Anizotropię i okresowość powierzchni boków zębów kół po obwiedniowych metodach szlifowania (Maaga, Nilesa i Reishauera) oraz obwiedniowym gładzeniu metodą Red Ringa. Największą anizotropią struktury geometrycznej powierzchni boków zębów po szlifowaniu metodą Reishauera i losowy jej charakter. Typowo okresowy charakter powierzchnia boków zębów szlifowanych metodą Nilesa, mieszany w metodzie Maaga oraz losowy po gładzeniu metodą Red Ringa [A89]. Odmienność zmiany parametrów chropowatości, na

wysokości zęba i wzdłuż jego szerokości, niewielką zmianę anizotropii powierzchni boków oraz dziedziczenie cech struktury geometrycznej powierzchni szlifowanych kształtowo metodą Red Ringa, po dodatkowym kulkowaniu strumieniowym, pomimo znacznych zmian parametrów wysokość chropowatości, wzniosu, kształtu wierzchołków, odstępu i udziału materiałowego [A90]. Niemierzalne technicznie wartości odchyłek wklęsłości i wypukłości zarysu zębów ewolwentowych modyfikowanych, wzdłuż ich wysokości, po szlifowaniu kształtowym jednocześnie dwóch sąsiednich boków zębów, jednej luki międzyzębnej koła walcowego metodą Orlikona. Zbliżoną o dużej powtarzalności wartość wysokości chropowatości powierzchni przeciwległych boków zębów jednego wrębu międzyzębnego, wzdłuż ich wysokości i szerokości. Odmienne wówczas wartości odstępu, wzniosu i udziału materiałowego chropowatości powierzchni [A91]. Rozkład twardości wzdłuż głębokości boku zęba koła po hartowaniu indukcyjnym, nawęglaniu i hartowaniu oraz po azotowaniu, dla przedstawionych technologii ich wytwarzania [A92].

r) Ocena topografii, zarysu kształtu, falistości i chropowatości powierzchni zębów kół zębatych walcowych kształtowanych szlifowaniem, gładzeniem, wygładzaniem, kulkowaniem, frezowaniem obwodowym i dłutowaniem

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

33. Stereometrię powierzchni boku zęba koła gładzonego metodą Red Ringa, na podstawie parametrów chropowatości powierzchni, funkcji autokorelacji, widmowej gęstości mocy i ich wykresów kątowych oraz przydatność do oceny jakości koła, parametrów profilu i określonej na jego podstawie: widmowej gęstości mocy, funkcji autokorelacji i szerokości głębokich rys gładzenia. Korzystniejsze ukierunkowanie topografii powierzchni boku zęba gładzonego według metody Red Ringa aniżeli według Fässlera, jednak ze względu na wartość widmowej gęstości mocy powierzchni boku zęba i możliwość korekty jego kształtu, korzystniejsze jest gładzenie według metody Fässlera [A93]. Przebieg konstytuowania dokładności i topografii powierzchni bocznych zębników, o zębach strzałkowych, w procesach obróbki skrawaniem: dłutowania metodą Sykesa, szlifowania kształtowego metodą Kappa, wygładzania w masie ścierniej metodą Almco, gładzenia metodą Fässlera lub zamiennie obróbką strumieniową kulkowaniem pneumatycznym metodą firmy Vapor Blast oraz obróbką cieplną i cieplno-chemiczną [A94]. Odchyłkę całkowitą zarysu i linii zęba, odchyłkę podziałki i sumaryczną odchyłkę podziałek, zmienność grubości zębów, odchyłkę bicia promieniowego oraz parametry profilu i topografii chropowatości powierzchni boków zębów kół frezowanych obwodniowo frezami ślimakowymi ewolwentowymi, o odmiennej liczbie zwojów i posuwie osiowym frezu. Większą dokładność boków zębów wychodzących z procesu skrawania aniżeli dokładność boków zębów wchodzących do obróbki, co stwierdzono na podstawie wszystkich badanych odchyłek dokładności kinematycznej koła F_a , F_β , f_{pt} , F_p , bicia F_r i grubości zęba R_s . Ukierunkowanie topografii powierzchni boku zęba wzdłuż linii, która jest quasi-okresowa zarówno dla zarysu jak i linii oraz typowo okresowa, wzdłuż linii zęba, dla dużego posuwu frezu na obrót koła. Większą wysokość chropowatości zarysu zęba aniżeli wysokości chropowatości jego linii, w przypadku obróbki frezem trzyzwojowym, oraz odwrotne zależności dla obróbki frezem jednozwojowym. Mniejszy odstęp nierówności chropowatości powierzchni zarysu głowy zębów w porównaniu z zarysem stopy zębów frezowanych obwodniowo [A95]. Topografię i profile chropowatości przeciwległych powierzchni boków zębów jednego wrębu za pomocą parametrów powierzchni, profilu i odwzorowaniem amplitud powierzchni w przestrzeń jej stanu metodą spektralną i korelacji (funkcji autokorelacji, widmowej gęstości mocy, ich map konturowych i

kątowych wykresów) kół zębatach skrawanych frezowaniem obwiedniowym i dłutowaniem metodą Fellowsa. Anizotropową i silnie ukierunkowaną, wzdłuż linii zębów, powierzchnię boków zębów koła zębatego dłutowanego metodą Fellowsa oraz zdecydowanie mniejsze ukierunkowanie powierzchni boków zębów po frezowaniu obwiedniowym. Dużą przydatność oceny ukierunkowania powierzchni za pomocą powierzchniowej gęstości widmowej mocy, zarówno za pomocą wykresu kąowego jak i mapy konturowej. Zbliżone prognozowane ukierunkowanie powierzchni, do położenia kąowego średniej wartości widma kąowego powierzchniowej funkcji gęstości widmowej mocy. Małą przydatność oceny topografii powierzchni funkcją korelacji wzajemnej i jej spektrum kąowego, gdy kierunek zmierzonych równoległych profili jest zbliżony do ukierunkowania powierzchni. Korzystniejszą: krzywą udziału materiałowego, gęstość prawdopodobieństwa krzywizny szczytów, wysokości szczytów i ich nachylenia, dla powierzchni boków zęba frezowanego obwiedniowo i dłutowanego metodą Fellowsa wychodzących z obróbki w porównaniu z powierzchniami boków zęba wchodzącymi do obróbki. Szczególnie duże różnice tych cech, dla boków zęba dłutowanego metodą Fellowsa [A96].

s) Pomiary geometryczne powierzchni – prace modelowe i doświadczalne wyznaczenia linii/powierzchni odniesienia, zarysu kształtu, falistości i chropowatości powierzchni zębów koła zębatego walcowego

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

34. Dokładność trzynastu metod wyodrębnienia nominalnej krzywizny (linii odniesienia), dla teoretycznego profilu całkowitego złożonego z ewolwenty okręgu przesuniętej i obróconej na płaszczyźnie oraz znanego bazowego profilu nierówności powierzchni gładzonej, wskazując poprawne warunki realizacji pomiaru chropowatości powierzchni uzębienia w metrologii technicznej. Procedurę iteracyjną obliczenia zmiennej wartości kąta odtaczania ξ , zapewniającego wyznaczenie z zadany krok, wartości odciętej/rzędnej ewolwenty okręgu, w układzie geometrycznym przesuniętym i obróconej na płaszczyźnie o zadany kąt α . Parametry nominalnych krzywizn zarysu, na etapie estymacji, za pomocą filtracji - filtrem Gaussa oraz filtrem R_k , oraz metodę najmniejszych kwadratów - procedurą kierunkową nieliniową „leastq” metody Levenberga-Marguardta pakietem MATLAB. Parametry nominalnych krzywizn, na etapie weryfikacji modeli linii odniesienia, na podstawie porównania zgodności parametrów chropowatości profilu bazowego z parametrami uzyskanymi dla odpowiednich 13 profili pierwotnych, parametrów profilu falistości i sumy widmowej gęstości mocy $G_y(X)$, dla zakresu długości fal $2\div 4096 \mu\text{m}$. Wysoką zgodność profilu pierwotnego z profilem bazowym, dla nominalnej krzywizny uzyskanej filtrem profilu $\lambda_c=0,8 \text{ mm}$ rodzaju R_k oraz stożkową z wielomian 20 stopnia, pod względem wysokości nierówności, odstępu, rozkładu rzędnych, krzywej udziału materiałowego, wymiarów głębokich rys gładzenia i położenia linii średniej profilu pierwotnego. Najmniejszą zmianę widmowej gęstości mocy profilu pierwotnego, w wyniku aproksymowania nominalnej krzywizny wielomianem 3 stopnia [A97]. Możliwość zastosowania w analizie struktury geometrycznej warstwy wierzchniej przedmiotu obrobionego planu doświadczeń, statycznego zdefiniowanego selekcyjnego jednoczynnikowego jednokrotnego PS/DS-M:U, zawierającego procesor linii średniej i postprocesor profilu pierwotnego. Wpływ profilu modelowego całkowitego zarysu ewolwentowego zęba, o asymetrycznym kształcie rozkładu rzędnych chropowatości powierzchni, niezawierającego i zawierającego odchyłki kształtu, na odmienną postać profilu całkowitego (profilu skojarzonego), a w konsekwencji na poprawność oceny parametrów profilu pierwotnego i parametrów jego linii średniej [A98]. Sposób

symulacji, identyfikacji i weryfikacji powierzchni odniesienia zapewniający małe błędy stereometrii chropowatości powierzchni boku zęba po szlifowaniu. Nominalną krzywizną powierzchni boku zęba (powierzchnię odniesienia), na etapie identyfikacji za pomocą filtrów: powierzchni, średniej ruchomej, mediany oraz powierzchnią wielomianu, obwiednią sfery i obwiednią powierzchni płaskiej i powierzchnią kubiczną B-sklejaną, dla symulowano płata walcowego powierzchni bocznej zęba o zarysie ewolwentowym i znanej symulowanej topografii powierzchni anizotropowej, mającej rozkład rzędnych normalny oraz asymetryczny. Korzystny element integralny skojarzony powierzchni boku zęba koła zębatego utworzony filtrem powierzchni Gaussa $\lambda_c=0,25$ mm, zapewniający mniejsze błędy parametrów nierówności jej powierzchni aniżeli dla powierzchni odniesienia uzyskanej: obwiednią wyznaczoną sferą o promieniu 25 mm, powierzchnią płaską o długości kwadratowych boków 0,128 mm, funkcją wielomianową 6 stopnia i parametryczną jednorodną nieułamkową powierzchnią kubiczną B-sklejaną. Jednak wówczas, dość duże błędy parametrów oddzielonej stereometrii powierzchni, dla odstępów nierówności – określonych z mocy widmowej unormowanej oraz gęstości szczytów i współczynnika zmienności wysokości. Mniejsze błędy pochylenie chropowatości powierzchni boku zęba, dla powierzchni odniesienia otrzymanej wielomianem 6 stopnia [A99]. Wpływ promienia sfery i długości boków kwadratowej powierzchni płaskiej wierzchołka ostrza profilometru, o wartościach 2, 10 i 128 μm , na dokładność odwzorowania modelowej powierzchni szlifowanego boku zęba koła zębatego walcowego, mającego rozkład rzędnych normalny i asymetryczny. Większą wartość i większe odchylenie średnie, sumarycznej odchyłki struktury powierzchni boku zęba (TST - Total Surface Texture), odwzorowanych sferą aniżeli powierzchnią płaską. Większą wysokość TST i powtarzalność, jednak odmienny kształt funkcji mocy widmowej, dla zarysu zęba aniżeli linii zęba, zwłaszcza dla asymetrycznego rozkładu rzędnych. Duże zmniejszenie wysokości szczytowych chropowatości, zwiększenie odstępów, dążenie do normalnego rozkładu rzędnych i zaniku cech anizotropowych powierzchni, w wyniku odwzorowania powierzchni ostrzem kulistym jak i płaskim. Możliwość wystąpienia zawyżania wartości parametrów chropowatości powierzchni odwzorowanej SR_a i SR_q , w porównaniu do powierzchni modelowej, jak i zmniejszania ich wartości, ze zwiększeniem wartości promienia sfery i zwiększeniem długości kwadratowych boków powierzchni płaskiej. Silne zależności statystyczne pomiędzy parametrami wysokości stereometrii powierzchni, krzywizną szczytów i ich gęstością, rozkładem rzędnych a ilorazem wzniosu $S\Delta_a/S\Delta_q$, oraz niezależność parametrów odstępów stereometrii powierzchni od innych jej cech. Możliwość estymacji wartości wzniosu powierzchni na podstawie wzniosu profili wzajemnie prostopadłych kierunków. Wznios powierzchni uwarstwionej i jej profilu na podstawie wzniosu wyodrębnionej części nośnej i wgłębień. Zbliżone wartości wzniosu profilu na podstawie obliczeń z 2 i 7 współrzędnych oraz zdecydowanie mniejsze z 3 współrzędnych [A100].

t) Pomiary geometryczne powierzchni – prace modelowe i doświadczalne wyznaczenia topografii, zarysu kształtu, falistości i chropowatości powierzchni zębów koła zębatego walcowego frezowanego obwiedniowo i dłutowanego metodą Fellowsa

Dla zrealizowania tych celów, w poszczególnych publikacjach **określono**,

35. Model kształtowania topografii powierzchni boku zęba koła, frezowanego obwiedniowo oraz dłutowanego metodą Fellowsa, jako stereometryczno-kinematycznie odwzorowanie ostrzy i nieusuwalnej części naddatku obróbkowego. Przebieg modelowania, który jest symulacją obróbki obwiedniowej kół zębatych w środowisku CAD, za pomocą programu Mechanical Desktop. Model powierzchni bocznych zębów, jako obwiedni

rodziny powłok pochodzących z ruchu tocznego modelu bryłowego narzędzia względem modelu bryłowego koła zębatego walcowego [A101]. Kształt stereometryczny i topografię powierzchni bocznych zębów, obrabianych metodą frezowania obwiedniowego [A102] i dłutowania metodą Fellowsa [A103], z ich numerycznymi modelami. Możliwość dokładnej estymacji dowolnie skomplikowanej stereometrii zębów, analizy odchyłek jednoimiennych boków zębów wzdłuż zarysu na wysokości zęba jak i wzdłuż linii wzdłuż szerokości zębów, odchyłek promieniowych złożonych i odchyłek bicia w dowolnym przekroju oraz wyznaczenia topografii ich powierzchni. Możliwość, już na etapie opracowania CAM, wyznaczenia dokładności wykonania zębów koła, wynikającą z kinematyki obróbki i przyjęcia kroku odtaczania odpowiadającego liczbie uderzeń krawędzi skrawającej narzędzia potrzebnej do wykonania jednego boku zęba, podczas rzeczywistej obróbki koła. Możliwość określenia wpływu nastaw skrawania i układu obrabiarka-uchwyt-przedmiot-narzędzie na dokładność wykonania uzębienia zakładając, że proces obróbki przebiega w warunkach idealnych. Zgodność charakteru topografii powierzchni po frezowaniu obwiedniowym i dłutowaniu metodą Fellowsa na podstawie modelu i doświadczeń technologicznych. Zdecydowanie gorszą dokładność koła walcowego frezowanego obwiedniowo aniżeli dłutowanego metodą Fellowsa, za wyjątkiem odchyłki sumarycznej podziałek koła F_p , co wynika z faktu ostatecznego kształtowania dokładności boków zęba jednym ostrzem frezu ślimakowego [A101 - A103].

Podsumowanie

Charakterystykę dokładności geometrycznej i topografię powierzchni/zarysu profilu i linii boków zębów kół walcowych, skrawanych wiórowo i ściernie, metodami obwiedniowymi i kształtowymi. Metodyki wyznaczenia linii/powierzchni odniesienia, zapewniające poprawną charakterystykę ich topografii/zarys profilu chropowatości powierzchni. Model stereometryczno-kinematyczny kształtowania dokładności geometrycznej i topografii powierzchni boków zęba koła walcowego metodą frezowania obwiedniowego i dłutowania metodą Fellowsa [A88 - A103].

Macieł Michalik

.....
(podpis wnioskodawcy)

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Numeracja prac cytowanych w rozdziale 5 autoreferatu jest zgodna z wykazem opublikowanych prac naukowych (Załącznik 3).

5.1. Przegląd pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Tematyka moich pozostałych prac naukowo-badawczych obejmuje także inne zagadnienia. Do istotnych oryginalnych osiągnięć badawczych, w tym zakresie, zaliczyłem:

- a) Kształtowanie właściwości użytkowych krzywek wałków rozrządu i płytek regulacyjnych [113, 6],
- b) Właściwości użytkowe materiałów łożysk ślizgowych przeznaczonych do pracy w wsporniku osi przedniej ciągników rolniczych [248, 142, 116, 201],
- c) Opracowanie metodyki oceny chropowatości powierzchni obrobionych łopatek i uszczelnień silników przepływowych [285, 218, 219, 281, 185, 226],
- d) Wytwórczy proces kształtowania chropowatości powierzchni czarnej tarcz hamulcowych [80, 81],
- e) Wpływ starzenia tłoków ze stopu AlSi12 na ich trwałość i nieuszkodzalność podczas eksploatacji silnika spalinowego [193, 82].

a) Kształtowanie właściwości użytkowych krzywek wałków rozrządu i płytek regulacyjnych [113, 6]

W poszczególnych publikacjach **określono**,

Zmniejszenie zużycie tribologiczne krzywki, zwłaszcza jej wierzchołka, dla profilu syntetycznego, w wyniku zmniejszenia nacisku sprężyn, poprzez ujemną siłę dynamiczną oraz mniejsze jej zmiany. Zmniejszenie zużycia, zwłaszcza boku wznoszącego krzywki i powierzchni płytki regulacyjnej, wraz ze zwiększeniem prędkości obrotowej wału krzywkowego, z równoczesnym zmniejszeniem momentu obrotowego potrzebnego do napędu wału i zwiększeniem temperatury oleju silnikowego. Duże zmniejszenie zużycia tej pary kinematycznej poprzez zastosowanie krzywek wału krzywkowego gładzonych oraz płytek regulacyjnych docieranych i polerowanych, w porównaniu z tymi elementami szlifowanymi [113].

Dużą wartość zużycia krzywek wałka rozrządu, z żeliwa sferoidalnego perlitycznego hartowanego indukcyjnie, poprzez scuffing i spalling, wynikającą ze zwiększonej ilości austenitu szczątkowego i niekorzystnego rozkład naprężeń własnych, pomimo poprawnej twardości 52÷55 HRC i dużej głębokości jej występowania, wynoszącej na wierzchołku ~13 mm. Intensywne, niekorzystne zużycie przez spalling, krzywki wałka z żeliwa sferoidalnego perlityczno - ferrytecznego i perlitycznego azotowanego jonowo oraz azotonasiarczanego, wynikające z większej głębokości zalegania naprężeń kontaktowych niż wynosiła grubość tych warstw [6].

Najwłaściwszy materiał dla wałów krzywkowych - żeliwo szare zabilone bez grafitu i cementytu w strefie przypowierzchniowej o strukturze ledeburytu przemiennego oraz płytek regulacyjnych - żeliwo szare o strukturze bainitycznej lub żeliwo szare zabilone - lecz o zwiększonej zawartości Ni, Cr, Mo i V. Niekorzystną współpracę takich krzywek z nawęglonymi i obrobionymi cieplnie płytkami stalowymi oraz z płytkami z żeliwa szarego hartowanego izotermicznie. Znacznie zwiększoną odporności na zużycie mechanizmu rozrządu, jak i zmniejszenie oporów ruchu, w wyniku azotowania jonowego zabilonego żeliwnego wału krzywkowego [112, 6].

b) Właściwości użytkowe materiałów łożysk ślizgowych przeznaczonych do pracy w wsporniku osi przedniej ciągników rolniczych [248, 142, 116, 201]

W poszczególnych publikacjach **określono**,

Najmniejsze zużycie tribologiczne, chropowatość powierzchni i korzystny moment tarcia tulejek łożyskowych z brązu aluminiowego CuAl10Fe4Ni4 (BA1044A), w porównaniu z brązem cynowym CuSn10P1 (B101), siluminem wyciskany AlSi12MgCuNi (PA12), żeliwem sferoidalnym niestopowym Zs40012, żeliwem szarym ZI300, żeliwem średnioniklowochromowym ZINi3,2Cr, podczas badań stanowiskowych w atmosferze zapyłonej wsporników osi przedniej ciągników rolniczych, mających oś ze stali 40H hartowaną indukcyjnie. Możliwość pracy tulejek łożyskowych ze stopu wyciskanego PA12 utwardzonego dyspersyjnie, przy nacisku stałym 3,3 MPa i nacisku udarowym 9,6 MPa, przez drogę tarcia 14967 m, bez zatarcia ze sworzniami osi ciągnika, jednak ich zużycie jak i sworzni jest bardzo duże - przy większym obciążeniu elementy ulegają zatarciu. Większą odporność ma zużycie tulejek łożyskowych ze stopu PA12, gdy wydzielenia fazy β są o wielkości 2 μm , niż o wielkości 5 μm . Zacieranie wkładek łożyskowych żeliwnych przy nacisku stałym 3,3 MPa i nacisku udarowym 16,4 MPa na drodze tarcia 7483-9728 m, z równoczesnym zmniejszeniem średnicy sworzni - dla współpracy z żeliwem Zs40012, ZI300 jak i jej narastaniem adhezyjnym, dla współpracy z żeliwem ZIMi3,2Cr. Mniejsze o 47% zużyciu tulejek z brązu CuAl10Fe4Ni4 oraz o 55% mniejsze zużycie sworzni osi, niż dla analogicznego łożyskowania z tulejkami z brązu CuSn10P1. Po eksploatacji wykruszenia cząstek osnowy w żeliwie szarym i sferoidalnym oraz zużycie ściernie, warstwę tlenków, dla żeliwa szarego o osnowie bainitycznej, stopu PA12, brązu CuAl10Fe4Ni4 i CuSn10P1 [248].

Linijowe zwiększenie zużycia łożysk ślizgowych ze zwiększeniem obciążenia udarowego, w warunkach tarcia mieszanego i suchego oraz dużego zapylenia powietrza, dla stopu wyciskanego PA12, żeliwa: Zs40012, ZI300, ZINi3,2Cr, brązu CuAl10Fe4Ni4, CuSn10P1 oraz współpracujących sworzni ze stali 40H hartowanej powierzchniowo. Intensywność zużycia tulejek łożyskowych, $\Phi 50\text{F}8/\text{h}6 \times 50$ mm z dwoma łożyskami, wykonanych ze stopu PA12 średnio 17 razy większą od intensywności zużycia brązu CuSn10P1. Dużą korelacją pomiędzy wartością zużycia łożysk i chropowatością powierzchni oraz brak korelacji z wartością momentu tarcia. Zatarcie stopu wyciskanego PA12, żeliwa: Zs40012, ZI300, ZINi3,2Cr przy nacisku udarowym 16,4 MPa po drodze tarcia od 5338 do 10252 m. Mały współczynnik tarcia stopu PA12 dla badanego łożyskowania, natomiast żeliwa dodatkowo również małą ścierność i ściernalność porównywalną z brązem CuSn10P1 [142].

Sód jest korzystniejszym modyfikatorem siluminu AlSi12MgCuNi, aniżeli fosfor czy stront, ze względu na odporność zużyciową jego materiału, w tarcu suchym z przeciwpróbką stalową 40H hartowaną powierzchniowo. Przeróbka plastyczna stopu AlSi12MgCuNi zmniejsza jego odporność na zużycie a obróbka cieplna wyraźnie zwiększa tę odporność. Duże zmniejszenie zużycia współpracującej przeciwpróbki stalowej, podczas tarcia suchego z próbką stopu AlSi12MgCuNi wyciskanego oraz przesycanego, w porównaniu z jej zużyciem po współpracy z siluminem odlewanym. Bardzo dużą odporność na zatarcie i mały współczynnik tarcia stopu wyciskanego AlSi12MgCuNi, przesycanego jak i utwardzanego dyspersyjnie, o wydzieleniach fazy $\beta = 5 \mu\text{m}$, przy naciskach do 9 MPa, podczas współpracy ze stalą. Pokrywanie powierzchni stopu AlSi12MgCuNi warstwą tlenków i kryształami krzemu o różnej wielkości cząstek, po tarcu suchym [116].

Zmniejszenie zużycia żeliwa szarego ZI300, sferoidalnego ZsCu0,8, oraz tych żeliw po hartowaniu izotermicznym, ze zwiększeniem wydzielenia grafitu z Gw15 do Gw90 w

warunkach tarcia suchego ze przeciwpróbką stalową 40H hartowaną, w ruchu posuwisto-zwrotnym. Najmniejsze wartości zużycia żeliwa ZsCu0,8 po hartowaniu izotermicznym, następnie brązu CuSn10P1 przesyconego i brązu CuAl10Fe4Ni4. Najmniejsze zużycie, w warunkach stopniowo narastającego obciążenia do momentu zatarcia - brązu CuAl10Fe4Ni4 oraz następnie brązu CuSn10P1 po przesyconiu, żeliwa ZsCu0,8 po hartowaniu izotermicznym, żeliwa szarego Z1300. Żeliwa szare i sferoidalne ulegają głównie zużyciu przez wykruszenie cząstek osnowy. Żeliwo o osnowie martenzytyczno-bainitycznej zużywa się głównie przez ścieranie. Powierzchnia brązów pokrywa się w tarcu suchym zwartą warstwą tlenków [201].

c) Opracowanie metodyki oceny chropowatości powierzchni obrobionych łopatek i uszczelnień silników przepływowych [285, 218, 219, 281, 185, 226]

W poszczególnych publikacjach **określono**,

Względnie dokładnie poziom jakości oraz zdatność szlifowania głębokiego zamka łopatek silnika turbinowego, ze względu na wysokość chropowatości powierzchni, elementem integralnym skojarzonym (a) wielomianem, dla profilu 3 i wyższego stopnia, korzystnie 43-46, (b) dla powierzchni 5-7 stopnia oraz funkcją kubiczną B-sklejaną dla profilu. Trzyetapową metodykę identyfikacji linii i powierzchni rzeczywistej skojarzonej, będącej modelem zarysu profilu i modelem zarysu powierzchni zamka łopatki obejmującą: generowanie dwóch profili całkowitych, identyfikację linii średniej profilu całkowitego 53 modelami i weryfikacji na podstawie analizy wartości parametrów i funkcji profilu pierwotnego niefiltrowanego i jego linii średniej uzyskanej filtrem $\lambda c=0,8$ mm Gaussa [285].

Korzystny sposób wyznaczenia wzniosu chropowatości powierzchni i chropowatości profilu z uśrednionych wartości elementarnego nachylenia, z siedmiu rzędnych, odpowiednich profili zorientowanych kątowno do kierunku posuwu szlifowania obwodowego posuwisto-zwrotnego, gdyż jest on pozbawiony wpływu wartości średniej. Zbliżony do 1,25, iloraz średniej kwadratowej i średniej arytmetycznej wzniosu $\Delta q/\Delta a$ profilu (miejscowego nachylenia), wyznaczony z momentów spektralnych funkcji autokorelacji, dla profilu równoległego, prostopadłego i pod kątem 45° , do kierunku posuwu szlifowania. Większe wartości tych ilorazów, z obliczeń numerycznych powierzchni $S\Delta q/S\Delta a$ i profili $\Delta q/\Delta a$, oraz dla: mniejszej wartościach gęstości widmowej mocy, asymetrycznego rozkładu rzędnych/amplitud aniżeli o zbliżonym do rozkładu Gaussa, obliczonych z dwu kolejnych rzędnych/amplitud, większego skorelowania rzędnych/amplitud. Prognozowanie wzniosu profilu/powierzchni Δa w układzie prawdopodobieństwa, na podstawie średniej ważonej wartości, odpowiednio wzniosu profilu/powierzchni nośnej Δp_a i wgłębień Δv_a oraz punktu przecięcia aproksymujących prostych Δm_a . Metodykę cyfrowego tworzenia powierzchni skojarzonej łopatki: obwiednią sfery kulistej, końcówką płaską - z dodatkowym płaskim obrzeżem, koniecznym do eliminowania błędów zakończeń. Zmniejszenie wysokości chropowatości, zwiększenie jej odstępu, zmianę: kształtu, wznios i rozkładu rzędnych, ze zwiększenie promienia ostrza kulistego profilometru oraz boków elementu płaskiego. Zdecydowanie mniejsze błędy odwzorowania chropowatości powierzchni 3D o symetrycznym rozkładzie amplitud aniżeli uwarstwionych, zarówno z powierzchni odniesienia utworzonej obwiednią, filtrami: falowymi, średniej ruchomej i mediany - wynika to z utrudnionej penetracji ostrza pomiarowego jak i analizy względnie płaskiej powierzchni o małej falistości [218].

Bardzo pewną zależność pomiędzy parametrami wysokości powierzchni (średnią arytmetyczną SP_a , średnią kwadratową SP_q rzędnych powierzchni, całkowitą

wysokością powierzchni SPt i średnią arytmetyczną wysokością szczytów SPsha), gęstością a krzywizną szczytów, współczynnikiem asymetrii (skośności) SPsk a współczynnikiem niepełności powierzchni SPp/SPt oraz znaczne zależności między współczynnikiem niepełności SPp/SPt a ilorzem średniego arytmetycznego i średniego kwadratowego wzniosu powierzchni $SP\Delta a/SP\Delta q$, co umożliwi zmniejszenie liczby analizowanych parametrów w kontroli jakości i określaniu użytkowych właściwości powierzchni. Asymetrię (skośność) powierzchni za pomocą stosunku parametrów wzniosu chropowatości powierzchni $S\Delta a/S\Delta q$. Błędy parametrów wysokościowych, wzdluznych i kształtu powierzchni pierwotnej w zależności od liczby danych pomiarowych, dyskretyzacji i filtracji powierzchni oraz te błędy dla powierzchni złożonych, w wyniku oddzielenia powierzchnią skojarzoną otrzymaną wielomianem i powierzchnią B-sklejaną [219].

Metodykę wyodrębnienia z profilu powierzchni elementów silnika przepływowego powierzchni po szlifowaniu i powierzchni wgłębień, wynikających z porowatości struktury materiałowej po natrysku plazmowym $Al_2O_3-TiO_2$, WC17Co, Cr_3C_2NiCr , za pomocą punktów granicznych silnej zmienności drugiej pochodnej materiałowej krzywej Abbotta i aproksymowanej krzywej probabilistycznej, równaniem stożkowej, oraz korzystając z normy ISO 13565-3:1998(E). Duży udział chropowatości powierzchni wgłębień w całkowitej ocenie profilu, oraz większą wysokość chropowatości wzdluz tworzącej niż obwodu powierzchni tarczy uszczelniającej, szczególnie dla materiału wiązkiego WC17Co, o dużym udziale usuwania ciągłego i niewielkim kruchego [281].

Odmienne wartości parametrów chropowatości powierzchni powłoki Cr_2C_3-Ni uszczelniającej tarczy turbiny, wykonanej metodą natrysku plazmowego i poddanej szlifowaniu, zmierzonej profilometrem Form Talysurf Intra z oprogramowaniem ultra w porównaniu ze zmierzonej profilometrem Form Talysurf Series 2 firmy Taylor Hobson Precision. Brak możliwości wytłumaczenia różnic parametrów tych profili współrzędnymi styku ostrza odwzorowującego z powierzchnią o zerowej wartości promienia zaokrąglenia oraz rekonstrukcją rzędnych, z nieokreślonym prawdopodobieństwem przewidywanie wysokości i głębokości nierówności, stosowanych profilometrów [185].

Model profilu losowego z cechami porowatości powłoki Cr_2C_3Ni i obróbki szlifowaniem jako, profil mający rzędne będące mniejszą wartością rzędnych dwóch profili składowych losowych symulowanych, profilu powierzchni losowej szlifowanej o małej wysokości nierówności powierzchni z dużymi odstępami nierówności oraz profil nierówności powierzchni z dużymi wysokościami nierówności materiału powłoki i jej porowatości mającej z kolei małe odstęp, w porównaniu do powierzchni szlifowanej. Obwiednia górna końcówki pomiarowej kulistej, analizowanego modelu profilu symulowanego, wyjaśnia odmienne wartości wysokości profilu odwzorowanego profilometru Form Talysurf Series 2 i Form Talysurf Intra. Filtr cyfrowy Gaussa λs o granicznych długościach 0,0025 mm i 0,008 mm mało skutecznie oddziela fale profilu o długości do 100 μm , w porównaniu z filtracją końcówką pomiarową kulistą o promieniu 2 μm . Zdecydowanie większe oddzielone widmo amplitudowe, filtracją mechaniczną, modelu profilu losowego uwarstwionego mającego większe odstęp powierzchni nośnej niż powierzchni wgłębień, aniżeli oddzielone krótkofalowym filtrem Gaussa λs . Filtr profilu krótkofalowy Gaussa λs w niewielkim stopniu zmienia parametry wysokości chropowatości powierzchni z uwagi na małą wartość oddzielanej mocy widmowej z profilu całkowitego. Procedurę sprawdzania i kalibrowania profilometrów, zalecając aby była rozszerzona o badanie charakterystyk przenoszenia profili losowych uwarstwionych mających długość korelacji powierzchni wzniesień większą lub zbliżoną

do długości korelacji powierzchni wgłębień, zarówno w wyniku zastosowania filtrów profilu jak i filtracji mechanicznej [226].

d) Wytwórczy proces kształtowania chropowatości powierzchni ciernej tarcz hamulcowych [80, 81]

W poszczególnych publikacjach **określono**,

Stopniowe zwiększenie, z obszaru średnicy zewnętrznej poprzez obszar środkowy do obszaru wewnętrznego powierzchni ciernej tarczy hamulcowej skrawanej toczeniem, widma amplitudowego, widma mocy i widmowej gęstość mocy profilu pierwotnego chropowatości powierzchni. Stopniowo narastającą wartość parametru kształtu widmowej gęstości mocy, z obszaru średnicy zewnętrznej tarczy hamulcowej, poprzez obszar środkowy do obszaru wewnętrznego. Zbliżony kształt profilu okresowego powierzchni tarczy, na podstawie przebiegu funkcji struktury, oraz większą wysokość nierówności w obszarze wewnętrznym tarczy hamulcowej aniżeli w obszarze środkowym czy obszarze średnicy zewnętrznej. Stopniowo większe, wzdłuż promienia tarczy, odstępów nierówności powierzchni profilu pierwotnego jak i chropowatości powierzchni. Stopniowe zmniejszenie wymiar fraktalny profilu pierwotnego z obszaru średnicy zewnętrznej tarczy hamulcowej, do obszaru wewnętrznego. Brak skorelowania wartości wymiaru fraktalnego z wysokością profilu nierówności tarczy. Wartość wymiar fraktalnego profilu pierwotnego dobrze charakteryzują stopień skomplikowania kształtu profilu, który jest największy w obszarze średnicy zewnętrznej tarczy hamulcowej [80].

Dwu modalny rozkład amplitud nierówności powierzchni i wysokości wierzchołków powierzchni ciernej tarczy hamulcowej, o wysokości chropowatości $Ra=2,2-2,3 \mu\text{m}$. Cykliczne zatrzymywanie posuwu promieniowego podczas planowania czoła tarcz i zmianę głębokości skrawania, co kształtuje obwodowe pierścieniowe rowki o podziałce $2,5 \text{ mm}$ i głębokości $Pt=25\div 28 \mu\text{m}$. Kształtowane powierzchni ciernej tarczy hamulcowej pomiędzy rowkami, z posuwem na obrót $0,36 \text{ mm/obr}$ z odmienną prędkością odsuwania ostrza, co wywołuje odmienną wysokość wierzchołków nierówności, małą w strefie zewnętrznej i znacznie większą w strefie środkowej i wewnętrznej [81].

e) Wpływ starzenia tłoków ze stopu AlSi12 na trwałość i nieuszkodzalność podczas eksploatacji silnika spalinowego [193, 82]

W poszczególnych publikacjach **określono**,

Zmianę mikrostruktura materiału tłoków AlSi12, w wyniku długotrwałej pracy silnika spalinowego - rozdrobnienie krzemu eutektycznego (faza β), zwiększenie wielkości wydzieleni związków międzymetalicznych w roztworze α oraz zwiększenie ziaren krzemu pierwotnego. Znaczne zmniejszeni twardość HB materiału tłoka, po długotrwałej eksploatacji silnika, która jest parametrem diagnostycznym utraty właściwości użytkowych. Temperaturę stabilizowania (starzenia) tłoków przez producenta, jako niższa niż $200 \text{ }^\circ\text{C}$, na podstawie zmiany wymiarowych stopu AlSi12 i mikrostruktury przez 24 godziny, w badaniach dylatometrycznych. Najwyższą temperaturę pracy tłoków silnika spalinowego, wynoszącą $225\div 230 \text{ }^\circ\text{C}$, na podstawie analizy ich mikrostruktury. Przyczynę zatarcia tłoka po 1002 godzinach pracy silnika spalinowego, którą jest zbyt niska temperatura procesu technologicznego starzenia tłoka. Pierwotnym czynnikiem awarii silnika puchnięcie tłoka i w konsekwencji zatarcie

części koronowej, najsilniej nagrzanej a zatarcie na powierzchni płaszczka jest skutkiem wtórnym [193].

Strukturę metalograficzną, w denku tłoka zatartego po 217 km eksploatacji w klimacie monsunowym, zbliżoną do występującej w próbkach tłoka nowego, poddanego starzeniu w temperaturze 235÷250°C przez 24 godziny. Brak trwałych zmian wymiarowych metalu denka tłoka zatartego w temperaturze do 265°C, co sugeruje, iż osiągnął on lub przekroczył w dłuższym okresie czasu jej wartość. Twardość w środku denka tłoka najmniejszą od 70 HB, co potwierdza silne przegrzanie tłoka. Możliwość zasysania powietrza, wilgotnego jak i kropli deszczu, z uwagi na położenie i kształt zakończenia rury zasysającej obudowy filtra, umiejscowionych w komorze silnikowej samochodu [82].

Maced Michalek

.....
(podpis wnioskodawcy)

5.2. Podsumowanie dorobku naukowego.

Wykaz wszystkich opublikowanych prac naukowych habilitanta znajduje się w Załączniku 3.

Dorobek naukowy - statystyka

Całkowita liczba publikacji,	254
w tym publikacji samodzielnych (indywidualnych),	160
Liczba prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora (lata 1981-2012) w tym,	249
- publikacje w czasopismach znajdujących się na liście JCR	13
- autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia konstrukcyjnego, technologicznego	11
- patenty i wzory użytkowe autorskie	15
- patenty współautorskie	24
- publikacje w czasopismach Polskiej Akademii Nauk	11
- rozdziały w monografiach	10
- publikacje w czasopismach recenzowane zagraniczne	27
- publikacje w czasopismach recenzowane krajowe	17
- publikacje recenzowane w zeszytach naukowych uczelni krajowych	24
- publikacje na konferencjach zagranicznych	42
- publikacje na konferencjach krajowych - międzynarodowych	45
- publikacje na konferencjach krajowych	49
Liczba prac opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora (1976-1980)	5
Sumaryczny Impact Factor wszystkich dotychczasowych publikacji,	11,342
Łączna liczba cytowań publikacji (Web of Science),	42
Łączna liczba cytowań publikacji (Web of Science bez autocytowań),	36
Łączna liczba cytowań publikacji (Elsevier SCOPUS),	51
Łączna liczba cytowań publikacji (Elsevier SCOPUS bez autocytowań),	46
Index Hirscha (IH) publikacji (Web of Science),	4

Tab. 1. Liczbowe zestawienie publikacji w recenzowanych czasopismach naukowych, z uwzględnieniem punktacji MNiSW (wg ujednoliconego wykazu czasopism naukowych z roku 2012)

Tytuł czasopisma	Punktacja MNiSW	Liczba publikacji	Łączna punktacja (MNiSW)
Mechanik	7	3	21
Wear	40	6	240
International Journal of Machine Tools and Manufacture	45	1	45
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	25	2	50
Journal of Materials Processing Technology	30	1	30
Journal of Physics Conference Series	2	1	2
Tribology Letters	35	1	35
Patent na wynalazek udzielony przez UP RzP ³	25	21	525
Patent na wynalazek udzielony przez UP RzP na rzecz podmiotu innego niż oceniana jednostka naukowa ¹	15	13	195
			125 (dodatkowe punkty za pięć wdrożeń)
Advances in Technology of Machines and Mechanical Equipment (Postępy Technologii Maszyn i Urządzeń)	7	4	28
Archives of Mechanical Technology and Automation ⁴ (Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji)	6 9	3 1	18 9
Scientific Problems of Machines Operation and Maintenance (Zagadnienia Eksploatacji Maszyn)	5	1	5
Archive of Mechanical Engineering (Archiwum Budowy Maszyn)	8	1	8
Silniki Spalinowe - Combustion Engines	6	2	12
Przegląd Mechaniczny	5	5	25
Powłoki Ochronne (Inżynieria Powierzchni)	5	1	5
Tribologia, Teoria i Praktyka	7	1	7
Trybologia	7	1	7
Problemy Eksploatacji, Maintenance Problems	5	1	5
The Archives of Automotive Engineering (Archiwum Motoryzacji)	5	1	5
Pomiary Automatyka Kontrola	7	1	7
Journal of Automation Mobile Robotics & Intelligent Systems (JAMRIS)	7	1	7
Pomiary Automatyka Robotyka	5	1	5
Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, seria: Mechanika	3	21	63

³ Punktacja MNiSW, przyznany patent: 25; patent współudział: 20; tylko w okresie Rzeczypospolitej Polskiej, od roku 1989 (uwzględniono 34 z 39 uzyskanych świadectw autorskich).

⁴ Punktacja MNiSZW: 2008: 6; 2010: 9

5.3. Udział i kierownictwo w projektach badawczych

1. Borek R., Hendzel Z., Kościelny E., Michalski J., Śmieszek M., Zylski W.: Automatycznie kierowane pojazdy (roboty mobilne). Projekt badawczy Komitetu Badań Naukowych, PB 397/S6/92/02, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 1992.
2. Cisek Z., Kunysz J., Lejda K., Michalski J. (kierownik tematu), Pawlus P., Śmieszek M., Ustrzycki A., Zajac P., Opracowanie technologii wykonywania cylindrów zapewniającej optymalne parametry eksploatacyjne silnika tłokowego.
Temat T1: Przeprowadzenie badań hamownianych 5 silników PZL-Franklin.
Temat T2: Opracowanie technologii zapewniającej wysoką żywotność układu tłok-pierścienie-cylinder silnik tłokowego PZL-Franklin.
Projekt celowy Nr 7 T07D 009 95C/2731 wykonawca Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego "PZL-Rzeszów" Spółka Akcyjna.
Sprawozdanie z umowy U-4684/C, podmiot zainteresowany Politechnika Rzeszowska. Etapy I-VIII odpowiednio w latach 1996-1998. Kierownik pracy J. Michalski, Sprawozdanie 1996; etap I, s. 46, etap II, s. 154, etap III, s. 240, 1997; etap IV, s. 207, etap V, s. 205, 1998; etap VI, s. 214, etap VII, s. 224; 1998; etap VIII, s. 114.
3. Wieczorowski M.A., Modelowanie struktury geometrycznej powierzchni ze śladami po kilku sposobach obróbki na przykładzie gładzenia płaskowierzchołkowego, Numer wniosku, finansowany: N505 487540, Politechnika Poznańska, Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania, Dyscyplina naukowa: Metrologia i Normowanie, 2011-2013.
Opracowałem i przeprowadziłem program badawczy proces gładzenia płaskowierzchołkowego cylindrów według dwu technologii o odmiennym dosuwie/nacisku i czasie (udział bezpłatny).
4. Tomanik E., Profito F., Pawlus P., Michalski J., Reizer R., Erck R., Lubrecht T., Brunetiere B., Obara O.: 3D analysis of engine cylinder bores - follows the measurement files. Project : 8203-00890 and 8203-02315 No. EDMT 12/0233-25, MAHLE Metal Leve S.A., São Paulo, Brazil 2012.

5.4. Recenzje, ekspertyzy i raporty naukowo-techniczne

1. Recenzje artykułów dla redakcji czasopism

- a) Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J, Journal of Engineering Tribology, Wydawnictwo - Sage Publications - 1 recenzja⁵,
- b) Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C, Journal of Mechanical Engineering Science, Wydawnictwo - Sage Publications - 1 recenzja,
- c) International Journal of Engineering, Science and Technology, Wydawnictwo - ILRAM Publisher - 1 recenzja,

⁵ Tytuły recenzowanych prac oraz szczegółowe informacje nt. Ekspertyzy naukowe i raporty naukowo-techniczne, przedstawione są w odrębnych załącznikach (Załącznik 3 i 4).

- d) International Journal of Machining and Machinability of Materials, Wydawnictwo - Inderscience Enterprises Ltd -1 recenzja.
- e) Technologia i Automatykacja Montażu, Wydawnictwo - Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego - 2 recenzje.

2. Osiągnięcia naukowo-badawcze dla przedsiębiorstw

- a) 10 zrealizowanych oryginalnych osiągnięć konstrukcyjnych i technologicznych - autorstwo i współautorstwo,
- b) 14 patentów i 1 wzór użytkowy - autorstwo,
- c) 24 patentów - współautorstwo,
- d) 30 prac wdrożeniowych i naukowo-badawczych - autorstwo, współautorstwo,
- e) 8 opinii dla Sądu - autorstwo i współautorstwo,
- f) 62 analizy, ekspertyzy naukowe i raporty naukowo-techniczne - autorstwo współautorstwo.

5.5. Prace w ramach badań własnych i działalności statutowej

- a) 3 ważniejsze prace w ramach badań własnych (BW),
- b) 1 praca, przez okres dwu lat, działalność statutowa (DS).

5.6. Uczestnictwo w konferencjach naukowych

Prace prezentowane na konferencjach międzynarodowych,

- 1*. Michalski J., Analiza numeryczna wpływu liczby oselek i ich wybiegu na proces gładzenia otworów cylindrycznych, Wydawca: Львівський політехнічний інститут, Львів, *Тезиси докладов второй международной научно-технической конференции, Методы исследования и диагностирования систем автомобилей и машин*, 80-85, 1990.
2. Michalski J., Badania tarcia, zużycia i zatarca łożysk ślizgowych przy obciążeniu złożonym, Wydawca: Львівський політехнічний інститут, Львів, *Матеріали конференції, Перспективи проблеми розвитку автобусів, автовантажників, Славське 91*, 16-21, 1991.
- 3*. Michalski J., Odkształcenie cieplne tulei cylindrowej w procesie gładzenia, Wydawca: Львівський політехнічний інститут, *Проблеми та перспективи розвитку конструкцій і організації виробництва автобусів (тролейбусів), автовантажників, автокранів та агрегатів*, 123-129, 1992.
4. Michalski J., Modelowanie wpływu wielkości konstrukcyjnych systemu transportu z automatycznie kierowanym wózkiem transportowym na jego właściwości użytkowe, Wydawca: Львівський політехнічний інститут, Львів, *Методи дослідження та розрахунку систем автомобілів і машин*, 85-92, 1993.
- 5*. Michalski J., Charakterystyka zużywania cylindrów w procesie gładzenia i eksploatacji, Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *III Міжнародна конференція, Завдання та хід розвитку автобусобудовання України в сучасних умовах*, 60-61, 1994.

6. Michalski J., Badania wpływu struktury geometrycznej powierzchni na niepewność pomiaru średnicy otworu walcowego, Publisher: НВП Мета, Roczник Naukowy Akademii Transportu Ukrainy – Zachodnie Centrum, *Проектування, виробництво та експлуатація абтотранспортних засобів і поїздів*, Львів, 1, 153-162, 1995.
- 7*. Michalski J., Wpływ chropowatości powierzchni gładzi cylindrowej na właściwości funkcjonalne silnika spalinowego, Wydawstwo КМУЦА: Український транспортний університет, Київ, *Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції, Вдосконалення конструктивних та експлуатаційних параметрів автомобілів і машин*, 97-100, 1995.
8. Michalski J., The effect of roughness and waviness of honed cylinder surface on measuring uncertainty of length, Wydawca: Technical University of Vienna, *Proceedings of the 7th International DAAAM Symposium*, Danube Adria Association for Automation & Manufacturing, 273-274, 1996.
9. Michalski, Badania tarcia, zużycia i zatarcia materiałów łożysk ślizgowych w styku ze stalą w czasie ruchu postępowo-zwrotnego, Wydawstwo РВК Укрінтавтосервіс: Український транспортний університет, Київ, *Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, Проблеми автомобільного транспорту на сучасному етапі*, 151-156, 1996.
- 10*. Michalski J., Głowice do gładzenia cylindrów nieprzelotowych, Wydawstwo РІО Укрінтеравтосервіс: Український транспортний університет, Київ, *Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, Проблеми транспорту та шляхи їх вирішення*, 121-126, 1997.
- 11*. Michalski J., The mathematical model of surface texture of honed cylinder surface in dependence of the probe ball radius on uncertainty of length, Wydawca: Institute of Measurement Science of the Slovak Academy of Sciences, *International Conference on Measurement*, 117-120, 1997.
12. Pawlus P., Michalski J., Change of cylinder surface topography during wear, Wydawca: TU Wien, 6th ISMQC IMEKO TC14, *Symposium Metrology for Quality Control in Production*, 495-501, 1998 (Wykonałem: badania technologiczne, pomiary geometryczne. Współudział: program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
13. Rudy S., Michalski J., Obliczenia wytrzymałościowe zespołu cylindra silnika spalinowego, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Збірник наукових праць, Удосконалення конструктивних та експлуатаційних показників автомобілів і дорожніх машин*, 121-127, 1998 (Wykonałem: model bryłowy, badania materiałowe. Współudział: obliczenia MES, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
14. Michalski J., Pawlus P., A method of obtaining desired surface topographies of cylinder honing and their effects on the functional properties of an engine, Wydawca: Vienna University of Technology, *Proceedings of the 10th International Danube Adria Association for Automation & Manufacturing, DAAAM Symposium, Intelligent Manufacturing & Automation, Past - Present - Future*, 333-334, 1999 (Wykonałem: badania technologiczne, pomiary geometryczne. Współudział: badania hamowniane, program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
15. Michalski J., Ocena chropowatości powierzchni tulei cylindrowej z powłoką chromu porowatego, Wydawstwo: ВПВТД ВАТ ПТ1 Київоргбуд: Український транспортний університет, Київ, *Збірник наукових праць, Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів, Випуск, No. 7*, 30-35, 1999.
16. Michalski J., Estymacja chropowatości powierzchni cylindrów po gładzeniu na podstawie oceny profilu pierwotnego, Wydawca: Український транспортний

- університет, Київ, *Збірник наукових праць, Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів, Випуск, No. 9, 154-162, 2000.*
- 17*. Michalski J., Struktura geometryczna powierzchni zębów kół zębatych walcowych po szlifowaniu i gładzeniu, Wydawca: ВПВТД ВАТ ПТІ Київоргбуд, Український транспортний університет, Київ, *Збірник наукових праць, Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів, Випуск, No. 11, 71-77, 2001.*
 - 18*. Michalski J., Struktura geometryczna powierzchni boków zębów kół zębatych walcowych po szlifowaniu kształtowym, Wydawca: ВПВТД ВАТ ПТІ Київоргбуд, Національний транспортний університет, Київ, *Збірник наукових праць, Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів, Випуск, No. 13, 112-121, 2002.*
 19. Michalski J., Topografia powierzchni obszaru głowy i stopy boku zębów kół zębatych walcowych po frezowaniu obwiedniowym i dłutowaniu metodą Fellowsa, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No. 16, 79-85, 2003.*
 - 20*. Michalski J., Wpływ kąta śladów obróbki struktury skrzyżowanej topografii powierzchni na wskaźnik plastyczności, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No. 9, 21-29, 2004.*
 21. Michalski J., Uwarunkowania eksploatacyjne pomiaru nierówności profilu, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No 10, 33-45, 2005.*
 - 22*. Michalski J., Tendencje rozwoju technologii gładzenia cylindrów silników o zapłonie samoczynnym, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No. 12, 30-39, 2006.*
 23. Michalski J., Ocena chropowatości powierzchni uwarstwionej tarczy turbiny po natrysku plazmowym i szlifowaniu, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No. 14, 124-131, 2007.*
 - 24*. Michalski J., Model połączenia skurczowo-rozprężnego tulei z cylindrem silnika spalinowego, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No. 16, 141-149, 2008.*
 25. Michalski J., Topografia powierzchni uzębienia w skrzyni biegów pojazdów dużej mocy obrobionego wykończeniowo dłutowaniem i szlifowaniem, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, No. 18, 164-171, 2009.*
 - 26*. Michalski J., Ocena wpływu topografii powierzchni gładzonego cylindra na właściwości użytkowe silnika samochodu Polonez 1500, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No. 20, 51-60, 2010.*
 - 27*. Michalski J., Warunki techniczne wykonania oraz odbioru tulei i cylindrów silników spalinowych, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No. 20, 99-108, 2010.*
 28. Michalski J., Analiza topografii powierzchni głowy i stopy zęba kół zębatych frezowanych obwiedniowo, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No. 23, 177-186, 2011.*
 - 29*. Michalski J., Hartowanie indukcyjne powierzchni kół zębatych stosowanych w produkcji masowej, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник, No. 23, 193-200, 2011.*

30. Michalski J., Zmiana właściwości materiału tłoka z siluminu eutektycznego AlSi12 po długotrwałej pracy silnika, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник*, No. 25, 26–35, 2012.
31. Michalski J., Charakterystyka zużycia hartowanych indukcyjnie krzywek wałka rozrządu z żeliwa sferoidalnego, Wydawca: Національний транспортний університет, Київ, *Науково-технічний збірник, Вісник*, No. 25, 44–53, 2012.
32. Michalski J., Badania przyczyny zatarcia tłoków w długotrwałej próbie niezawodności silnika spalinowego. Wydawca: ВМС, Праці Західного Науково Центру, Транспортної Академії України, Львів, *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*, 20, 224–230, 2012.

Referaty wygłaszane na konferencjach krajowych-międzynarodowych, krajowych,

33. Michalski J., Możliwości kształtowania warstwy wierzchniej gładzi cylindrowej kadłuba silnika spalinowego w gładzeniu osełkami z warstwą diamentową, Wydawnictwo IBEN Gorzów Wielkopolski, *I Międzynarodowa Konferencja, Wpływ technologii na stan warstwy wierzchniej*, Lubniewice, 235-251, 1990.
34. Michalski J., Charakterystyka warstwy wierzchniej cylindrów po gładzeniu z dodatkowymi osełkami z kompozytów polimerowych, *I Międzynarodowa Konferencja, Wpływ technologii na stan warstwy wierzchniej*, Lubniewice e, 220-234, 1990.
- 35*. Michalski J., Badania procesu gładzenia powłoki tlenkowej z hydralgilitu, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *IV Międzynarodowa Konferencja, Obróbka materiałów niemetalowych*, Rzeszów, 117-127, 1990.
- 36*. Michalski J., Optymalizacja numeryczna wymiarów osełek głowicy gładzarskiej, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *I Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn*, Rzeszów, 49-56, 1990.
37. Michalski J., Wpływ struktury metalograficznej i obróbki cieplnej materiałów łożyskowych na ich właściwości trybologiczne, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *II Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn*, Rzeszów, 81-87, 1991.
- 38*. Michalski J., Analiza numeryczna temperatury i odkształceń cieplnych cylindrów w procesie technologicznym obróbki metodą gładzenia. Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *III Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn*, Rzeszów, 93-98, 1992.
- 39*. Michalski J., Cechy produktu i parametry gładzenia osełką w regeneracji cylindrów ze stali, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *IV Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn*, Rzeszów, 121-126, 1993.
40. Michalski J., Pawlus P., Otrzymywanie powierzchni cylindrów o żądanej mikrogeometrii, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *V Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojedznych*, Rzeszów, 153-158, 1994 (Wykonałem: badania technologiczne, pomiary geometryczne. Współdział: program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- 41*. Michalski J., Parametry chropowatości powierzchni gładzi cylindrowej najsilniej skorelowane z zużyciem cylindra silnika spalinowego eksploatowanego w różnych

- warunkach, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *VI Sympozjum, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych*, Rzeszów, 161-168, 1995.
- 42*. Michalski J., Modelowanie zmian struktury geometrycznej powierzchni otworu walcowego obrabianego metoda gładzenia, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, *V Międzynarodowa Konferencja, Badania symulacyjne w technice samochodowej*, Kazimierz Dolny, 162-167, 1995.
- 43*. Michalski J., Kształtowanie struktury geometrycznej powierzchni gładzi cylindrowej, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *VII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych*, Rzeszów, 161-168, 1996.
- 44*. Michalski J., Wpływ konfiguracji głowicy przełączającej na wynik pomiaru średnicy otworu walcowego cylindra wytaczanego i gładzonego, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej Filia w Bielsku-Białej, *Zeszyty Naukowe nr 33, Budowa i Eksploatacja Maszyn, Konferencje, II Krajowa Konferencja Naukowa z Udziałem Międzynarodowym, Współrzędnościowa technika pomiarowa*, Szczyrk, 26, 119-126, 1996.
- 45*. Michalski J., Wpływ chropowatości powierzchni gładzi cylindrowej na właściwości użytkowe silnika spalinowego, Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, *V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-techniczna, Pojazdy samochodowe problemy rozwoju i eksploatacji AUTOPROGRES '95, Sekcja III Eksploatacja Samochodów*, Jachranka, Przemysłowy Instytut Motoryzacji, 160-172, 1995.
46. Michalski J., Wpływ długości kroku próbkowania na odtworzenie profilu nierówności powierzchni cylindrów po gładzeniu, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *VIII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemów pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych*, Rzeszów, 169-174, 1997.
- 47*. Michalski J., Badania krzywej nośności chropowatości powierzchni cylindrów po gładzeniu, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *IX Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 261-268, 1998.
- 48*. Michalski J., Wspomagane komputerowo modelowanie linii odniesienia a analizie struktury geometrycznej powierzchni elementów maszyn, *X Konferencji Międzynarodowej, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i Marketing w Motoryzacji*, Rzeszów; 113-126, 1999.
- 49*. Michalski J., Modelowanie nominalnej krzywizny zarysu ewolwentowego w analizie struktury geometrycznej kół zębatych, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *XI Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i Marketing w Motoryzacji*, Rzeszów; 233-242, 2000.
- 50*. Michalski J., Dziedziczenie cech chropowatości powierzchni zębów koła zębatego szlifowanego kształtowo po ich kulkowaniu strumieniowym, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *XII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i Marketing w Motoryzacji*, Rzeszów; 189-198, 2001.
- 51*. Michalski J., Wysokowydajne szlifowanie zębów kół zębatych walcowych metodą Reishauera ściernicą z korundu spiekanego, Oficyna Wydawnicza Politechniki

- Rzeszowskiej, *XIII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i Marketing w Motoryzacji*, Rzeszów; 211-220, 2002.
52. Michalski J., Wybrane błędy oceny parametrów stereometrii powierzchni szlifowanych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XIV Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 191-204, 2003.
 53. Michalski J., Błędy oceny parametrów stereometrii powierzchni szlifowanych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *X Krajowa, I Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Metrologia w technikach wytwarzania*, Kraków, 411-418, 2003.
 54. Michalski J., Wpływ oznakowania drogi i jej widoczności oraz oświetlenia pojazdów na bezpieczeństwo ruchu drogowego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *II Konferencja Międzynarodowa, Prawno-ekonomiczne i techniczne aspekty bezpieczeństwa w ruchu drogowym*, Rzeszów, 235-244, 2004.
 - 55*. Michalski J., Wpływ kąta śladów obróbki struktury skrzyżowanej na parametry stereometrii powierzchni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XV Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 221-232, 2004.
 - 56*. Michalski J., Anizotropia topografii powierzchni skrzyżowanej gładzi cylindrowej silnika spalinowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XV Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 205-220, 2004.
 - 57*. Michalski J., Wieloparametrowy opis profilu powierzchni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XVI Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 253-270, 2005.
 58. Michalski J., Porównanie parametrów profilu i stereometrii chropowatości powierzchni tulei cylindrowej gładzonej silnika diesla, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XVII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 183-194, 2006.
 - 59*. Michalski J., Analiza ograniczenia przenoszenia fal profilu chropowatości powierzchni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XVII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 167-182, 2006.
 60. Michalski J., Modelowanie chropowatości powierzchni powłoki Cr_2C_3-Ni uzyskanej natryskiem plazmowym i obróbie szlifowaniem, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *XIII Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych, Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 225-244, 2007.
 61. Michalski J., Bezpieczeństwo eksploatacji samochodów poddanych naprawom powypadkowym, Wydawca: Rzeszów RS DRUK, *III Konferencja Międzynarodowa, PET-KON'07, Prawno-ekonomiczne i techniczne aspekty bezpieczeństwa w ruchu drogowym*, Rzeszów-Krasiczyn, 317-324, 2007.
 62. Michalski J., Eksploatacyjna chropowatość powierzchni tulei cylindrowej w warunkach zużycia ściernego systemu tłokowo-cylindrowego silnika spalinowego, Oficyna

- Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, *IX Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 205-218, 2008.
- 63*. Michalski J., Model płaski połączenia skurczowo-rozprężnego tulei z kadłubem silnika spalinowego, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, IX Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 133-144, 2008.
64. Michalski J., Wpływ rodzaju filtra i jego długości odniesienia na charakterystykę struktury geometrycznej powierzchni cylindrów, *Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, VI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna AUTOPROGRES '98, Pojazdy samochodowe, Problemy rozwoju jakości eksploatacji, Tom 2, Jachranka k/Warszawy, 159-168, 1998.*
65. Michalski J., Analiza struktury geometrycznej powierzchni boków zębów kół zębatych gładzonych według metody FÄSSLERA, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, X Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 87-96, 2009.
- 66*. Michalski J., Ocena topografii powierzchni gładzonych według metody Red Ringa boków kół zębatych stosowana w układach napędowych środków transportu, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, X Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 87-96, 2009.
- 67*. Michalski J., Analiza topografii powierzchni uzębienia w skrzyni biegów pojazdów dużej mocy po obróbce ostatecznej w masie ściernej, gładzeniu i kulkowaniu, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, X Konferencja Międzynarodowa, Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Zarządzanie i marketing w motoryzacji*, Rzeszów, 71-86, 2009.
68. Michalski J., Kształtowanie dokładności i topografii powierzchni boków zębów kół zębatych walcowych, *Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Proceedings of the 13th National & 4th International Conference Metrology in Production Engineering, Poznań-Żerków, 293-298, 2009.*
69. Pawlus P., Michalski J., Reizer R.: Progress in cylinder honing. Part 1: Honing of blind holes. Innovative manufacturing technology. Edited by Piotr Rusek, ISO Instytut Zawansowanych Technologii Wytwarzania, Kraków Vol. 2, 103–126, 2012.
70. Pawlus P., Michalski J., Reizer R.: Progress in cylinder honing. Part 2: Honing of cylinder liners from highly loaded internal combustion engines. Edited by Piotr Rusek, ISO Instytut Zawansowanych Technologii Wytwarzania, Kraków Vol. 2, 127–153, 2012.

K. Publikacje na konferencjach krajowych:

- 71*. Kościelny E., Michalski J., O istotności wpływu drgań na efektywność procesu gładzenia cylindrów, *Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, IV Uczelniana Sesja Naukowo-Techniczna Wydziału Mechanicznego*, Rzeszów, 181-189, 1981 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, tekst, program, obliczenia. Współudział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).

- 72*. Michalski J., Badania odporności na zużycie złożenia tłok-cylinder, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *Trwałość a niezawodność*, Politechnika Krakowska, 105-113, 1985.
73. Kościelny E., Michalski J., Technologiczne aspekty trwałości wałków rozrządu silników spalinowych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *Trwałość a niezawodność*, Politechnika Krakowska, 66-75, 1985 (Wykonałem: badania tribologiczne, metrologiczne, materiałowe, tekst, obliczenia. Współudział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- 74*. Kościelny E., Michalski J., Wpływ właściwości gładzi cylindra na jakość użytkową sprzężarek powietrznych AK50P-12, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *Trwałość a niezawodność*, Politechnika Krakowska, 76-88, 1985 (Wykonałem: badania technologiczne, stanowiskowe, metrologiczne, materiałowe, tekst, program, obliczenia. Współudział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- 75*. Kościelny E., Michalski J., Polioptymalizacja parametrów gładzenia cylindrów, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Wytwarzanie elementów maszyn ze stopów metali o specjalnych własnościach*, Rzeszów, 161-176, 1985 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne, program, obliczenia, tekst. Współudział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- 76*. Michalski J., Gładzenie siluminu AK9 i powłoki twardo anodowanej, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Wytwarzanie elementów maszyn ze stopów metali o specjalnych własnościach*, Rzeszów, 153-160, 1985.
- 77*. Michalski J., Sposób symulacji procesu gładzenia umożliwiający optymalizację numeryczną wymiarów oselek w głowicy, Wydawnictwo Politechnik Warszawskiej, *Metody i środki projektowania wspomaganego komputerowo*, Politechnika Warszawska, 325-333, 1987.
78. Kościelny E., Michalski J., Dobór materiałów na łożyska ślizgowe pracujące w warunkach zapylenia i dużych obciążeń, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, *Zebranie Sekcji Eksploatacji Komitetu Budowy Maszyn PAN*, Politechnika Lubelska 39-50, 1988 (Wykonałem: badania stanowiskowe, metrologiczne, materiałowe, tekst, program, obliczenia. Współudział: redakcja, wnioski. 50% udział autora).
79. Michalski J., Sposoby zwiększania wydajności polerowania ściernego łopatek maszyn wirnikowych, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Technologia przepływowych maszyn wirnikowych*, Rzeszów, 297-305, 1988.
- 80*. Michalski J., Badania jakości żeliwnych tulei cylindrowych silników z zapłonem samoczynnym, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Konferencja, *Postępy w technologii maszyn*, Częstochowa, 155-159, 1989.
- 81*. Michalski J., Kompozyty polimerowe w procesie gładzenia cylindrów, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, *Postępy w technologii maszyn*, Politechnika Częstochowska, 160-163, 1989.
82. Michalski J., Modelowanie cyfrowe procesu gładzenia cylindrów, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, *Metody i środki projektowania wspomaganego komputerowo*, Politechnika Warszawska, 1989.
83. Michalski J., Wpływ dodatku żywicy terpenowej do oleju Selektol Specjal SD 15W/40 na właściwości funkcjonalne silnika, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *IV Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych WAT*, Warszawa, 80-81, 1991.
84. Michalski J., Wpływ chropowatości powierzchni gładzi cylindrowych na charakterystykę silnika spalinowego, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *IV Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych WAT*, Warszawa, 242-243, 1991.

- 85 Michalski J., Wpływ warstwy wierzchniej gładzi cylindrowej na zużycie układu TPC silnika spalinowego, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *IV Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych WAT*, Warszawa, 244-245, 1991.
- 86 Michalski J., Wpływ eutektyki fosforowej żeliwnych cylindrów na zużycie układu TPC silnika spalinowego, Wydawca Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *IV Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych WAT*, Warszawa, 240-241, 1991.
- 87 Michalski J., Kształtowanie heterogennej struktury jedną z dróg do zmniejszenia zużycia układu TPC silnika spalinowego, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *IV Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych WAT*, Warszawa, 249-251, 1991.
- 88 Michalski J., Pawlus P., Zwiększenie trwałości układu TPC silnika spalinowego w wyniku modyfikacji procesu gładzenia cylindrów, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *IV Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych WAT*, Warszawa, 246-248, 1991 (Wykonałem: badania technologiczne, pomiary geometryczne. Współudział: badania hamowniane, program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- 89 Michalski J., Ocena mikrogeometrii, ocena wyglądu strefy mikroskopowej warstwy wierzchniej gładzi cylindrowych oraz wpływ tych cech cylindrów na zużycie układu tłok-pierścień-cylinder i charakterystykę silnika spalinowego, Wydawnictwo WSI Koszalin, *Metrologiczne problemy w technikach wytwarzania*, Koszalin, 161-175, 1991.
- 90 Michalski J., Pawlus P., Parametry związane z kształtem profilu chropowatości gładzonych cylindrów, Wydawnictwo WSI Koszalin, *Metrologiczne problemy w technikach wytwarzania*, Koszalin, 176-195, 1991 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
91. Michalski J., Pawlus P., Wpływ chropowatości powierzchni cylindrów na właściwości funkcjonalne silnika samochodowego, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Seminarium Naukowe, Wybrane zagadnienia inżynierii powierzchni*, PAN KBM Zespół Inżynierii Powierzchni, Rzeszów-Bystre, 21, 1992 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: badania hamowniane, program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
92. Michalski J., Opis chropowatości powierzchni cylindrów po procesie gładzenia, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *V Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej*, Rzeszów, 233-240, 1992.
- 93 Michalski J., Pawlus P., Wpływ falistości na strukturę powierzchni cylindrów po gładzeniu, Wydawnictwo WSI Zielona Góra, *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna, Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*, Zielona Góra, 75-81, 1992 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- 94 Michalski J., Pawlus P., Zróżnicowanie struktury geometrycznej cylindrów w zależności od rodzaju narzędzi ściernych, Wydawnictwo WSI Zielona Góra, *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna, Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*, Zielona Góra, 209-215, 1992. (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
- 95*. Michalski J., Struktura geometryczna żeliwnych tulei cylindrowych po azotowaniu, nasiarczaniu i węglazotonasiarczaniu, Wydawnictwo WSI Zielona Góra, *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna, Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*, Zielona Góra, 193-199, 1992.

- 96*. Michalski J., Struktura geometryczna cylindrów po gładzeniu przeciwiernym, Wydawnictwo WSI Zielona Góra, *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna, Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*, Zielona Góra, 201-207, 1992.
- 97*. Michalski J., Technologia gładzenia cylindrów szczotkami ściernymi flex-hone, Wydawnictwo WSI Zielona Góra, *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna, Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*, Zielona Góra, 89-95, 1992.
98. Michalski J., Wpływ dodatku polimerów do oleju na właściwości funkcjonalne silnika, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *Zmniejszenie strat energetycznych w pojazdach samochodowych*, Politechnika Krakowska, 181-192, 1992.
- 99*. Michalski J., Wpływ modyfikacji procesu gładzenia cylindrów na parametry energetyczne i ekonomiczne silnika spalinowego, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *Zmniejszenie strat energetycznych w pojazdach samochodowych*, Politechnika Krakowska, 193-204, 1992.
100. Jabłoński J., Michalski J., Pawlus P., Wpływ własności warstwy wierzchniej cylindrów na właściwości użytkowe ich par ciernych w różnych warunkach pracy, Redakcja Wydawnictw Uczelnianych Politechniki Rzeszowskiej, *Seminarium Naukowe, Współzależność warstwy wierzchniej z właściwościami użytkowymi części maszyn*, Polska Akademia Nauk Komitet Budowy Maszyn Zespół Inżynierii Powierzchni, Rzeszów-Krasiczyn, 36-37, 1995 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: badania hamowniane, program, obliczenia, redakcja, wnioski. 33% udział autora).
- 101 Pawlus P., Jabłoński J., Michalski J., Zmiany stanu warstwy wierzchniej cylindrów w procesie gładzenia i eksploatacji, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *VI Międzynarodowe Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych, Doskonalenie konstrukcji oraz metod eksploatacji pojazdów mechanicznych*, Warszawa-Rynia, WAT wewn. 2429/96, 275-280, 1996 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: badania hamowniane, program, obliczenia, redakcja, wnioski. 33% udział autora).
- 102*. Michalski J., Konstytuowanie struktury geometrycznej powierzchni gładzi cylindrowej wysokociśnieniowych sprężarek powietrza podczas eksploatacji po różnych odmianach gładzenia, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *VI Międzynarodowe Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych, Doskonalenie konstrukcji oraz metod eksploatacji pojazdów mechanicznych*, Warszawa-Rynia, WAT wewn. 2429/96, 240-245, 1996.
- 103*. Michalski J., Wpływ ukształtowania struktury geometrycznej powierzchni gładzi cylindrowej silników spalinowych na opory ruchu, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, *VI Międzynarodowe Sympozjum Instytutu Pojazdów Mechanicznych, Doskonalenie konstrukcji oraz metod eksploatacji pojazdów mechanicznych*, Warszawa-Rynia, WAT wewn. 2429/96, 234-239, 1996.
104. Michalski J., Ocena chropowatości powierzchni kulistej, Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej, *VIII Konferencja Naukowo Techniczna, Metrologia w technikach wytwarzania maszyn*, Szczecin, 271-278, 1999.
105. Michalski J., Ocena parametrów profilu chropowatości powierzchni elementów maszyn obrobionych wykańczająco z powłoką plazmową mającą porowatość struktury materiałowej, Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej, *VI Konferencja Naukowo-Techniczna, Kształtowanie materiałów niemetalowych*, Zakopane, 317-328, 2001.
- 106*. Michalski J., Pawlus P., Modelowanie powstawania struktury geometrycznej powierzchni cylindrów w procesie gładzenia płasko-wierzchołkowego, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *XXIV Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej*, Łopuszna,

- 291-298, 2001 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
107. Michalski J., Ocena poprawności pomiaru profilu chropowatości powierzchni uzębienia koła zębatego walcowego szlifowanego oraz gładzonego, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, *XXIV Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej*, Łopuszna, 225-232, 2001.
 108. Pawlus P., Michalski J., Modelowanie komputerowe topografii powierzchni cylindrów po gładzeniu, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Prace Naukowe Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej nr 82, seria, Konferencje nr 39, *XXV Jubileuszowa Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej*, Wrocław-Duszniki Zdrój, 261-266, 2002 (Wykonałem: badania technologiczne, metrologiczne. Współudział: program, obliczenia, redakcja, wnioski. 50% udział autora).
 109. Michalski J., Wpływ sposobu oddzielenia profilu i powierzchni pierwotnej na ocenę chropowatości powierzchni boków zamka łopatek wirnika sprężarki silnika turbinowego po szlifowaniu głębokim kształtowym, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Prace Naukowe Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej nr 82, seria, Konferencje nr 39, *XXV Jubileuszowa Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej*, Wrocław-Duszniki Zdrój, 237-242, 2002.
 110. Michalski J., Struktura geometryczna powierzchni boków zębów koła zębatego walcowego gładzonego metodą Red Ring, Wydawnictwo Katedry Technologii Maszyn Politechniki Łódzkiej, *XXVI Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Obróbka ścierna, Tendencje rozwoju*, Łódź, 425-430, 2003.

5.7. Nagrody i wyróżnienia krajowe,

1. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza za osiągnięcia w dziedzinie Dydaktyczno-Wychowawczej. Rzeszów, dnia 1 października 1979 r.
2. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, indywidualna III stopnia za osiągnięcia w dziedzinie naukowej. Rzeszów, dnia 1 października 1986 r.
3. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, zespołowa II stopnia za osiągnięcia w dziedzinie naukowej za publikacje. Rzeszów, dnia 1 października 1987 r.
4. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, zespołowa II stopnia za osiągnięcia w dziedzinie naukowej za cykl patentów z zakresu technologii i eksploatacji budowy maszyny, a zwłaszcza nowych sposobów gwintowania, gładzenia i honowania otworów. Rzeszów, dnia 8 października 1991 r.
5. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, indywidualną II stopnia za osiągnięcia naukowe - cykl publikacji. Rzeszów, dnia 7 października 1993 r.
6. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, zespołowa II stopnia za cykl publikacji naukowych. Rzeszów, dnia 3 października 1994 r.

7. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, zespołowa II stopnia za osiągnięcia naukowe. Rzeszów, dnia 3 października 1995 r.
8. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, II stopnia za cykl publikacji naukowych dotyczących problemów w węzle tarcia tłok-pierścienie tłokowe-cylinder. Rzeszów, dnia 22 października 1996 r.
9. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, indywidualna II stopnia za publikacje badań technologii gładzenia cylindrów i ich eksploatacji w maszynach energetycznych. Rzeszów, dnia 28 października 1997 r.
10. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, indywidualna II stopnia za cykl publikacji naukowo-technicznych z zakresu technologii gładzenia i eksploatacji cylindrów silników spalinowych. Rzeszów, dnia 10 listopada 1998 r.
11. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, zespołowa II stopnia za cykl publikacji na temat badań topografii powierzchni cylindrów. Rzeszów, dnia 15 października 1999 r.
12. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, indywidualna III stopnia za cykl publikacji naukowych. Rzeszów, dnia 17 grudnia 2009 r.
13. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, indywidualna III stopnia za cykl publikacji naukowych z zakresu budowy maszyn. Rzeszów, dnia 16 grudnia 2010 r.
14. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, zespołową III stopnia za cykl publikacji naukowych z zakresu konstrukcji, technologii i eksploatacji silników spalinowych. Rzeszów, dnia 20 grudnia 2012 r.

Szczegółowe informacje dotyczące autorstwa recenzji artykułów dla redakcji czasopism znajdujących się na liście JCR, autorstwa ekspertyz i raportów naukowo-technicznych wykonanych dla przedsiębiorstw, międzynarodowej i krajowej współpracy naukowej, uczestnictwa w programach naukowych, osiągnięć dydaktycznych oraz działalności organizacyjnej zamieszczone są w odrębnym załączniku (Załącznik 4).

Maciek Michalski

.....
(podpis wnioskodawcy)