



Jarosław MIKOŁAJCZYK

**MASZYNY TARCIOWE
BUDOWA, PRZEZNACZENIE**



Jarosław Mikołajczyk

**MASZYNY TARCIOWE
BUDOWA, PRZEZNACZENIE**

Piła 2018

RADA WYDAWNICZA:

*Donat Mierzejewski (przewodniczący), Joanna Kryza (sekretarz),
Bolesław Ochodek, Jan Polcyn, Feliks Jaroszyk, Wojciech Maliszewski,
Piotr Gorzelańczyk, Sylwester Sieradzki*

RECENZENT

Dr hab. inż. Maciej Matuszewski, prof. UTP

PROJEKT OKŁADKI

Eugeniusz Waloch



© Copyright by Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej
im. Stanisława Staszica w Pile

Sto dziewięćdziesiąta pierwsza publikacja
Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej
im. Stanisława Staszica w Pile

Piła 2018

ISBN 978-83-62617-86-9

Przygotowanie i druk:
TOTEM.COM.PL

SPIS TREŚCI



Symbole i akronimy częściej używane w pracy	10
1. GENEZA I PROBLEMATYKA PRACY	11
2. CHARAKTERYSTYKA PODSTAWOWYCH CZYNNIKÓW ZWIĄZANYCH Z BADANIAM I TRIBOLOGICZNYMI	13
2.1. Warstwa wierzchnia	13
2.1.1. Wielkości opisujące stan warstwy wierzchniej	16
2.1.1.1. Cechy fizyczne warstwy wierzchniej	17
2.1.1.2. Cechy struktury geometrycznej powierzchni	19
2.2. Rodzaje procesów zużywania	29
2.3. Środki smarowe i dodatki uszlachetniające	36
2.4. Preparaty eksploatacyjne	41
2.4.1. Preparaty o działaniu chemicznym	42
2.4.2. Preparaty z cząsteczkami środków smarowych stałych	43
2.4.3. Preparaty umożliwiające smarowanie na zasadzie tzw. przenoszenia selektywnego (PS)	45
3. RODZAJE SKOJARZEŃ CIERNYCH	47
3.1. Kontakt punktowy, ruch posuwisto-zwrotny	47
3.2. Kontakt punktowy, ruch ciągły	48
3.3. Kontakt liniowy, ruch posuwisto-zwrotny	50
3.4. Kontakt liniowy, ruch ciągły	51
3.5. Kontakt powierzchniowy, ruch posuwisto-zwrotny	52
3.6. Kontakt powierzchniowy, ruch ciągły	53
4. MASZYNY TARCIOWE	55
4.1. Maszyna tarciowa 77MT-1	55
4.2. Maszyna tarciowa Amslera	56
4.3. Układ pomiarowy oporów tarcia urządzenia do badania tarcia ślizgowego w smarze o regulowanej temperaturze wg patentu 132 896	59
4.4. Aparat czterokulowy	61

4.5. Stanowisko tribologiczne do badania wpływu wibracji na środek smarowy	69
4.6. Stanowisko do badań oporów tarcia i zużycia tworzyw sztucznych wg patentu 119 178	71
4.7. Urządzenie do badania łożysk poprzecznych, smarowanych zanieczyszczonym medium, wg patentu 103 942	72
4.8. Urządzenie do badania tarcia ślizgowego w smarze o regulowanej temperaturze wg patentu 95 008	75
4.9. Urządzenie Falex ze skojarzeniem wałek-pryzmy	79
4.10. Stanowisko do badania nośności dynamicznej łożysk ślizgowych wzdłużnych, smarowanych cieczą magnetyczną, zbudowane wg patentu PL 222 239	80
4.11. Aparat Timkena	84
4.12. Tester T-05	88
4.13. Stanowisko do modelowania procesu tarcia w łożyskowaniu igiełkowym wg patentu PL 219 650	91
4.14. Stanowisko do badania zużycia ściernego w warunkach złożonego stanu naprężeń w badanym materiale wg patentu PL 211 447	93
4.15. Stanowisko do badania zużycia ściernego w warunkach zawiesin przemysłowych wg patentu PL 207 139	94
4.16. Stanowisko do badania oporu toczenia krążków wg patentu PL 223 986	96
4.17. Tester T-07	97
4.18. Stanowisko tribologiczne STBL-02	98
4.19. Stanowisko do badania statycznego i kinematycznego współczynnika tarcia dla skojarzeń ciernych	99
4.20. Stanowisko do badania zużycia pierścieni tłokowych wg patentu 154 209	101
4.21. Stanowisko do badania współczynnika tarcia statycznego par trących typu metal-polimer	104
4.22. Stanowisko badawcze umożliwiające badanie oporów tarcia w modelowych warunkach procesów wytłaczania blach	106
4.23. Stanowisko badawcze typu trzpień-tarcza, w którym przeciwpróbką jest tarcza hamulcowa, natomiast próbkę stanowi klocek hamulcowy	108
4.24. Stanowisko do badań zmian właściwości tribologicznych złącz konektorowych podczas wielokrotnego ich łączenia i rozłączania	109
4.25. System wizualizacji i archiwizacji danych dedykowany stanowiskom do badań tribologicznych	112
4.26. Stanowisko do badania frettingu z piezoelektrycznym urządzeniem wymuszającym przemieszczenie	128

4.27. Aparat czterokulowy T-02	129
4.28. Aparat czterokulowy T-03 przeznaczony do badania pittingu	132
4.29. Stanowisko do badania frettingu, w którym podzespołem wymuszającym przemieszczenie jest mechanizm śrubowy	133
4.30. Stanowisko do badań frettingowych, w którym podzespołem wymuszającym przemieszczenia jest wibrator elektromagnetyczny	134
4.31. Stanowisko do badań frettingowych z hydraulicznym układem wymuszającym obciążanie próbek	138
4.32. Stanowisko do badań frettingowych z mimośrodowym układem wymuszającym przemieszczenia o ruchu względnym próbek: prostoliniowym, zwrotnym	140
4.33. Stanowisko do badań frettingowych z mimośrodowym układem wymuszającym przemieszczenia o ruchu względnym próbek: obrotowym, oscylacyjnym	141
4.34. Stanowisko do badań frettingowych ze wzбудnikiem elektromagnetycznym jako podzespołem wymuszającym przemieszczanie	143
4.35. Maszyna zmęczeniowa typu MUJ zastosowana do badań zużycia frettingowego	151
4.36. Tribotester TWT-500N przeznaczony do badań tarciowo-zużyciowych	154
4.37. Stanowisko do badania odporności erozyjnej.	156
4.38. Maszyna jednokontaktowa ze sprzęgłem Cardana	157
4.39. Stanowisko badawcze FRET III	158
4.40. Stanowisko badawcze MWO	160
4.41. Maszyna bijnikowa ze wzbudnikiem drgań przeznaczona do badania pittingu (czterosprężynowa)	164
4.42. Maszyna bijnikowa ze wzbudnikiem drgań przeznaczona do badania pittingu (dwusprężynowa z jednostronną regulacją napięcia sprężyn)	165
4.43. Maszyna bijnikowa ze wzbudnikiem drgań przeznaczona do badania pittingu (dwusprężynowa z jednostronną regulacją napięcia sprężyn)	167
4.44. Maszyna bijnikowa ze wzbudnikiem drgań przeznaczona do badania pittingu (dwusprężynowa z dwustronną regulacją napięcia sprężyn)	168
4.45. Maszyna bijnikowa ze wzbudnikiem drgań przeznaczona do badania pittingu (jednosprężynowa – dolnosprężynowa – bez regulacji napięcia sprężyny)	169
4.46. Maszyna bijnikowa ze wzbudnikiem drgań przeznaczona do badania pittingu (jednosprężynowa – górnosprężynowa – bez regulacji napięcia sprężyny)	170

4.47. Stanowisko badawcze SMOK	171
4.48. Stanowisko badawcze SOOG	173
4.49. Stanowisko badawcze SON	175
4.50. Maszyna do badań tribologicznych typu krzywka-popychacz	179
4.51. Maszyna przeznaczona do badania łożysk ślizgowych	180
4.52. Maszyna typu SBOP przeznaczona do badań tribologicznych	182
4.53. Maszyna typu rolka-tarcza przeznaczona do badań tribologicznych	184
4.54. Aparat czterokulowy wg patentu 160 591	185
4.55. Aparat czterokulowy wg patentu 160 592	187
4.56. Aparat czterokulowy wg patentu 177 200	189
4.57. Aparat czterokulowy wg patentu 177 203	191
4.58. Urządzenie do badań tribologicznych środków smarowych i materiałów konstrukcyjnych wg patentu PL 160 594	193
4.59. Urządzenie do badań zmęczeniowych wg patentu PL 160 595	195
4.60. Urządzenie do badania ścieralności materiałów konstrukcyjnych wg patentu PL 160 596	197
4.61. Urządzenie do badania odporności na zużycie wg patentu PL 176 145	199
4.62. Urządzenie do badania odporności na zużycie wg patentu PL 177 205	203
4.63. Urządzenie do badania zużycia wg patentu PL 177 201	206
4.64. Urządzenie do badania tarcia i zużycia elementów smarowanych i niesmarowanych wg patentu PL 177 192	210
4.65. Urządzenie do badania odporności na zużycie i oporów tarcia elementów smarowanych i niesmarowanych wg patentu PL 160 590	213
4.66. Urządzenie do badania tarcia i zużycia wg patentu PL 160 597	216
4.67. Maszyna tarciowa TPZ	218
4.68. Maszyna czterokulowa do badań tribologicznych	220
4.69. Maszyna typu Almen-Wieland przeznaczona do badań tarcia granicznego	222
4.70. Maszyna typu Skoda-Savin	223
4.71. Maszyna typu KEWAT-1	224
4.72. Maszyna typu KEWAT-2	225
4.73. Maszyna typu KEWAT-3	226
4.74. Maszyna typu KEWAT-4	228
4.75. Maszyna typu KEWAT-5	230
4.76. Maszyna typu KEWAT-6	231
4.77. Urządzenie KRWAT-1	233
4.78. Maszyna rolkowa (z rolkami cylindrycznymi) przeznaczona do badania pittingu	234

4.79. Maszyna rolkowa (z rolkami stożkowymi) przeznaczona do badania pittingu	237
4.80. Maszyna trzykontaktowa ze zmiennym cyklicznym poślizgiem przeznaczona do badania pittingu	239
4.81. Maszyna z trzema rolkami odwzorowująca współpracę przekładni zębatych o zębach prostych i skośnych	240
4.82. Maszyna tarciova TPZ-1	242
5. PODSUMOWANIE	245
LITERATURA.	247

LITERATURA



- Abbott E. J., Firestone F. A. 1993. Specyfing surface quality. [W:] Mechanical Engineering Nr 55, pp. 556 ÷ 572.
- Barre F., Lopez J., Mathia T. G. 1997. New methods for characterising the anisotropy of engineering surfaces. [W:] Trans. 7th International Conference on Metrology and Properties of Engineering Surfaces. Gothenburg, Sweden, pp. 479 ÷ 486.
- Bartz W.J. 2012. Lubrication of industrial gears with synthetic gear oils. [W:] Symposium 2012 Tribologie und Mobilität, s. 37 ÷ 38. Wiener Neustadt, Austria.
- Bezjazyčný V. F. 2002. Wpływ jakości warstwy wierzchniej po obróbce mechanicznej na właściwości eksploatacyjne części maszyn. [W:] Zagadnienia Eksploatacji Maszyn z. Nr 2, s. 7 ÷ 27.
- Biszczał R., Cichosz P. 2002. Korelacja parametrów chropowatości z wybranymi modelami topografii powierzchni. Instytut Badań i Ekspertyz Naukowych, Gorzów Wlkp.
- Boryczko A. 1987. Przemieszczenie narzędzia i przedmiotu a zakłócenia struktury geometrycznej powierzchni toczonej. [W:] Mechanik nr 5, s. 211 ÷ 214.
- Burakowski T. 2004. Rozważania o synergizmie w inżynierii powierzchni. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom.
- Burakowski T. 1998. Rozwój inżynierii powierzchni a rozwój inżynierii eksploatacji. [W:] Tribologia nr 5, s. 829 ÷ 843.
- Burakowski T. 2002. Znaczenie inżynierii powierzchni w tribologii. [W:] Tribologia nr 4, s. 1097 ÷ 1111.
- Burakowski T. 2013. Areologia. Podstawy teoretyczne. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji PIB. Radom.
- Burakowski T., Marczak R. 1995. Eksploatacyjna warstwa wierzchnia i jej badania. [W:] Zagadnienia Eksploatacji Maszyn z. 3, s. 327 ÷ 337.
- Burakowski T., Marczak R. 1999. Wybrane procesy konstytuowania się eksploatacyjnej warstwy wierzchniej. [W:] Tribologia nr 6, s. 757 ÷ 765.
- Burakowski T., Wierzchoń T. 1995. Inżynieria powierzchni metali. WNT, Warszawa.
- Cichosz P., Kowalski M. 2004. Modelowanie matematyczne topografii powierzchni płaskowierzchołkowych typu „plateau”. [W:] Zeszyty Naukowe

Wydziału Mechanicznego nr 36. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, s. 195 ÷ 202, Koszalin.

- Czarnecki H. 2005. Analiza teoretyczna wpływu stereometrii powierzchni na działanie pary tribologicznej. [W:] Tribologia nr 4, s. 19 ÷ 31.
- Daca J., Rudnicki Z., Warszyński M. 2003. Analiza wpływu topografii powierzchni na przebieg zjawisk tribologicznych. [W:] Materiały XXI Sympozjonu PKM, Bielsko-Biała, WNT tom 1, s. 213 ÷ 218, Warszawa.
- Dagnall H. 1986. Exploring surface texture. Rank Taylor Hobson, Leicester.
- De Chiffre L. 1999. Industrial survey on ISO surface texture parameters. [W:] Annals of the CIRP, 48/3, pp. 463 ÷ 466.
- DIN 4776. Kenngrößen Rk, Rpk, Rvk, Mr₁, Mr₂ zur Beschreibung des Materialanteils im Rauheitsprofil. Messbegingungen und Auswertverfahren.
- DIN 4761. Oberflächencharakter. Geometrische Oberflächentextur Merkmale. Begriffe, Kurzzeichen.
- Dong W. P., Sullivan P. J., Stout K. J. 1994. Comprehensive study of parameters for characterizing three-dimensional surface topography. III. Parameters for characterising amplitude and some functional properties. [W:] Wear, Vol. 178, pp. 29 ÷ 43.
- Dong W. P., Sullivan P. J., Stout K. J. 1994. Comprehensive study of parameters for characterizing three-dimensional surface topography. IV. Parameters for characterising spatial and hybrid properties. [W:] Wear, Vol. 178, pp. 45 ÷ 60.
- Duś-Sitek M. 1999. Doświadczalne stwierdzenie istnienia strefy nadpowierzchniowej warstwy wierzchniej – modyfikacja modelu warstwy wierzchniej. [W:] Inżynieria Powierzchni nr 1, s. 29 ÷ 34.
- Feld M., Konczakowski A. 1988. Analiza widmowa struktury geometrycznej powierzchni szlifowanych. Materiały XI Naukowej Szkoły Obróbki Ściernej, s. 109 ÷ 116, Łódź.
- Fleischer G. 1999. Studie zur Energie- und Verschleißverteilung zwischen den Festkörper während der Reibung. Universität Otto von Guericke. Magdeburg.
- Garkunow D.N. 1987. Effect der Verschleißlosigkeit – eine neue Etappe bei der Verbesserung des Verschleißlosigkeit von Maschinenelementen. Schmierungstechnik, nr 3.
- Gładysz B. 1962. Tomografia – zastosowanie kliniczne. PZWL, Warszawa 1962.
- Godet M. 1984. The third body approach: A mechanical view of wear. [W:] Wear, Vol. 100, pp. 437 ÷ 452.
- Górecka R., Polański Z. 1983. Metrologia warstwy wierzchniej. WNT, Warszawa.
- Handzel-Powierża Z. 1990. Warstwa wierzchnia i problemy jej identyfikacji. Wybrane problemy tribologii. PWN, s. 317 ÷ 326, Warszawa.
- Hebda M., Wachal A. 1980. Trybologia. WNT, Warszawa.
- Janecki J., Hebda M. 1969. Tarcie, smarowanie i zużycie części maszyn. WNT, Warszawa.
- Kaczmarek J., Klimczak T. 1986. Dwu- i trójwymiarowa charakterystyka mikronierówności powierzchni. [W:] Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, z. 1, s. 39 ÷ 46.

- Kałdoński T. 1995. Tribologia i płyny eksploatacyjne, cz. II: Wybrane problemy tribologii. Wydawnictwo Wojskowe Akademii Technicznej, Warszawa.
- Kałdoński T.J., Kałdoński T., Ozimina D. 2008. Wpływ napięcia powierzchniowego, kąta zwilżania i adsorpcji substancji smarnych na ich właściwości smarowości. [W:] Tribologia nr 2, s. 235 ÷ 246.
- Kedziora H.–J., Parsons F., Tabenkin A. 2004. Industrial problems with proliferation and expansion of surface finish parameters. Proc. of XI Int. Coll. On Surfaces, pt. 1, pp. 93 ÷ 100, Chemnitz.
- Kępka C. 2013. Tomografia komputerowa tętnic wieńcowych jako alternatywa dla koronarografii. Instytut Kardiologii w Warszawie.
- Kolman R. 1965. Mechaniczne wzmacnianie powierzchni części maszyn. WNT, Warszawa.
- Konczakowska A., Konczakowski A. 1978. Badania struktury geometrycznej powierzchni metodami korelacji i widmowymi. [W:] Mechanik nr 6, s. 294 ÷ 296.
- Kośla K., Cichomski M., Kozłowski W. 2012. Preparation and tribological characterization of the organosilanes on aluminium surface. III Krajowa Konferencja Nano- i Mikromechaniki, s. 141, Warszawa.
- Krause H., Schroelkamp Ch. 1981. Investigation into the reaction of metallic bodies in tribological system. Proc. of Eurotrib'81, pp. 324 ÷ 329, Warsaw.
- Krawiec S. 2011. Kompozycje smarów plastycznych i stałych w procesie tarcia stalowych węzłów maszyn. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Kruk A. 2012. Tomografia elektronowa i jej zastosowanie w obrazowaniu i metrologii mikrostruktury materiałów. Wydawnictwo AGH Kraków.
- Laber S. 2001. Preparaty eksploatacyjne. Wydział Mechaniczny Instytutu Budowy Maszyn i Pojazdów, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra.
- Laber S. 2003. Badania własności eksploatacyjnych i smarnych uszlachetnicza metalu Motor Life Professional. Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra.
- Latoś H. 1999. Podstawy doboru kierunkowości i struktury powierzchni o określonych właściwościach tarciovych. Prace Naukowe Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej nr 74, seria Konferencje nr 34, s. 117 ÷ 124, Wrocław.
- Lawrowski Z. 2009. Tribologia: tarcie, zużywanie i smarowanie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Lass P. 1998. Tomografia emisyjna pojedynczego fotonu. Via Medica S.C. Gdańsk.
- Legutko S., Nosal S. 2004. Kształtowanie technologicznej i eksploatacyjnej warstwy wierzchniej. Ośrodek Wydawnictw Naukowych PAN, Poznań.
- Leppert T., 2008. Badania wpływu sposobu chłodzenia i smarowania na siły skrawania podczas toczenia. Mat. Szkoły Obróbki Skrawaniem Obróbka Skrawaniem – Innowacje, Kraków, 368 ÷ 376.
- Leppert T., 2009. Zużycie ostrza w warunkach toczenia na sucho i z MQL. Obróbka skrawaniem, t. 3, red. H. Latoś, Wyd. Uczeln. UTP w Bydgoszczy, 163 ÷ 169.

- Li C. G., Dong S., Zhang G. X. 2000. Evaluation of the anisotropy of machined 3D surface topography. [W:] *Wear*, Vol. 237, pp. 211 ÷ 216.
- Lubimow W., Oczóś K. E. 1997. Wybrane zagadnienia kształtowania nierówności powierzchni w procesach obróbkowych. [W:] *Mechanik* nr 3, s. 81 ÷ 84.
- Lubimow W., Oczóś K. E., Łabudzki R. 2000. Klasyfikacja struktur geometrycznych powierzchni (SGP) obrobionych ściernie. W: Oczóś K. E. (redakcja) *Obróbka ścierna. Podstawy i technika*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, s. 206 ÷ 211, Rzeszów.
- Marczak R. 1993. Postęp w badaniach zjawiska Garkunowa. Materiały konferencji „Problemy bezzużyciowego tarcia w maszynach.” Wydaw. WSI Radom.
- Marczak R. 1955. Istota, model i możliwości wykorzystania zjawiska Garkunowa w technice. Materiały Konferencyjne NT. Problemy niekonwencjonalnych układów łożyskowych. Łódź.
- Materiały informacyjne PUPH „MIND” Sp. z o.o., Łochowice, 86-005 Białe Błota.
- Materiały informacyjne Zakładu „PLASTMAL” Sp. z o.o., Warszawa.
- Mayer K. 1916. Radiologiczne rozpoznanie różniczkowe chorób serca i aorty. Gebethner i Wolf. Kraków.
- Mori M., Kumehara H. 1976. Replication of cutting edge roughness on the work surface. [W:] *Bull. of Japan Soc. of Precision Engineering*, Vol. 10, No. 1, pp. 171 ÷ 179.
- Mikołajczyk J. 2009. Zestawienie porównawcze dodatków depresujących do olejów. [W:] *Zaawansowana tribologia*, s. 92 ÷ 100. XXX Ogólnopolska Konferencja Tribologiczna. Nałęczów.
- Mikołajczyk J. 2009. Zestawienie porównawcze własności fizyko-chemicznych dodatków smarnych w oleju podstawowym SAE-30. VI Konferencja Naukowo-Techniczna TEROTECHNOLOGIA, s. 74 ÷ 79, Kielce.
- Mikołajczyk J. 2011. System wizualizacji i archiwizacji danych stanowiska do badań tribologicznych, praca dyplomowa na Wydziale Elektrotechniki i Telekomunikacji Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy.
- Mikołajczyk J. 2012. System rejestracji i wizualizacji warunków pracy stanowiska do badań tribologicznych. [W:] *CAX'2011, Komputerowe Wspomaganie Nauki i Techniki, VIII Warsztaty Naukowe*, s. 13 ÷ 18, Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz.
- Mikołajczyk J. 2012. Badanie wpływu preparatu eksploatacyjnego Mind M na zmianę własności smarnych oleju bazowego SN-150. [W:] *Inżynieria i Aparatura Chemiczna* nr 5, s. 235 ÷ 236.
- Mikołajczyk J., Mikołajczyk T., Matuszewski M. 2015. Logistyczne aspekty zarządzania procesem naprawy. *Logistyka* 4/2015.
- Mikołajczyk J., Matuszewski M. 2015. Einfluss der ausgewählten Schmierstoffzusätze auf ΔT und ΔP mit Basisöl SN-150. *Tribologie in Industrie und Forschung. Werkstoffe, Schmierstoffe und Technologie*. Wiener Neustadt, A. 25. November 2015. Austria.
- Mikołajczyk J., Mikołajczyk T., Matuszewski M., Styp-Rekowski M. 2016. Wpływ warunków chłodzenia i smarowania podczas obróbki elementów

- maszyn na stopień izotropowości ich powierzchni. *Tribologia* 1/2016, pp. 57 ÷ 67.
- Mikołajczyk J. 2016. Vergleich charakteristischer Parameter des Abbott-Firestone-Diagramms für ein Kinematisches Paar mit Konformen Kontakt. *Tribologie in Industrie und Forschung. Verschleisschutz, Instandhaltung und Anlagenzuverlässigkeit*. Linz, A. 22./23. November 2016. Austria, pp. 105 ÷ 111.
 - Mikołajczyk J., Styp-Rekowski M., Matuszewski M., Musiał J. 2012. Einfluß der Kompositionen von Schmierzusätzen auf die Exploitations-Eigenschaften der Mischung mit Basisöl SN-150. *Symposium 2012 Tribologie und Mobilität*, s. 97 ÷ 104. Wiener Neustadt, Austria.
 - Mikołajczyk J., Styp-Rekowski M. 2012. The Influence of Mind M Preparation on the Lubricant Properties of Oil SN-150. 53. [W:] *Tribologie-Fachtagung*, Band I, Vortrag 18. Göttingen, Niemcy.
 - Mikołajczyk J. 2017, Wpływ dodatków smarowych na transformację warstwy wierzchniej. *Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Stanisława Staszica w Pile*.
 - Nosal S. 2012. *Tribologia. Wprowadzenie do zagadnień tarcia, zużywania i smarowania*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
 - Nowicki B. 1980. Badania mikrostruktury geometrycznej powierzchni obrobionych i metod jej oceny. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, [W:] *Mechanika*, z. 70, Warszawa.
 - Nowicki B. 1985. Multiparameter representation of surface roughness. [W:] *Wear*, Vol. 102, pp. 161 ÷ 176.
 - Nowicki B. 1991. *Struktura geometryczna: chropowatość i falistość powierzchni*. WNT, Warszawa.
 - Nowicki B. 1991. Wpływ struktury geometrycznej powierzchni na własności użytkowe części maszyn. [W:] *Mechanik* nr 4, s. 148 ÷ 149.
 - Nyc R. 2000. Możliwości zastosowania profilometrii skaningowej do interpretacji zużycia elementów maszyn. [W:] *Problemy Eksploatacji* nr 3, s. 183 ÷ 191.
 - Nyc R. 2001. Ocena zużycia współpracujących powierzchni elementów maszyn na podstawie krzywych nośności. [W:] *Tribologia* nr 3, s.349 ÷ 355.
 - Oczó K. E., Lubimow W. 1998. Analiza w układzie 3D struktury geometrycznej powierzchni szlifowanych. W: Dąbrowski L., Marciniak M., Nowicki B. (redakcja): *Badania podstawowe i techniczne obróbki ściernej*, s. 116 ÷ 122. Warszawa.
 - Oczó K. E., Lubimow W. 1999. Klasyfikacja struktur geometrycznych powierzchni (SGP). [W:] *Prace Naukowe Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej* nr 74, s. 149 ÷ 154. Wrocław.
 - Oczó K. E., Lubimow W. 1998. Nowe aspekty trójwymiarowej (3D) analizy chropowatości powierzchni obrobionej. [W:] *Mechanik* nr 8/9, s. 471 ÷ 476.
 - Oczó K. E., Lubimow W. 2003. *Struktura geometryczna powierzchni*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
 - Oczó K. E., Lubimow W. 2008. Rozważania nad istotnością parametrów struktury geometrycznej powierzchni w układzie 3D. [W:] *Mechanik* nr 3, s. 132 ÷ 137.

- Oczóś K. E., Lubimow W., Łabudzki R. 2001. Analiza porównawcza struktur geometrycznych powierzchni (SGP) po obróbce ściernej. Zbiór prac XXIV Naukowej Szkoły Obróbki Ściernej, s. 249 ÷ 260. Łopuszna.
- Oczóś K. E., Lubimow W., Łabudzki R. 2001. Izotropowość i symetryczność SGP. Materiały VI Konferencji N-T „Kształtowanie materiałów niemetalowych”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, s. 293 ÷ 302. Rzeszów.
- Oczóś K.E., Lubimow W. 2008. Rozważania nad istotnością parametrów struktury powierzchni w układzie 3D. [W:] Mechanik 6.
- Ozimina D. 2000. Metody oceny oddziaływań tribochemicznych dodatków przeciwzatarciowych. [W:] Metrologia i Systemy Pomiarowe nr 1, s. 73 ÷ 87.
- Ozimina D. (red.) 2013. Eksploatacja systemów tribologicznych, t. 2: Tarcie, zużycie, smarowanie wybranych węzłów tribologicznych. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, seria Monografie, studia, rozprawy, z. M49, Kielce.
- Panicz A. 2000. Chropowatość powierzchni – co nowego?. [W:] Pomiary Automatyka Kontrola nr 5, s. 39 ÷ 47.
- Patent 95 008: Urządzenie do badania tarcia ślizgowego w smarze o regulowanej temperaturze. Twórcy: Tadeusz Łubiński, Olgierd Olszewski, Jan Kłopotki, Jerzy Pasiński.
- Patent 103 942: Urządzenie do badania łożysk poprzecznych, smarowanych zanieczyszczonym medium. Twórcy: Jan Sikora, Antoni Neyman, Olgierd Olszewski.
- Patent 119 178: Stanowisko do badania oporów tarcia tworzyw sztucznych. Twórca: Kazimierz Ziemiański.
- Patent 132 896: Układ pomiarowy oporów tarcia urządzenia do badania tarcia ślizgowego w smarze o regulowanej temperaturze. Twórcy: Tadeusz Łubiński, Olgierd Olszewski, Krzysztof Druet, Zbigniew Gadomski.
- Patent 154 209: Stanowisko do badania zużycia pierścieni tłokowych. Twórcy: Edward Kołodziej, Władysław Śliwiński.
- Patent 160 591: Aparat czterokulowy. Twórcy: Witold Piekoszewski, Marian Szczerek, Stanisław Koziół.
- Patent PL 160 590: Urządzenie do badania odporności na zużycie i oporów tarcia elementów smarowanych i niesmarowanych. Twórcy: Marek Wiśniewski, Witold Piekoszewski, Marian Szczerek, Ryszard Reizer.
- Patent PL 160 592: Aparat czterokulowy. Twórcy: Witold Piekoszewski, Marian Szczerek, Stanisław Koziół.
- Patent PL 160 594: Urządzenie do badań tribologicznych środków smarowych i materiałów konstrukcyjnych. Twórcy: Stanisław Koziół, Marian Szczerek, Witold Piekoszewski.
- Patent PL 160 595: Urządzenie do badań zmęczeniowych. Twórcy: Witold Piekoszewski, Marek Wiśniewski, Marian Szczerek, Stanisław Koziół.
- Patent PL 160 596: Urządzenie do badania ścieralności materiałów konstrukcyjnych. Twórcy: Jan Wulczyński, Witold Piekoszewski.
- Patent PL 160 597: Urządzenie do badania tarcia i zużycia zawierające obrotową przeciwpróbkę, do której dociskane są nieruchome próbki klockowe lub

- ruchome próbki rolkowe. Twórcy: Marek Wiśniewski, Witold Piekoszewski, Marian Szczerek, Ryszard Reizer.
- Patent PL 170 088: Stanowisko badawcze umożliwiające badanie oporów tarcia w modelowych warunkach procesów wytłaczania blach. Twórcy: Klaudiusz Lenik, Czesław Kajdas, Gabriel Borowski.
 - Patent PL 176 145: Urządzenie z węzłem tarcia typu kula-tarcza lub trzpień-tarcza do badania odporności na zużycie i oporów ruchu, zwłaszcza litych elementów ceramicznych oraz ceramicznych warstw powierzchniowych. Twórcy: Stanisław Kozioł, Witold Piekoszewski, Marian Szczerek, Marek Wiśniewski.
 - Patent PL 177 192: Urządzenie do badania tarcia i zużycia elementów smarowanych i niesmarowanych. Twórcy: Stanisław Kozioł, Witold Piekoszewski, Marian Szczerek, Jan Wulczyński.
 - Patent PL 177 200: Aparat czterokulowy. Twórcy: Witold Piekoszewski, Marian Szczerek, Stanisław Kozioł, Jan Wulczyński.
 - Patent PL 177 201: Urządzenie do badania zużycia i oporów ruchu elementów smarowanych i niesmarowanych. Twórcy: Stanisław Kozioł, Witold Piekoszewski, Marian Szczerek, Jan Wulczyński.
 - Patent PL 177 203: Aparat czterokulowy. Twórcy: Stanisław Kozioł, Witold Piekoszewski, Marian Szczerek, Jan Wulczyński.
 - Patent PL 177 205: Urządzenie ze skojarzeniem typu wałek-pryzmy do badania odporności na zużycie i zatarcie materiałów konstrukcyjnych. Twórcy: Stanisław Kozioł, Witold Piekoszewski, Marian Szczerek.
 - Patent PL 207 139: Stanowisko do badania zużycia ściernego w warunkach zawieszin przemysłowych. Twórcy: Andrzej Weroński, Andrzej Trzciński.
 - Patent PL 211 447: Stanowisko do badania zużycia ściernego w warunkach złożonego stanu naprężeń w badanym materiale. Twórcy: Andrzej Weroński, Andrzej Trzciński, Tadeusz Hejwowski.
 - Patent PL 219 650: Stanowisko do modelowania procesu tarcia w łożyskowaniu igiełkowym. Twórcy: Jan Nachimowicz, Robert Korbut.
 - Patent PL 222 239: Stanowisko do badania nośności łożysk ślizgowych, wzdłużnych, smarowanych cieczą magnetyczną. Twórcy: Wojciech Horak, Józef Salwiński, Włodzimierz Ochojski, Marcin Szczęch.
 - Patent PL 223 986: Stanowisko do badania oporu toczenia krążków. Twórcy: Dariusz Woźniak, Lech Gładysiewicz, Monika Hardygóra, Damian Kaszuba, Waldemar Kisielewski, Ligota Wołczyńska.
 - Pawlus P. 2006. Topografia powierzchni: pomiar, analiza, oddziaływanie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
 - Peters J. 2001. Contribution of CIRP to the development of metrology and surface quality evaluation during the last fifty years. [W:] Annals of the CIRP, 50/2, pp. 471 ÷ 488.
 - Piekoszewski W., Szczerek M., Wiśniewski M. 2000. Charakterystyki trybologiczne chropowatości powierzchni elementów maszyn. [W:] Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, z. 3, s. 43 ÷ 69.

- Pietruszewicz W. 1985. Parametry powierzchni i ich przydatność do określenia cech użytkowych przedmiotu. Materiały Konferencji N-T „Wpływ technologii na stan warstwy wierzchniej”. Poznań – Gorzów Wlkp.
- Polakowski K. 2011. Tomograficzne obrazowanie lokalnych wartości parametrów przepływów produktów spalania w technice samochodowej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- PN – EN ISO 1302: 2004. Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Oznaczanie struktury geometrycznej powierzchni w dokumentacji technicznej wyrobu.
- PN – EN ISO 4287: 1999. Struktura geometryczna powierzchni: metoda profilowa. Terminy, definicje i parametry struktury geometrycznej powierzchni.
- PN – 87/M – 04250: Warstwa wierzchnia. Terminologia.
- Polański Z.: Metody optymalizacji w technologii maszyn. PWN, Warszawa 1977.
- Polański Z. 1984. Planowanie doświadczeń w technice. PWN, Warszawa.
- Pondicherry K.S., Wolf F., Grenn G., 2015. Tribologie in Industrie und Forschung. Werkstoffe, Schmierstoffe und Technologie. Wiener Nuestadt, Austria.
- Płaza S., Margielewski L., Celichowski G. 2005. Wstęp do tribologii i tribochemia. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Rehbein W., Rigo J., Lange I. 2012. Prüfung des Stick-Slip-Verhaltens von Gleitbahnölen mittels Schwing-Reibverschleiss Tribometer (SRV). [W:] 53. Tribologie-Fachtagung.Vortrag 31, Band I. Göttingen. Niemcy.
- Rigney D. A., Gleaser W. A. 1978. The significance of near surface microstructure in the wear process. [W:] Wear, Vol. 46, pp. 241 ÷ 250.
- Sadowski J. 2006. Nowa interpretacja i ocena zużycia tribologicznego. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom.
- Sadowski J. 1997. Termodynamiczne aspekty procesów tribologicznych. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom.
- Sadowski J. 2003. The thermodynamic theory of friction and wear. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom.
- Stachowiak G. W., Batchelor A. W. 2001. Engineering tribology. Butterworth-Heinemann.
- Starczewski L. 2002. Wodorowe zużywanie ciernych elementów maszyn. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom.
- Stout K. J., Davis E. J., Sullivan P. J. 1990. Atlas of machined surfaces. Chapman and Hall, London.
- Stout K. J., Dong W. P., Mainsah E. 1993. A proposal for standartisation of assessment of three-dimensional micro-topography – Part I. Surface digitisation and parametric characterisation. University of Birmingham.
- Stout K. J., Sullivan P. J., Dong W. P., Mainsah E., Luo N., Mathia T., Zahouani H. 1993. The development of methods for the characterisation of roughness in three-dimensions. Commission of the European Communities.
- Styp-Rekowski M. 1990. Geometrical constructional features of special rolling bearings against their exploitational properties. Proceedings of IVth Symposium INTERTRIBO '90, Vol. C, pp. 93 ÷ 96.

- Styp-Rekowski M. 2001. Znaczenie cech konstrukcyjnych dla trwałości skośnych łożysk kulkowych. Wydawnictwo Naukowe ATR, seria Rozprawy, nr 103, Bydgoszcz.
- Styp-Rekowski M., Mikołajczyk J. 2009. Smarowanie w eksploatacji maszyn. Seminarium pt. Twórczość Inżynierska dla Współczesnej Europy, s. 53 ÷ 58. Bydgoszcz-Białe Błota.
- Styp-Rekowski M., Świerk K., Mikołajczyk J. 2010. Modyfikowanie cech środka smarującego za pomocą dodatków i komputerowe wspomaganie ich doboru. [W:] CAX'2009, Komputerowe Wspomaganie Nauki i Techniki, VI Warsztaty Naukowe, s. 15 ÷ 19, Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz.
- Styp-Rekowski M., Mikołajczyk J. 2012. Wpływ dodatku na własności smarowe oleju bazowego SN-150. [W:] Tribologia nr 4, s. 227 ÷ 232.
- Styp-Rekowski M., Mikołajczyk J. 2012. Zmiana temperatury na drodze tarcia dla kompozycji olej bazowy SN-150-preparat eksploatacyjny Mind M. III Krajowa Konferencja Nano- i Mikromechaniki Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, s. 145 ÷ 146. Warszawa.
- Szczerek M. 1997. Metodologiczne problemy systematyzacji eksperymentalnych badań tribologicznych. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom.
- Szczerek M., Wiśniewski M. (redakcja) 2000. Tribologia i tribotechnika. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom.
- Szulc L. 1965. Struktura i własności fizyko-mechaniczne obrobionych powierzchni metali. Zeszyt specjalny Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
- Szumniak J. 2001. Warstwa wierzchnia elementów trących. Budowa, własności i ich identyfikacja, wpływ na tarcie. Poradnik tribologii i tribotechniki (4-5), s. 11 ÷ 18.
- Terry A.J., Broun C.A. 1997. A comparison of topographic characterisation parameters in grinding. [W:] Annals of the CIRP, 46/1, pp. 497 ÷ 500.
- Tripp J. H., Ioannides E. 1990. Effects of surface roughness on rolling bearing life. Proceedings of the Japan International Conference. Japanese Society of Tribologists Nagoya, Vol. 2, pp. 797 ÷ 804.
- Tsukada T., Kanad T. 1986. Evaluation of two- and three-dimensional surface roughness. [W:] Wear, Vol. 109, pp. 1 ÷ 4.
- Vorburger T.V. at all. 1997. Characterisation of surface topography. [W:] Annals of the CIRP, 46/2, pp. 597 ÷ 615.
- Walicka A. 2002. Reodynamika przepływu płynów nienewtonowskich w kanałach prostych i zakrzywionych. Wydawnictwo Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra.
- Walicki E., Walicka A. 1998. Reologia wybranych płynów smarujących. Materiały Zebrania SPE KBM PAN, s. 137 ÷ 144, Zielona Góra.
- Whitehouse D.J. 1978. Surfaces – a link between manufacture and function. Proc. Inst. Mech. Engrs., 192, pp. 179 ÷ 188.
- Wieczorowski M., Cellary A., Chajda J. 1996. Charakterystyka chropowatości powierzchni. Politechnika Poznańska, Poznań.

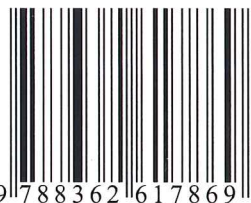
- Wieczorowski M., Cellary A., Chajda J. 2003. Przewodnik po pomiarach nierówności powierzchni czyli o chropowatości i nie tylko. Politechnika Poznańska, Poznań.
- Williams J. 2005. Engineering tribology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Willis E. 1986. Surface finish in relation to cylinder liners. [W:] Wear, Vol. 109, pp. 351 ÷ 366.
- Wiśniewski M. 2001. Parametry chropowatości powierzchni. Poradnik tribologii i tribotechniki (2), s. 5 ÷ 6.
- Wolf H. 1969. Analyse des Istprofils hinsichtlich der Verteilung der Riefen und Rillenamplituden zum Erkennen der einzelnen Bestandteile des Istprofils am Profilschnitt. VDI-Bericht Nr 133, s. 325 ÷ 331. Düsseldorf. Niemcy.
- Zeliaś A. 2000. Metody statystyczne. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne. Warszawa.
- Żółtowski B. 1996. Podstawy diagnostyki maszyn. Wydawnictwo Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz.
- Żółtowski B., Cempel Cz. (redakcja) 2004. Inżynieria diagnostyki maszyn. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom.
- Żurowski W., Sadowski J. 2001. Badania maksymalnej odporności układów ciał metalicznych na zużywanie. Cz. II. Badania eksperymentalne maksymalnej odporności na zużywanie tribologiczne i wybranych cech warstwy wierzchniej. [W:] Inżynieria Powierzchni nr 1, s. 41 ÷ 55.



**Sto dziewięćdziesiąta pierwsza publikacja
Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej
im. Stanisława Staszica w Pile**

Piła 2018

ISBN 978-83-62617-86-9



9 788362 617869