

MONOGRAFIE, STUDIA, ROZPRAWY

M123

PIOTR ŁAGOWSKI, ZDZISŁAW CHOMIK

**MATERIAŁY EKSPLOATACYJNE
W ROLNICTWIE**



Politechnika Świętokrzyska

Kielce 2019

MONOGRAFIE, STUDIA, ROZPRAWY

M123

PIOTR ŁAGOWSKI, ZDZISŁAW CHOMIK

**MATERIAŁY EKSPLOATACYJNE
W ROLNICTWIE**

Kielce 2019

MONOGRAFIE, STUDIA, ROZPRAWY NR M123

Redaktor Naukowy serii

INŻYNIERIA MECHANICZNA

prof. dr hab. inż. Tomasz Lech STAŃCZYK

Recenzenci

dr hab. inż. Piotr ORLIŃSKI, prof. PW

dr hab. inż. Grzegorz WCISŁO, prof. MCOŻE

Redakcja

Aneta STARZYK

Projekt okładki

Tadeusz UBERMAN

© Copyright by Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2019

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana czy rozpowszechniana w jakiegokolwiek formie, w jakiegokolwiek sposób: elektroniczny bądź mechaniczny, włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów, bez pisemnej zgody wydawcy.

PL ISSN 1897-2691

PL ISBN 978-83-65719-73-7

Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej

25-314 Kielce, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7

tel./fax 41 34 24 581

e-mail: wydawca@tu.kielce.pl

www.wydawnictwo.tu.kielce.pl

SPIS TREŚCI

Wykaz skrótów i definicji	7
Wstęp	11
1. Paliwa kopalne stosowane w rolnictwie	13
1.1. Rodzaje paliw stosowanych w rolnictwie	13
1.2. Asortyment i charakterystyka olejów napędowych	16
1.3. Liczba cetanowa a właściwości użytkowe paliwa	17
2. Alternatywne paliwa silnikowe	18
2.1. Charakterystyka biopaliw	20
2.2. Produkcja biopaliw	22
2.3. Problemy zastosowania biopaliw	24
3. Tworzenie i spalanie mieszanki palnej w silnikach o zapłonie samoczynnym	31
4. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych układów wtryskowych silników o zapłonie samoczynnym	43
5. Uszkodzenia eksploatacyjne podzespołów układów wtryskowych silników o zapłonie samoczynnym – badania własne	46
5.1. Czynniki eksploatacyjne warunkujące niezawodność układów wtryskowych	52
5.2. Wpływ zanieczyszczeń paliwa na uszkodzenia układu wtryskowego	53
5.3. Wpływ obecności powietrza w systemie paliwowym na uszkodzenia elementów układu	58
5.4. Obsługa układów zasilania	62
6. Materiały eksploatacyjne w serwisowaniu pojazdów rolniczych	65
6.1. Płyny eksploatacyjne	65
6.2. Filtry stosowane w pojazdach silnikowych	71
6.2.1. Obsługa filtrów DPF	82
6.3. Charakterystyka płynów specjalnych – płyny AdBlue	84
6.4. Charakterystyka płynów hamulcowych	87
6.4.1. Klasyfikacja i dobór płynów hamulcowych	88
6.5. Charakterystyka smarów plastycznych	90
6.5.1. Parametry techniczne smaru plastycznego	91
6.5.2. Dobór smarów plastycznych do maszyn rolniczych	95

7. Charakterystyka olejów silnikowych	98
7.1. Rodzaje olejów stosowanych w rolnictwie	98
7.2. Zadania i wymagania stawiane olejom silnikowym	99
7.3. Podstawowe własności oleju silnikowego	100
7.4. Klasyfikacja i dobór olejów	101
7.5. Sprawdzanie przydatności eksploatacyjnej olejów	105
7.6. Zmiany lepkości olejów smarowych zachodzące w trakcie eksploatacji ciągników rolniczych	107
7.7. Prezentacja i analiza wyników badań lepkości olejów	108
7.8. Wpływ zanieczyszczeń oleju na trwałość silnika	111
7.9. Oleje silnikowe – wskazówki eksploatacyjne	115
8. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych układów smarowania – obiegi olejów w silnikach ciągników rolniczych	117
8.1. Filtracja olejów silnikowych	121
8.2. Niesprawności układu smarowania	122
8.3. Awaryjność układów smarowania – badania	124
8.4. Obsługa układów smarowania silników	128
8.5. Systemy przewietrzania skrzyni korbowej silnika	133
9. Charakterystyka olejów przekładniowych i hydraulicznych	138
9.1. Oleje przekładniowe	138
9.2. Właściwości smarne olejów przekładniowych	138
9.3. Klasyfikacja i dobór olejów przekładniowych	140
9.4. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych układu przeniesienia napędu w pojazdach rolniczych	143
9.5. Oleje hydrauliczne	148
9.6. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych układów hydraulicznych w pojazdach rolniczych	150
10. Układy chłodzenia silników pojazdów rolniczych	154
10.1. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych układów chłodzenia silników pojazdów rolniczych	154
10.2. Niesprawności układu chłodzenia	158
10.3. Obsługa układu chłodzenia	164
10.4. Charakterystyka i asortyment płynów chłodniczych	168

11. Ekologiczne aspekty serwisowania maszyn rolniczych	172
11.1. Regeneracja olejów	173
11.1.1. Mobilne instalacje do regeneracji przepracowanych olejów – filtracja oleju systemem Kleenoil	173
11.1.2. Przemysłowe instalacje do regeneracji olejów przepracowanych	176
11.2. Organizacja stanowisk do wymiany i magazynowania oleju	177
11.3. Systemy dystrybucji płynów eksploatacyjnych	180
Załącznik	184
Literatura	187
Streszczenie	195
Summary	197

LITERATURA

- [1] Ambrozik A., Jakóbiec J., *Parametry energetyczne i aspekt ekologiczny zasilania silnika ZS paliwem mineralnym pochodzenia roślinnego*, „Inżynieria Rolnicza” 2009, 5(114), s. 25–31.
- [2] Ambrozik A., Jakóbiec J., Wysopal G., *Podstawowe kierunki zmian olejów silnikowych*, „Autobusy” 2011, 12, s. 51–56.
- [3] Ambrozik T., Łagowski P., *Wpływ właściwości wybranych paliw na parametry wtrysku i wydzielanie ciepła w silniku o zapłonie samoczynnym*, IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Nauka i Przemysł”, Kraków 2009, s. 1–10.
- [4] Ambrozik A., Ambrozik T., Kurczyński D., Łagowski P., *Comparative assessment of diesel engine fuelled by diesel oil, biodiesel and their blend*, 7th European Conference of young research and science workers TRANSCOM 2007, Žilina 2007, s. 11–16.
- [5] Baczewski K., Kałdoński T., *Paliwa do silników z zapłonem samoczynnym*, WKiŁ, 2008.
- [6] Balawander K., Kuszewski H., Lejda K., Ustrzycki A., *Wpływ wielofazowości wtrysku na wybrane parametry systemu zasilania common rail*, „Silniki Spalinowe” 2008, 4 (135), s. 22–28.
- [7] Batko B., Dobek T., *Ocena właściwości smarnych wybranych paliw pochodzenia roślinnego i naftowego*, „Inżynieria Rolnicza” 2008, 4(102), s. 69–74.
- [8] Bocheński C.I., *Biodiesel. Paliwo rolnicze*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2003.
- [9] Bocheński C.I., *Paliwa i oleje smarujące w rolnictwie*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2005.
- [10] Bocheński C., Bocheńska A., *Olej rzepakowy paliwem do silników diesla*, „Czasopismo Techniczne. Mechanika” 2008, z. 8, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.
- [11] Bocheński C., Klimkiewicz M., *Właściwości oleju napędowego a toksyczność spalin w silnikach z zapłonem samoczynnym*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 486, 2002, s. 549–554.
- [12] Buchwald T., Staszak Ż., *Analiza realizacji przeglądów technicznych ciągników rolniczych*, „Inżynieria Rolnicza” 2013, z. 3, t. 2, s. 47–55.

- [13] Buchwald T., Staszak Ż., *Analiza porównawcza wybranych procesów utrzymania maszyn i ciągników rolniczych*, „Inżynieria Rolnicza” 2013, z. 3, t. 1, s. 9–16.
- [14] Brzeziński D., *Wydobycie ropy naftowej w Polsce w 2016 roku*, Państwowy Instytut Geologiczny, 2017.
- [15] Chmiel D., *Diagnostyka układu zasilania common rail w silnikach ZS*, cz. 2, „Auto Moto Serwis” 2009, 6.
- [16] Chmielowski Z., *Stany niezawodnościowe oleju silnikowego w eksploatacji*, „Autobusy – Testy” 2017, 12, s. 761–764.
- [17] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy (Dz.Urz. UE L 312/3 z 22 listopada 2008 r.).
- [18] Durst M., Klein G.-M., Moser N., *Filtracja w pojazdach silnikowych*, „Verlag Moderne Industrie” 2005.
- [19] Dzieniszewski G., *Analiza możliwości zasilania silnika diesla surowym olejem rzepakowym*, „Inżynieria Rolnicza” 2006, 12, s. 117–125.
- [20] Flynn P.F., Durrett R.P., Hunter G.L., Loye A.O., Akinyemi O.C., Dec J.E., Westbrook Ch.K., *Diesel combustion: an Integrated View Combining Laser diagnostics, Chemical kinetics, and Empirical Validation*, Lawrence Livermore National Laboratory, 1999.
- [21] Gomółka L., Augustynowicz A., Maciąg A., *Analysis of the rank spreading the decline of oil in internal-combustion engines*, „Silniki Spalinowe” 2011, 50(3), Towarzystwo Naukowe Silników Spalinowych.
- [22] Gołębiowski T., *Metody oceny właściwości użytkowych smarów plastycznych w niskich temperaturach*, „Autobusy – Testy” 2017, 12, s. 885–890.
- [23] Gradziuk P., Grzybek A., Kowalczyk K., Kościk B., *Biopaliwa*, Wydawnictwo Wieś Jutra, Warszawa 2002.
- [24] Idzior M., *Problemy doboru wtryskiwaczy silników o zapłonie samoczynnym zasilanych paliwami alternatywnymi*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji, Poznań–Radom 2012.
- [25] Idzior M., Wichtowska K., *Badanie wpływu przebiegu pojazdów na zmiany właściwości olejów silnikowych*, „Autobusy – Testy” 2016, 6, s. 900–904.
- [26] Igliński B., Buczkowski R., Cichosz M., *Technologie bioenergetyczne*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2009.

- [27] Jankowski A., Sęczyk J., Zbierski K., (2000) *Badania strugi paliwa rozpylanej przez układ wtryskowy Common Rail*, "Journal of KONES. Internal Combustion Engines", Vol. 7, No. 1–2, s. 228–236.
- [28] Jakóbiec J., *Olej silnikowy jako element konstrukcyjny silnika*, „Nowoczesny Warsztat” 2005, 6, s. 32–39.
- [29] Jakóbiec J., *Rozwój konstrukcji silników spalinowych wyznacznikiem postępu technologii olejów smarowych*, „Nowoczesny Warsztat” 2010, 7, s. 38–40.
- [30] Jakóbiec J., *Zmiana właściwości użytkowych olejów silnikowych w warunkach eksploatacji*, „Paliwa, Oleje i Smary w Eksploatacji” 2001, 83, s. 25–28.
- [31] Jakóbiec J., Urzędowska W., Mazanek A., Lubowicz J., *Badania eksploatacyjne biopaliwa zawierającego 10%(V/V) FAME w nowoczesnych silnikach o zapłonie samoczynnym z bezpośrednim wtryskiem paliwa w układzie Common Rail, uwzględniając aspekt współdziałania z olejem smarowym*, dokumentacja INiG, 0684/TE3/2008.
- [32] Jakóbiec J., Wądrzyk M., *Wpływ oleju smarującego i biopaliwa na stan techniczny silnika o zapłonie samoczynnym*, Konferencja Naukowo-Techniczna „Logitrans” 2010, Politechnika Radomska, Szczyrk 2010, s. 1651–1666.
- [33] Jakóbiec J., Mazanek A., *Ocena eksploatacyjna oleju smarującego SL/CF SAE 5W/30 w silniku zasilanym ON i biopaliwem B10*, IV Konferencja Naukowa Ekoenergia 2009 „Postęp naukowo-techniczny w pozyskaniu, przetwarzaniu i wykorzystaniu biopaliw”, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Lublin 2009, s. 48–57.
- [34] Jakóbiec J., Wysopal G., *Ocena eksploatacyjna nowych generacji płynów chłodzących do chłodziw samochodowych*, „Nafta – Gaz” 1999, 12, s. 777–784.
- [35] Jakóbiec J., Ambrozik A., *Procesy starzenia estrów metylowych kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego*, „Inżynieria Rolnicza” 2009, 5(114), s. 85–91.
- [36] Jakóbiec J., *Długos w sprawie doboru oleju silnikowego*, „Taksówkarz Polski” 2003, 5, s. 11, 12.
- [37] Jakóbiec J., *Dobór oleju silnikowego układu wewnętrznego chłodzenia tłoka silnika spalinowego*, „Technika Transportu Szynowego” 1997, 7/8, s. 18–22.
- [38] Joško M., Kołodziejczyk D., *Wybrane problemy eksploatacyjne pojazdów i maszyn rolniczych w zakresie ich serwisowania*, „Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej” 2008, Vol. 58, 2, s. 5–7.
- [39] Juściński S., Chomik Z., *Problemy obsługi ciągników rolniczych na przykładzie województwa podkarpackiego*, „Problemy Inżynierii Rolniczej” 2016, 3 (93), s. 87–100.

- [40] Krasowska E., Krasowska H., *Paliwa i środki smarne w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, Lublin 1999.
- [41] Klimkiewicz M., *Zależność między smarnością olejów napędowych a współczynnikiem tarcia i właściwościami warstwy smarnej*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 486, 2002, s. 577–583.
- [42] Klimkiewicz M., Mruk R., Osiak J., Roszkowski H., Słoma J., Wojdalski J., *Efektywność pracy silnika zasilanego olejem rzepakowym*, „Inżynieria Rolnicza” 2013, 2 (143), s. 123–132.
- [43] Kneba Z., Makowski S., *Zasilanie i sterowanie silników*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2004.
- [44] Koniuszy A., *Wpływ stosowania biopaliwa RME w silnikach wysokoprężnych pojazdów rolniczych na wybrane właściwości użytkowe oleju silnikowego*, „Inżynieria Rolnicza” 2001, 21, s. 135–140.
- [45] Kruczyński S.W., Ślęzak M., Gis W., Orliński P., *Evaluation of the impact of combustion hydrogen addition on operating properties of self-ignition engine*, „Eksplotacja i Niezawodność” 2016, 18(3), s. 342–347.
- [46] Kruczyński S.W., Orliński P., Orliński S., *Wpływ właściwości paliw naturalnych i roślinnych na proces rozpylania paliwa w silniku o zapłonie samoczynnym*, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów, 2(69), 2008, s. 49–59.
- [47] Kurczyński D., Łagowski P., Wcisło G., Pracuch B., Leśniak A., *External speed characteristic for the Perkins 1104D-44TA engine fuelled by sunflower oil methyl esters*, “Econtechmod. An International Quarterly Journal” 2017, Vol. 06, No. 4, s. 111–120.
- [48] Kruczyński S.W., Orliński P., Orliński S., *Wpływ właściwości paliw naturalnych i roślinnych na proces rozpylania paliwa w silniku o zapłonie samoczynnym*, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów, 2(69), 2008, s. 49–59.
- [49] Lejda K., *Systemy wtryskowe szybkoobrotowych silników wysokoprężnych i tendencje ich dalszego rozwoju*, „Silniki Spalinowe” 2005, 4 (123), s. 19–30.
- [50] Lewandowski W.M., Ryms M., *Biopaliwa: proekologiczne odnawialne źródła energii*, WNT, Warszawa 2013
- [51] Lewandowski W.M., *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, WNT, Warszawa 2007.
- [52] Łagowski P., *Metodyka wyznaczania i ocena wielkości diagnostycznych wykresu indykatorowego silnika spalinowego o zapłonie samoczynnym*, praca doktorska, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2010.

- [53] Materiały informacyjne firmy Bosch.
- [54] Materiały informacyjne firmy Berner Polska Sp. z o.o.
- [55] Materiały informacyjne firmy Case IH.
- [56] Materiały informacyjne firmy Caterpillar.
- [57] Materiały informacyjne firmy Claas.
- [58] Materiały informacyjne firmy Deutz-Fahr.
- [59] Materiały informacyjne firmy Fendt.
- [60] Materiały informacyjne firmy Gaabi.
- [61] Materiały informacyjne firmy Gates Techzone.
- [62] Materiały informacyjne firmy Grupa Azoty S.A.
- [63] Materiały informacyjne firmy Gładysek.
- [64] Materiały informacyjne firmy John Deere.
- [65] Materiały informacyjne firmy Korbanek.
- [66] Materiały informacyjne firmy Kubota.
- [67] Materiały informacyjne firmy Labo plus Sp. z o.o.
- [68] Materiały informacyjne firmy Mizar.
- [69] Materiały informacyjne firmy Massey Ferguson.
- [70] Materiały informacyjne firmy Moto Focus.
- [71] Materiały informacyjne firmy MS Motorservice International GmbH.
- [72] Materiały informacyjne firmy New Holland.
- [73] Materiały informacyjne firmy Organika.
- [74] Materiały informacyjne firmy Orlen Lotos.
- [75] Materiały informacyjne. Oleje silnikowe – poradnik dla mechaników, XII edycja, Czasopismo „Nowoczesny Warsztat” 2015.
- [76] Materiały informacyjne firmy Preston Group Sp. z o.o.
- [77] Materiały informacyjne firmy Profi-Tool Korczyna.
- [78] Materiały informacyjne firmy Tip-Topol.
- [79] Materiały informacyjne firmy Total-Polska.
- [80] Materiały informacyjne firmy Ursus.
- [81] Materiały informacyjne firmy Valtra.
- [82] Materiały informacyjne firmy Warowny Auto Service Warowny Sp. J.
- [83] Materiały informacyjne firmy WSOP Sp. z o.o. Gliwice.
- [84] Materiały informacyjne firmy Zetor.

- [85] Merkisz J., *Ekologiczne aspekty stosowania silników spalinowych*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1994.
- [86] Merkisz J., Pielecha I., *Alternatywne paliwa i układy napędowe pojazdów*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004.
- [87] Merkisz J., *Tendencje rozwojowe tłokowych silników spalinowych*, „Silniki Spalinowe” 2004, 1, s. 28–39.
- [88] Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 10 maja 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie wymagań jakościowych dla paliw ciekłych (Dz.U. 2013 poz. 1058).
- [89] Olesiak S., *Ocena odporności na ścinanie samochodowych olejów przekładniowych*, „Nafta – Gaz” 2014, 5, s. 313–319.
- [90] Orliński P., Orliński S., Wojs M.K., *The effect of diesel fuel mixture and camelina oil ester on the process of fuel injection in traction engine*, “Journal of KONES” 2013, Vol. 20, No. 1, s. 255–262.
- [91] Osipowicz T., *Wpływ biopaliw na działanie układów Common Rail*, „Autobusy” 2014, 6, s. 210–213.
- [92] Pasyniuk P., *Wpływ zasilania silnika olejem roślinnym na parametry eksploatacji ciągników rolniczych*, Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, Poznań 2013.
- [93] Pasyniuk P., Golimowski W., *Wpływ oleju rzepakowego na parametry pracy silnika wysokoprężnego ciągnika rolniczego John Deere 6830*, “Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering” 2011, Vol. 56, nr 2, s. 118–121.
- [94] Piekarski W., Dzieniszewski G., *Wpływ zużycia tulei cylindrowej na parametry pracy silnika i temperaturę spalin*, „Inżynieria Rolnicza” 2006, 6 (81), s. 125–132.
- [95] Piekarski W., Wawrzosek J., *Analiza wpływu zawartości estru oleju rzepakowego w mieszance paliwowej na poziom emisji tlenków azotu*, „Inżynieria Rolnicza” 2006, 6, s. 145–152.
- [96] Pietras D., Świątek P., *Dobór kalibracji sterowania silnika 1.3 Multijet w aspekcie jego osiągnięć i składu spalin*, „Silniki Spalinowe” 2008, 2 (133), s. 36–43.
- [97] Pilarski K., *Charakterystyka oleju napędowego jako paliwa do zasilania ciągnikowych silników z zapłonem samoczynnym*, „Technika Rolnicza, Ogrodnictwo, Leśna” 2009, 2, s. 1–3.

- [98] Piwowar A., *Produkcja biokomponentów i biopaliw ciekłych w Polsce – tendencje rozwoju i regionalne zróżnicowanie*, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2012, t. 17, z. 2, s. 196–200.
- [99] Podniało A., *Paliwa oleje i smary w ekologicznej eksploatacji*, WNT, Warszawa 2009, s. 251.
- [100] Raport Polskiej Organizacji Przemysłu i Handlu Naftowego 2018.
- [101] Rogos E., *Badania olejów jako składników bazowych olejów przemysłowych*, „Przemysł Chemiczny” 2016, t. 95, nr 1, s. 103–106.
- [102] Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2009 r. w sprawie wymagań jakościowych dla biopaliw ciekłych (Dz.U. z 2009 r. Nr 18, poz. 98).
- [103] Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 22 kwietnia 2010 r. w sprawie metod badania jakości biopaliw ciekłych (Dz.U. z 2010 r. Nr 78, poz. 520).
- [104] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. z 2014 r. poz. 1923).
- [105] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 9 października 2015 r. w sprawie metod badania jakości paliw (Dz.U. z 2015 r. poz. 1679).
- [106] Rzeźnik C., Durczak K., Rybacki P., *Serwis techniczny maszyn rolniczych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2015, ISBN 978-83-7160-788.
- [107] Stawicki T., Sędlak P., Grieger A., *Zmiany lepkości olejów zachodzące w procesie użytkowania silników ciągników rolniczych*, „Autobusy – Testy” 2016, 6, s. 1122–1125.
- [108] Stępień Z., Urzędowska W., Oleksiak S., Czerwiński J., Andersen O., *Oddziaływanie olejów napędowych zawierających FAME na procesy degradacji smarowych olejów silnikowych i wielkości emisji cząstek stałych*, „Nafta – Gaz” 2010, 172, s. 153–169.
- [109] Stępień Z., *Przyczyny i skutki tworzenia wewnętrznych osadów we wtryskiwaczach silnikowych układów wysokociśnieniowego wtrysku paliwa*, „Nafta – Gaz” 2013, 3, s. 256–262.
- [110] Stoeck T., Osipowicz T., *Przyczyny tworzenia się osadów we wtryskiwaczach Common Rail*, „Autobusy” 2016, 8, s. 139–141.
- [111] Szajner P., *Światowa produkcja biopaliw kontekście bezpieczeństwa żywnościowego*, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, nr 70, Warszawa 2013.

- [112] Szpica D., Czaban J., *Problematyka badań pojazdów wyposażonych w silniki wysokoprężne z filtrami cząstek stałych w kontekście obowiązywania normy EURO 5*, „Archiwum Motoryzacji” 2009, 4, s. 261–271.
- [113] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 627).
- [114] Ustawa z dnia 2 lipca 2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej (Dz.U. Nr 173, poz. 1807).
- [115] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz.U. Nr 169, poz. 1199).
- [116] Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. z 2001 r., Nr 62, poz. 628).
- [117] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. poz. 2).
- [118] Ustawa z dnia 24 listopada 2017 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. poz. 2290).
- [119] Wachal A., *Starzenie i racjonalne czasy pracy olejów smarowych*, Materiały Konferencji Szkoleniowej Podkomitetu Tribologii NOT, Warszawa 1983.
- [120] Wcisło G., *Determining Energy Value of Biodiesel FAME*, Materiały z Konferencji PTNSS Kongres – 2005, Combustion Engines, s. 93.
- [121] Wcisło G., *Analiza wpływu odmian rzepaku na własności biopaliw RME oraz parametry pracy silnika o zapłonie samoczynnym*, Wydawnictwo FALL, Kraków 2013.
- [122] Węclaś M., *Możliwości badań laserowymi metodami połączonymi tworzenia i spalania mieszanki w silniku spalinowym*, „Silniki Spalinowe” 1988, 4.
- [123] Wojs M.K., Orliński P., Kamela W. i in., *Research on the influence of ozone dissolved in the fuel-water emulsion on the parameters of the CI engine*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, No. 148, 2016, s. 1–8, DOI:10.1088/1757-899X/148/1/012089.
- [124] Wyganowski J., *Światowe rezerwy ropy naftowej*, „Energia Gigawat” 2016, 9.
- [125] Zajac P., *Silniki pojazdów samochodowych*, cz. 1, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2014, ISBN 978-83-206-1735-1.
- [126] Zajac P., *Silniki pojazdów samochodowych*, cz. 2, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2014, ISBN 978-83-206-1783-2.
- [127] *Zasobnikowe układy wtryskowe Common Rail. Informator techniczny Bosch*, praca zbiorowa, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009, ISBN 978-83-206-1745-0.

STRESZCZENIE

MATERIAŁY EKSPLOATACYJNE W ROLNICTWIE

Monografia pt. *Materiały eksploatacyjne w rolnictwie* została opracowana na podstawie bogatego materiału źródłowego z przebiegów eksploatacyjnych pojazdów rolniczych.

Zasadnicza część publikacji składa się z 11 rozdziałów oraz załącznika. W początkowych rozdziałach przybliżono tematykę związaną z paliwami kopalnymi oraz alternatywnymi paliwami silnikowymi, a także z zagadnieniem tworzenia i spalania mieszanki w silniku z zapłonem samoczynnym. W rozdziale czwartym dokonano przeglądu rozwiązań konstrukcyjnych układów zasilania silników ZS. W rozdziale piątym omówiono przykłady zużycia elementów silnika pod wpływem różnych czynników, a całość została opatrzona wieloma zdjęciami. Rozdział szósty przedstawia charakterystykę materiałów eksploatacyjnych stosowanych w serwisowaniu maszyn rolniczych. W rozdziale siódmym omówione zostały oleje silnikowe, rodzaje i parametry stosowanych produktów, ich klasyfikacja, skład chemiczny, modyfikatory i dodatki poprawiające właściwości, a także parametry wpływające na jakość danego produktu. Ponadto podano porady i wskazówki właściwego użytkowania pojazdów rolniczych, przedstawiając przykłady oraz zdjęcia usterek spowodowanych stosowaniem produktów naftowych niewłaściwej jakości. Dokonano również prezentacji i analizy badań własnych lepkości oleju w aspektach zastosowanych produktów (marek) olejów w funkcji czasu przebiegu. Rozdział ósmy zawiera przegląd rozwiązań konstrukcyjnych układów smarowania, obiegów oleju, określono awaryjność układu smarowania na podstawie badań własnych. W rozdziale dziewiątym scharakteryzowano oleje przekładniowe i hydrauliczne w aspekcie zastosowań. W rozdziale dziesiątym omówiono rozwiązania konstrukcyjne układów chłodzenia, niesprawności oraz scharakteryzowano asortyment płynów chłodniczych. W jedenastym rozdziale omówiono zagadnienia ekologii na etapie użytkowania i po zakończeniu okresu eksploatacji pojazdów rolniczych. W załączniku zaprezentowano tabele, w których przedstawiono charakterystykę zalecanych płynów eksploatacyjnych i smarów używanych w ciągnikach.

Monografia przeznaczona jest dla użytkowników pojazdów pozadrogowych, personelu technicznego i studentów o kierunkach transport oraz budowa i eksploatacja maszyn.

SUMMARY

ENGINE CONSUMABLES AND FUEL PRODUCTS IN AGRICULTURE

The monograph, entitled *Engine consumables and fuel products in agriculture*, was developed based on extensive source data from service life of agricultural vehicles. Basically, the body of the study comprised eleven chapters and an annex. The initial chapters dealt with issues related to fossil fuels and alternative engine fuels. Additionally, formation and combustion of engine fuel mix in compression ignition engines was discussed. Chapter 4 provided a review of the design solutions for the fuelling systems of CI engines. In Chapter 5, examples of the wear of engine components caused by various factors were discussed and richly illustrated with graphic material. Characteristics of different consumables used in the servicing of agricultural machines were reported in Chapter 6. Chapter 7 focused on engine oils, and on types and parameters of the products used in servicing. Also, engine oil classification, chemical composition, modifiers, as well as properties-improving additives were discussed. Parameters that affect the quality of products were identified. Additionally, guidelines and recommendations for the proper use of agricultural machines were produced. They were put forward based on survey of examples, accompanied by photographs, of faults resulting from the use of petroleum products of inadequate quality. The analysis of the results of research into engine oil viscosity was given for a range of oil brands. Oil viscosity was examined as a function of time of a given product in service. Chapter 8 provided a survey of the design solutions for the lubrication system and engine oil circulation. Based on the author's investigations, the lubrication system fault rate was given. The characteristics of gear and hydraulic oils with respect to their use were reported in Chapter 9. Chapter 10 was devoted to a discussion of cooling systems. The design solutions were presented and the system failures were examined. The product range of radiator fluids was characterised. Environmental protection was the subject matter of Chapter 11. Environmental issues concerned the in-use and post-use stages of the agricultural vehicle operation. The appendix comprised tables listing the characteristics of recommended service fluids and lubricants used in tractors.

This monograph is intended for users of off-highway vehicles, technical staff, students in the field of transport, and also machine design and operation.