

УДК 629+504
UDC 629+504

WPŁYW KĄTA WYPRZEDZENIA I CZASU TRWANIA DAWKI PILOTUJĄCEJ NA EMISJĘ HAŁASU SILNIKA DI

BALAWENDER Krzysztof, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
JAKUBOWSKI Mirosław, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
RUDNIK Bartosz Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ВПЛИВ КУТА ВИПЕРЕДЖЕННЯ І ТРИВАЛОСТІ ВПОРСКУВАННЯ НА ШУМОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ ДВИГУНА З СИСТЕМОЮ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ВПОРСКУВАННЯ

БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЯКУБОВСКИ Мирослав, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
РУДНИК Бартош, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

EFFECT OF PILOT INJECTION ADVANCE AND DURATION ON NOISE EMISSION OF DI ENGINE

BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
JAKUBOWSKI Mirosław, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
RUDNIK Bartosz, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

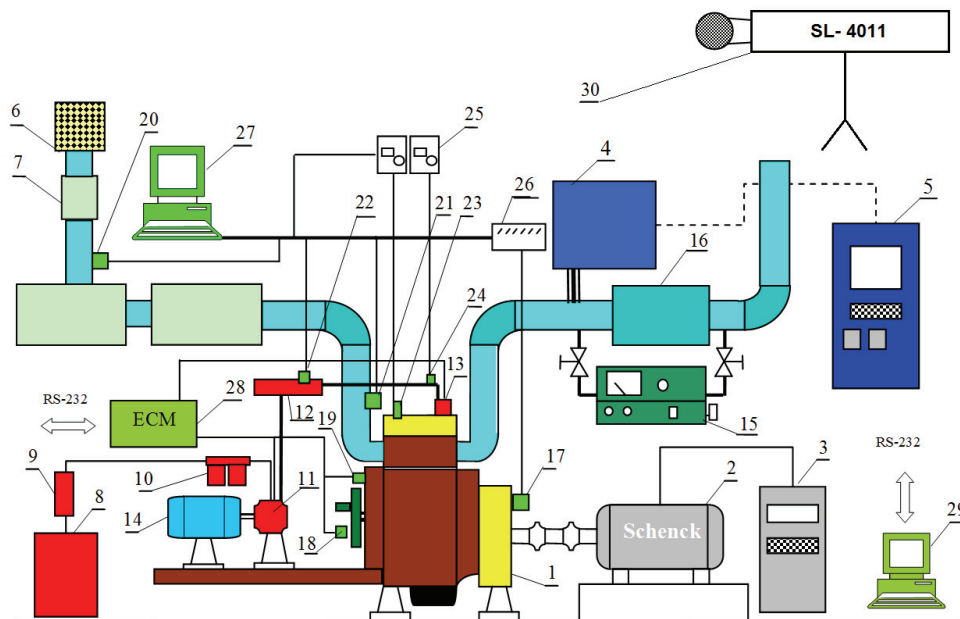
Wstęp. Głównym źródłem hałasu w pojazdach samochodowych przez wiele lat był silnik choć również duży udział w hałasie zewnętrznym miały układy dolotu i wylotu. Z czasem w hałasie udział miały również inne elementy samochodu [2].

Hałas pracującego samochodu posiada wiele cech charakterystycznych, a ze względu na źródła ich pochodzenia możemy je podzielić na następujące grupy:

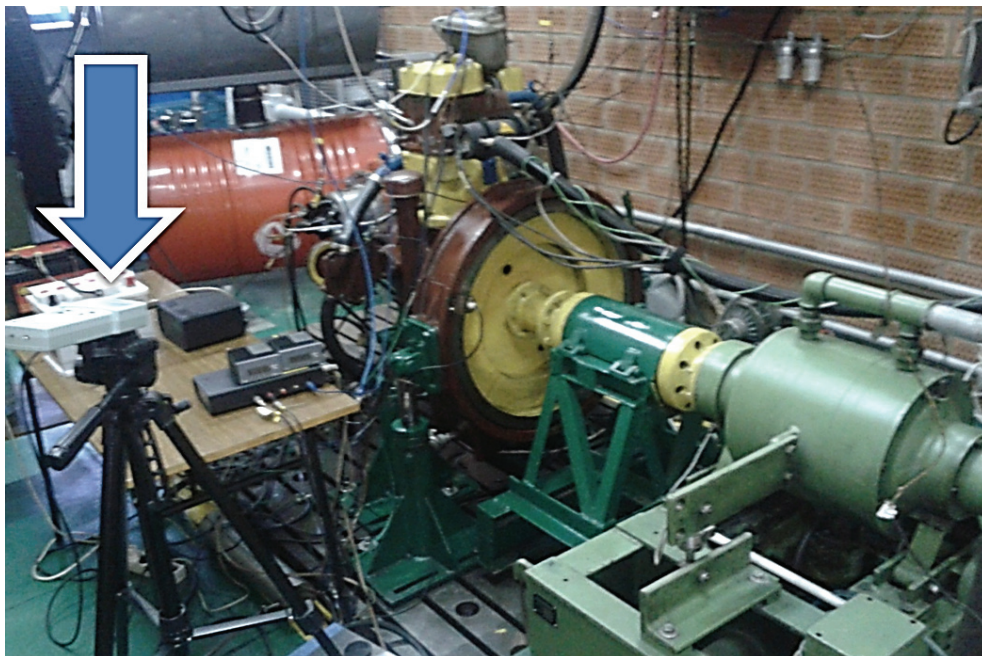
- spalanie w silniku jako proces, który wytwarza największe drgania,
- praca rozrządu silnika wraz z układami napędów,
- współpraca kół jezdnych z nawierzchnią wywołująca drgania,
- hałas aerodynamiczny,
- hałas i drgania wywodzące się z napędów dodatkowych.

Hałas emitowany z samochodu ze względu na źródło powstania możemy podzielić na hałas mechaniczny, który jest efektem drgań maszyn i hałas aerodynamiczny (hydrodynamiczny), który jest związany z przepływem płynów czyli wszystkich gazów i cieczy.

Stanowisko pomiarowe. Badania zostały przeprowadzone w Laboratorium Silników Spalinowych Katedry Silników Spalinowych i Transportu na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej na stanowisku hamownianym nr 4 wyposażonym w silnik ZS S.B.3.1 z wtryskiem Common Rail, hamulec hydrauliczny SHENCK D630, aparaturę sterującą oraz pomiarową (miernik hałasu model Lutron SL- 4011). Oprócz pomiaru emisji hałasu zostały zmierzone takie parametry jak: temperatura spalin, temperatura otoczenia, temperatura cieczy chłodzącej, zużycie paliwa, emisja NO_x i zadymienie. Schemat stanowiska przedstawiono na rys. 1, a jego widok na rys. 2.



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – silnik badawczy SB3.1/CR5, 2 – hamulec hydrauliczny, 3 – pulpit sterowniczy hamulca hydraulicznego, 4 – układ poboru próbki spalin systemu pomiaru emisji PM, 5 – pulpit sterowniczy systemu pomiaru emisji PM, 6 – filtr powietrza, 7 – przepływomierz powietrza ze zbiornikami kompensacyjnymi, 8 – system pomiaru zużycia paliwa, 9 – pompa zasilająca, 10 – zespół filtrów, 11 – pompa wysokiego ciśnienia CR, 12 – zasobnik ciśnienia CR, 13 – wtryskiwacz CR, 14 – silnik elektryczny napędzający pompę wysokiego ciśnienia, 15 – układ pomiaru zadymienia spalin, 16 – tłumik wydechu, 17 – czujnik indukcyjny pomiaru GMP, 18 – czujnik indukcyjny pomiaru położenia wału rozrządu, 19 – czujnik indukcyjny pomiaru prędkości obrotowej silnika, 20, 21 – czujniki ciśnienia bezwzględnego 22 – czujnik ciśnienia w zasobniku CR, 23 – czujnik piezokrystaliczny ciśnienia w cylindrze, 24 – czujnik ciśnienia w przewodzie paliwowym łączącym zasobnik ciśnienia z wtryskiwaczem, 25 – wzmacniacze ładunku elektrycznego, 26 – kondycjoner sygnału, 27 – komputer rejestrujący szybkozmiennne sygnały elektryczne, 28 – elektroniczny sterownik układu CR, 29 – komputer sterujący parametrami układu CR, 30 – miernik hałasu Lutron SL- 4011



Rys. 2. Widok stanowiska pomiarowego (strzałka wskazuje umiejscowienie miernika hałasu w trakcie testów)

Przebieg badań i ich wyniki. Badania obejmowały przygotowanie silnika, uruchomienie aparatury sterująco- pomiarowej, rozruch silnika, przeprowadzenie pomiaru hałasu oraz innych parametrów pracy silnika podczas pracy bez wtrysku dawki pilotującej, pomiar hałasu oraz innych parametrów pracy silnika przy określonych parametrach kąta wyprzedzenia oraz czasu trwania wtrysku dawki pilotującej. Wyniki pomiarów zostały przedstawione w tabelach 1-3 oraz na rys. 2-5.

Tabela 1. Pomiar emisji hałasu z silnika bez wtrysku dawki pilotującej

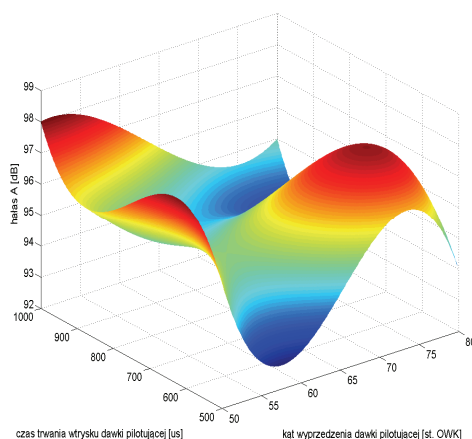
n= 1600 obr/min M= 85 Nm p= 743 mmHg Tł0 A=64 dB C=76 dB										
kąt wyprzedzenia dawki głównej	czas wtrysku dawki głównej	temp. spalin	temp. cieczy chłodzącej	temp. otoczenia	hałas		zużycie paliwa	zadymienie	NO _x	zużycie powietrza
					A	C				
°OWK	μs	°C	°C	°C	dB	dB	kg/h	mg/m ³	ppm	kg/h
18	2600	402	71	19	92	99	3,922	50	647	85

Tabela 2. Pomiar emisji hałasu z silnika przy kątach 60, 70, 80 °OWK wyprzedzenia dawki pilotującej

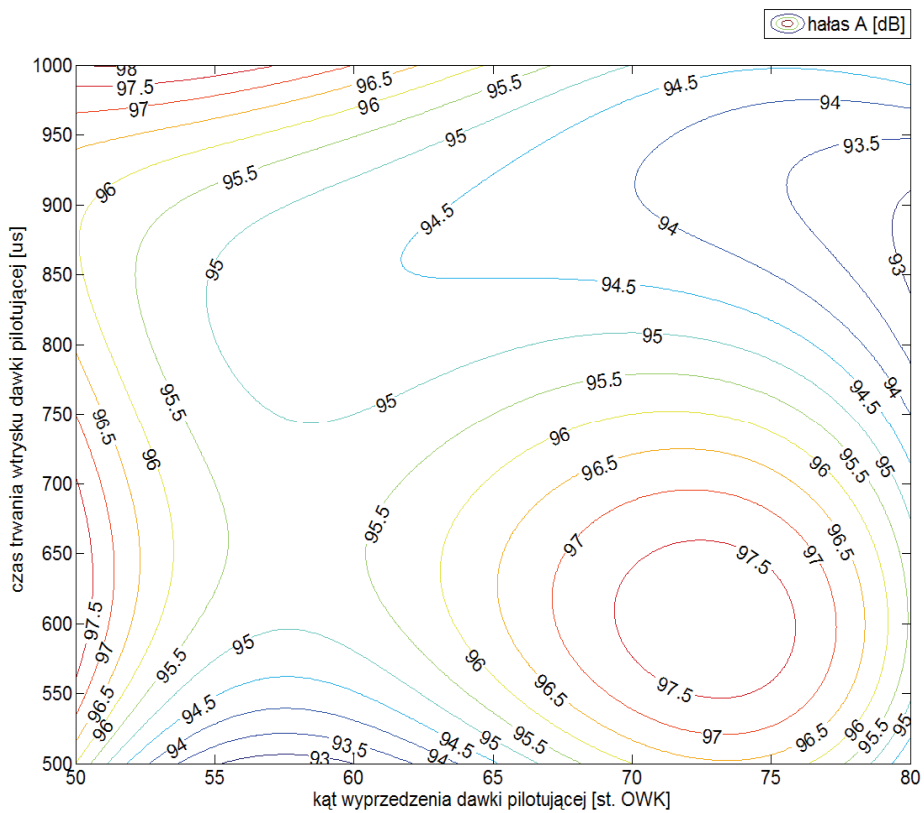
n= 1600 obr/min M= 85 Nm p= 743 mmHg Tł0 A=64 dB C=76 dB kąt wyprzedzenia dawki głównej= 18°OWK											
kąt wyprzedzenia dawki pilotującej	czas wtrysku dawki pilotującej	temp. spalin	temp. cieczy chłodzącej	temp. otoczenia	hałas		zużycie paliwa	zadymienie	NO _x	czas wtrysku dawki głównej	Zużycie powietrza
					A	C					
°OWK	μs	°C	°C	°C	dB	dB	kg/h	mg/m ³	ppm	μs	kg/h
80	500	403	70	19	94	100	4,024	2,414	1218	1680	84
	750	395	66,5	19	94	101	4,005	1,7	1245	1570	84
	1000	401	65,6	19	95	100	4,058	2,3	1263	1470	83
70	500	393	66,4	19	96	101	4,005	3	1350	1570	83
	750	396	66,8	19	96	101	4,044	3	1388	1520	83
	1000	404	68,7	19	95	101	4,041	5	1483	1450	82,5

Tabela 3. Pomiar emisji hałasu z silnika przy kącie 50 °OWK wyprzedzenia dawki pilotującej

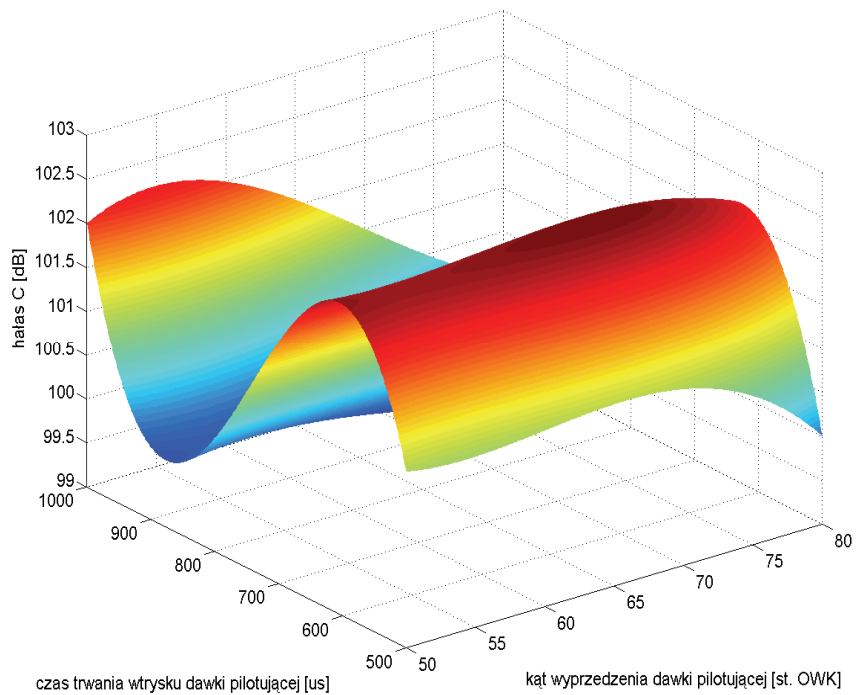
n= 1600 obr/min M= 85 p= 743 mmHg Tł0 A=64 dB C=76 dB dawka główna= 18°OWK											
kąt wyprzedzenia dawki pilotującej	czas wtrysku dawki pilotującej	temp. spalin	temp. cieczy chłodzącej	temp. otoczenia	hałas		zużycie paliwa	zadymienie	NO _x	czas wtrysku dawki głównej	zużycie powietrza
					A	C					
°OWK	μs	°C	°C	°C	dB	dB	kg/h	mg/m ³	ppm	μs	kg/h
60	500	399	71	19	93	101	3,941	7	1171	1710	82,5
	750	427	73,2	19	95	101	4,228	22	1280	1800	81
	1000	457	73,6	19	97	102	4,687	60	1583	1900	78,8
50	500	466	67,8	19	96	101	4,492	55	1309	1930	79,5
	750	542	67	19	97	101	4,917	48	1427	2100	78,5
	1000	544	71,2	19	98	102	5,694	przekroczyło zakres dymomierza	1480	2600	77,4



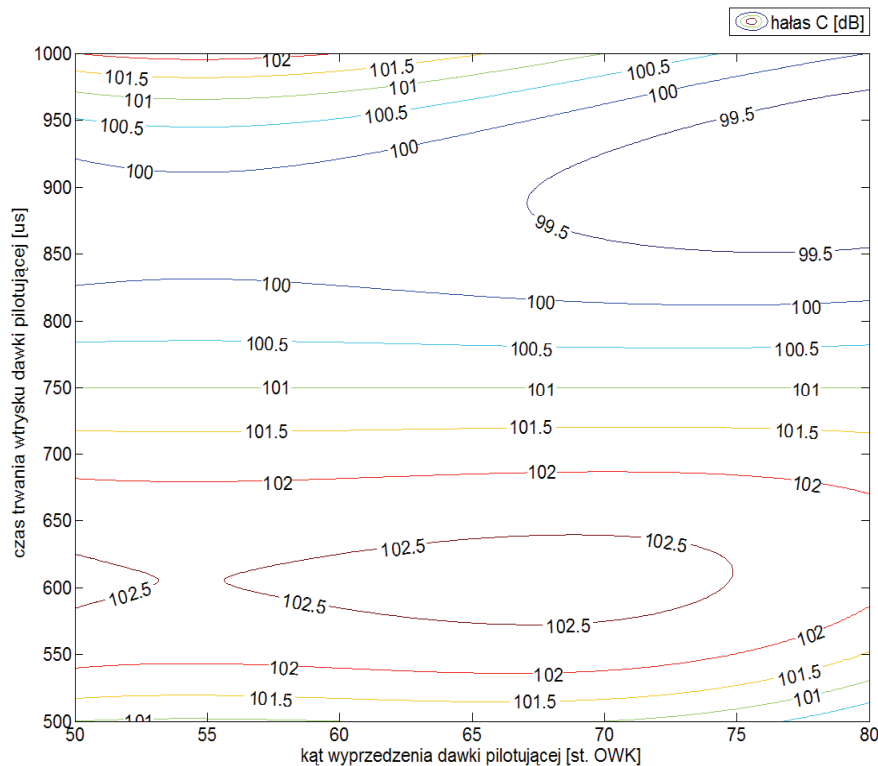
Rys. 2. Wykres przestrzenny badanej emisji hałasu z silnika (skala A)



Rys. 3. Wykres warstwiczny badanej emisji hałasu z silnika (skala A)



Rys. 4. Wykres przestrzenny badanej emisji hałasu z silnika (skala C)



Rys. 5. Wykres warstwiczny badanej emisji hałasu z silnika (skala C)

Podsumowanie. Z wyników jakie otrzymano podczas przeprowadzania badań na hamowni można zaobserwować, że wraz ze zmniejszaniem kąta wyprzedzenia dawki pilotującej wzrastała emisja hałasu zarówno w skali A jak i w skali C, a wraz z nim wzrastało zadymienie, emisja NO_x , oraz godzinowe zużycia paliwa. Nie udało się przeprowadzić pomiarów dla wszystkich założonych wartości ponieważ zadymienie przekroczyło zakres dymomierza i nie było możliwe prowadzenie dalszych badań. Natomiast, jeżeli chodzi o czas wtrysku dawki pilotującej wartości emisji hałasu wahały się i były różne dla każdej wartości kąta wyprzedzenia dawki pilotującej. Można zaobserwować również, że natężenie dźwięku największą wartość osiągało przy najdłuższej zadanej wartości czasu trwania dawki pilotującej.

LITERATURA

- [1] Wajand J. A., Wajand J. T.: Tłokowe Silniki Spalinowe Średnio- i Szybkoobrotowe. Wydawnictwa Naukowo- Techniczne, Warszawa 1993.
- [2] Merkisz J.: Ekologiczne Problemy Silników Spalinowych Tom 2. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999.
- [3] Żółtowski B.: Badania Dynamiki Maszyn. Wydawnictwo Makar B. Ż., Zielonka 31B, 86-005 Białe Błota, Bydgoszcz 2002.
- [4] Burdzik R.: Stanowiskowe Badania Hałasliwości Opon. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2012, Seria: Transport z.77, nr kol 1878.

STRESZCZENIE

BALAWENDER Krzysztof. Effect of pilot injection advance and duration on noise emission of DI engine / BALAWENDER Krzysztof, JAKUBOWSKI Mirosław, RUDNIK Bartosz // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. Naukowe i techniczne Kolekcja: w 2 częściach. Część 1: Seria «Techniczny nauki». - K: NUT, 2014. - Wyp. 30.

W artykule przedstawiono wyniki badań z pomiarów wpływu kąta wyprzedzenia i czasu trwania dawki pilotującej na emisję hałasu w silniku DI.

РЕФЕРАТ

БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф. Вплив кута випередження і тривалості впорскування на шумове забруднення двигуна з системою безпосереднього впорскування /БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф,

ЯКУБОВСКИ Мирослав, РУДНИК Бартош // Вісник Національного транспортного університету. Науково-технічний збірник: в 2 ч. Ч. 1: Серія «Технічні науки». – К. : НТУ, 2014. – Вип. 30.

У статті представлено результати досліджень з визначення впливу кута випередження і тривалості впорскування на шумове забруднення двигуна з системою безпосереднього впорскування.

SUMMARY

BALAWENDER Krzysztof. Effect of pilot injection advance and duration on noise emission of DI engine / BALAWENDER Krzysztof, JAKUBOWSKI Mirosław, RUDNIK Bartosz // Visnyk National Transport University. Scientific and Technical Collection: In Part 2. Part 1: Series «Technical sciences». – Kyiv: National Transport University, 2014. – Issue 30.

The article presents the results of the measurements of the impact of pilot injection advance and duration on the DI engine noise emission.

AUTORZY:

BALAWENDER Krzysztof, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

JAKUBOWSKI Mirosław, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

RUDNIK Bartosz, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

ЯКУБОВСКИ Мирослав, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

РУДНИК Бартош, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

JAKUBOWSKI Mirosław, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

RUDNIK Bartosz, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

ЛЕЙДА Казімеж, доктор габілітований, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Жешув, Польща.

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний Транспортний Університет, професор кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

LEJDA Kazimierz, Doctor of Sciences, Professor, Rzeszow Polytechnic, Head of Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Korpach A.O., Ph.D., National Transport University, Professor of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.