

VIDAUS DEGIMO VARIKLIO RODIKLIŲ KOMPLEKSINIS VERTINIMAS NAUDOJANT AUTOMOBILIO APKROVOS STENDĄ IR DIAGNOSTIKOS ĮRANGĄ

Alfredas Rimkus^{1,2}, Tadas Vipartas¹

¹ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, ² Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Anotacija

Yra taikomos įvairios vidaus degimo variklių rodiklių tyrimų metodikos. Tai specialūs važiavimo testai laboratorijoje ar kelyje, variklio greičio, apkrovos ar reguliavimo charakteristikų tyrimai. Daugelyje atveju reikalinga sudėtinga ir brangi tyrimo įranga. Straipsnyje pateikiama metodika, kuria remiantis galima ištirti visą eilę variklio rodiklių naudojant nebrangų automobilio diagnostinį prietaisą „ROSS-TECH VCDS“. Straipsnyje pristatomas variklio išorinės greičio charakteristikos tyrimas, kurio metu automobilio apkrovos stendu matuojamas variklio sukimo momentas ir galia, o diagnostikos prietaisu matuojamos degalų ir oro sąnaudos, pripūtimo slėgis, degalų įpurškimo momentas. Remiantis išmatuotais rodikliais galima kompleksiskai įvertinti variklio veikimą. Pateiktos pastabos apie galimas tiriamų rodiklių matavimo problemas.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Slėginio uždegimo variklis, variklio rodikliai, diagnostikos įranga, apkrovos stendas.

Įvadas

Tiriant vidaus degimo variklių rodiklius yra naudojamos įvairios metodikos ir standartai (Heywood, 2019; Martyr & Rogers, 2021; Reif, 2014). Automobilio vartotojui aktualiausi energetiniai rodikliai – variklio efektyvusis sukimo momentas M_e (Nm), efektyvioji galia P_e (kW), degalų sąnaudos (Ramlan et al., 2020; Seifi et al., 2016; Tormos et al., 2020; Vong et al., 2006). Taip pat ypač aktualūs ir ekologiniai rodikliai – įvairių teršalų (CO , CH , NO_x , kietųjų dalelių) ir CO_2 emisijos (Bendrich et al., 2021; Kenanoğlu et al., 2020).

Automobilių tyrimai atliekami laboratorijose, daugiausia tai specialūs važiavimo ciklai. Tokie bandymai gali būti atkuriami, o rezultatai – palyginami. Tai svarbu, nes tik laboratoriniai bandymai, atliekami laikantis standartizuotų kartotinių procedūrų, leidžia vartotojams palyginti skirtingus automobilių modelius (*Emission Test Cycles: WLTC*, n.d.). 2017 metų rugsėjo 1 dieną įsigaliojo naujoji pasaulinė darnioji mažos galios transporto priemonių bandymų procedūra (angl. Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle WLTP). Naujuoju protokolu siekiama vartotojams suteikti realesnius duomenis, geriau atspindinčius kasdienį transporto priemonės naudojimą. Naująją WLTP procedūrą apibūdina dinamiškesnės važiavimo charakteristikos ir ženklesni pagreičiai. Maksimalus greitis nuo 120 km/h padidintas iki 131,3 km/h, vidutinis greitis – 46,5 km/h, suminė ciklo trukmė yra 30 minučių – 10 minučių ilgesnė už ankstesniojo naujojo Europos važiavimo ciklo NEDC (angl. New European Driving Cycle NEDC). Dvigubai padidintas nuvažiuojamas atstumas – nuo 11 iki 23,25 kilometro. Priklausomai nuo maksimalaus greičio, WLTP bandymą sudaro keturios dalys: mažo greičio (iki 56,5 km/h), vidutinio greičio (iki 76,6 km/h), didelio greičio (iki 97,4 km/h), itin didelio greičio (iki 131,3 km/h). Šiomis ciklo dalimis imituojamas važiavimas mieste ir priemiestyje bei užmiečio keliais ir greitkeliais. Procedūroje taip pat atsižvelgiama į papildomą visų transporto priemonių įrangą, kuri turi įtakos aerodinamikai, riedėjimo pasipriešinimui ir transporto priemonės masei; to rezultatas – CO_2 vertė, kuri atspindi atskiros transporto priemonės charakteristikas (*WLTP Ir RDE*, n.d.). WLTP bandymų procedūra geriau atspindi dabartinės važiavimo sąlygas nei NEDC procedūra, tačiau joje neįmanoma atsižvelgti į visus įmanomus atvejus, įskaitant vairavimo stiliaus, kuris būdingas kiekvienam atskiram vairuotojui, poveikį. Dėl šios priežasties tik standartizuoti laboratoriniai bandymai leidžia gauti vertes, pagal kurias galima nešališkai palyginti skirtingų modelių transporto priemones.

Siekiant įvertinti teršalų emisiją transporto priemonei važiuojant keliais – realaus važiavimo teršalų emisija (angl. Real Driving Emissions RDE), bandomojoje transporto priemonėje sumontuojamos nešiojamosios matavimo sistemos (angl. Portable Emissions Measurement System PEMS), kurios užtikrina pagrindinių transporto priemonės išmetamų teršalų kontrolę realiuoju laiku. PEMS yra sudėtingi prietaisai, kuriuose sumontuoti modernūs dujų analizatoriai, išmetamųjų dujų masės srauto matuokliai, klimato stotelė, palydovinė geografinės padėties nustatymo ir tinklinio ryšio įranga. Surinkti duomenys analizuojami siekiant patikrinti, ar išlaikytos ribinės RDE kelionės sąlygos ir ar teršalų emisija neviršija teisės aktų nustatytų ribų. Neleidžiamos viršyti ribos nustatomos laboratoriniais bandymais (WLTP), nustatytąsias vertes padauginant iš atitikties koeficientų (*WLTP Ir RDE*, n.d.).

Aukščiau aprašyti WLTC ir RDE tyrimai vertina ekologinius rodiklius varikliui veikiant įvairiais režimais. Yra naudojamos tyrimų metodikos, kurios vertina variklio rodiklius keičiant variklio sukimosi greitį, apkrovą ar reguliuojant vieną iš variklio parametrų (pvz. mišinio sudėtį, uždegimo momentą, pripūtimo slėgį ar kt.) (Escalante Soberanis & Fernandez, 2010; Hao et al., 2018; Ruan et al., 2018). Variklio išorinė greičio charakteristika demonstruoja variklio rodiklius esant pilnai nuspaustai akseleratoriaus paminai keičiant variklio sukimosi greitį (Heywood, 2019). Tai atliekama automobilio apkrovos stendo pagalba (*CARTEC*

Chassis Dynamometers LPS - Google Search, n.d.; Martyr & Rogers, 2021). Tačiau stendas pateikia informaciją tik apie variklio sukimo momentą ir galią.

Tyrimo tikslas – automobilio diagnostinės įrangos pagalba nustatyti slėginio uždegimo variklio rodiklius atliekant variklio galios matavimą.

Tyrimo metodika

Eksperimentiniai tyrimai atlikti Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijoje, Automobilių diagnostikos laboratorijoje. Bandymams atlikti naudotas automobilis „Volkswagen Golf III“, turintis 4 cilindrų, 1896 cm³ darbinio tūrio TDI (kodas – 1Z) slėginio uždegimo variklį. Išvystoma maksimali variklio galia 66 kW prie 4000 min⁻¹, maksimalus sukimo momentas 202 Nm prie 1900 min⁻¹.

Automobilio variklio sukimo momentas ir galia nustatyta kompiuterizuotu lengvųjų automobilių apkrovos stendu „CARTEC LPS 2510“ (1 pav.). Apkrovos stendas turi galimybę testuoti automobilius bet kuria pavarą, su pasirinkta apkrova ar apskaičiuota važiavimo pasipriešinimo varža. Automobiliui apkrovą sukuria sūkurinių srovių elektromagnetinis stabdys, kuris ratams perduodamą mechaninę variklio energiją paverčia šilumine energija ir išspinduliuoja ją į aplinką. Apkrovos stendo techniniai duomenys pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Automobilių apkrovos stendo techniniai duomenys

Parametras	Įrenginys	Automobilio apkrovos stendas CARTEC LPS 2510
Apkrovos įrenginys		Elektromagnetinis sūkurinių srovių stabdys
Maksimali matuojama apkrova, t		3,5
Didžiausia stendo matavimo galia, kW		400
Didžiausia stendo stabdymo galia, kW		360
Matavimo paklaida		± 2

Šaltinis: (CARTEC Chassis Dynamometers LPS - Google Search, n.d.)

Automobilio diagnostinis prietaisas „ROSS-TECH VCDS“ naudotas nuskaityti iš variklio elektroninio valdymo bloko (per OBDII jungtį) gaunamą informaciją apie degalų sąnaudas, pripūtimo slėgį, degalų įpurškimo momentą ir kt.



1 pav. Variklio rodiklių matavimas naudojant lengvųjų automobilių apkrovos stendą „CARTEC LPS 2510“

Šaltinis: sudaryta autorių



2 pav. Diagnostinis prietaisas „ROSS-TECH VCDS“

Šaltinis: (Ross Tech, n.d.)

Prietaisas „ROSS-TECH VCDS“ siunčia informaciją kas ~2.5 s ir apkrovos stendu matuojant išorinę greičio charakteristiką šiuo dažniu gaunama ir užrašoma papildoma informacija (~10 taškų) iš variklio elektroninio valdymo bloko (2 lentelė).

2 lentelė

Variklio elektroninio valdymo bloko duomenys

ADVMB	1.9l R4 EDC SG	D60													
	G001	F0	G001	F1	G003	F2	G005	F2	G011	F2	G015	F1	G015	F2	
TIME	Group 1 - fTIME		Group 1 - fTIME		Group 3 - fTIME		Group 5 - fTIME		Group 11 - TIME		Group 15 - TIME		Group 15 - Field 2		
STAMP	Engine spe STAMP		Injection C STAMP		MAF (actu) STAMP		Actual Star STAMP		Actual MA STAMP		Inj Qty (ac) STAMP		Fuel Consumption		
	/min		mg/str		mg/str		°BTDC		mbar		mg/str		l/h		
	2.1	1302	2.1	13.4	0	532	0.58	1.8	1.05	1092	1.63	19.6	1.63	3.7	
	4.66	1365	4.66	16.6	2.56	492.1	3.15	4	3.61	1100.4	4.2	18.8	4.2	4.5	
	7.22	1470	7.22	31.6	5.12	515.4	5.71	7.7	6.17	1243.2	6.76	30.4	6.76	6.66	
	9.79	1848	9.79	34.2	7.69	641.7	8.27	9.4	8.74	1461.6	9.32	34	9.32	8.88	
	12.35	2373	12.35	35.2	10.25	841.2	10.84	5.7	11.3	1890	11.89	35.2	11.89	11.84	
	14.91	2877	14.91	35.2	12.81	847.9	13.4	7.3	13.87	1999.2	14.45	35.2	14.45	14.43	
	17.48	3381	17.48	34.6	15.38	847.9	15.97	10.2	16.43	1864.8	17.01	35	17.01	17.02	
	20.04	3843	20.04	34.2	17.94	771.4	18.53	13	18.99	1890	19.58	34.2	19.58	19.24	
	22.61	4284	22.61	30.4	20.51	721.5	21.09	15	21.56	1890	22.14	32.2	22.14	19.98	
	25.17	4515	25.17	24.4	23.07	671.7	23.66	14.3	24.12	1738.8	24.71	25.4	24.71	16.65	

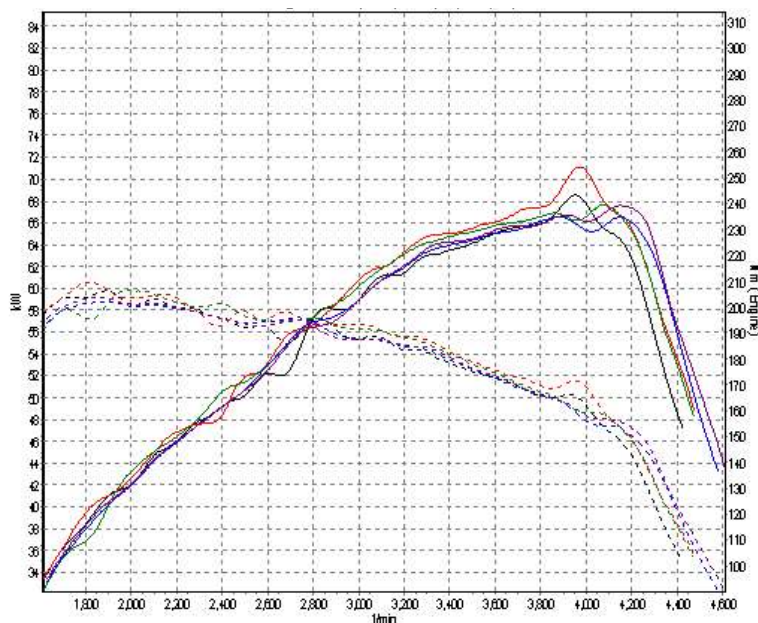
Šaltinis: sudaryta autorių

Analizuojant variklio valdymo bloko duomenis pastebima kad informacija (variklio sukimosi dažnis (min^{-1}), ciklinis degalų kiekis (mg/cikl), ciklinis oro kiekis (mg/cikl), degalų įpurškimo momentas ($^{\circ}\text{BTDC}$), pripūtimo slėgis (mbar), degalų sąnaudos (l/h)) siunčiama atskirais blokais, kurių taškai nėra tiksliai sinchronizuoti laiko atžvilgiu.

Tyrimo metu 5 kartus apkrovos stendu „CARTEC LPS 2510“ išmatuota variklio išorinė greičio charakteristika ir tuo pačiu metu automobilio diagnostiniu prietaisu „ROSS-TECH VCDS“ užfiksuoti variklio valdymo bloko duomenys.

Tyrimo rezultatai ir jų analizė

Slėginio uždegimo variklio efektyvusis sukimo momento M_e (Nm) ir efektyvios galios P_e (kW) priklausomybė nuo variklio sukimosi dažnio n (min^{-1}) (išorinė greičio charakteristika) pateikta 3 pav. Grafike matome, kad atlikus 5 bandymus variklio maksimali galia svyravo nuo 67 kW iki 71 kW (~6%). Tam įtakos turėjo apkrovos stendo tikslumas, variklio valdymo sistemos veikimo tikslumas, variklio techninis stovis.

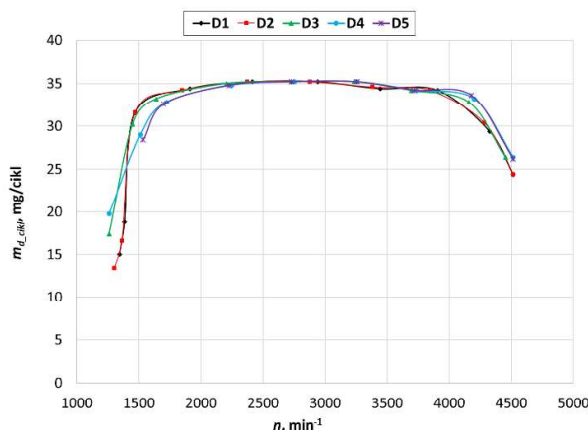


3 pav. Volkswagen Golf III variklio 1.9 TDI išorinė greičio charakteristika

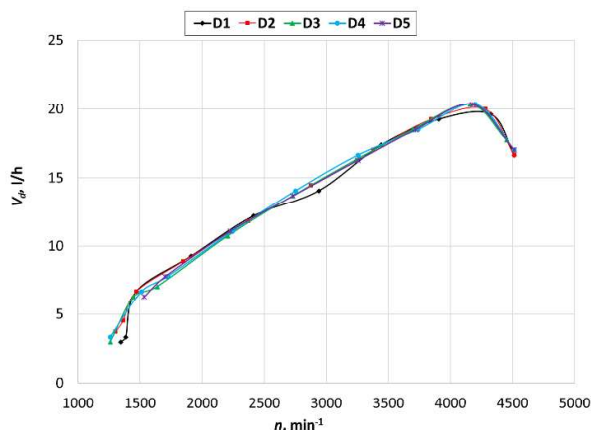
Šaltinis: sudaryta autorių

4 – 8 pav. pateiktas įvairių variklio rodiklių pokytis priklausomai nuo variklio sukimosi dažnio, kai akseleratoriaus pamina nuspausta maksimaliai. Šie duomenys nustatyti diagnostiniu prietaisu „ROSS-TECH VCDS“. Ciklinės degalų sąnaudos (4 pav.) visame variklio apkrovos diapazone ($1500 - 4000 \text{ min}^{-1}$) mažai kito ir siekė ~35 mg/cikl . Tačiau valandinės degalų sąnaudos (5 pav.) šiame greičių diapazone išaugo nuo 6,6 l/h iki 20 l/h (~3 kartus). Tai lėmė beveik tris kartus išaugęs variklio greitis (tiek kartų dažniau kartojasi

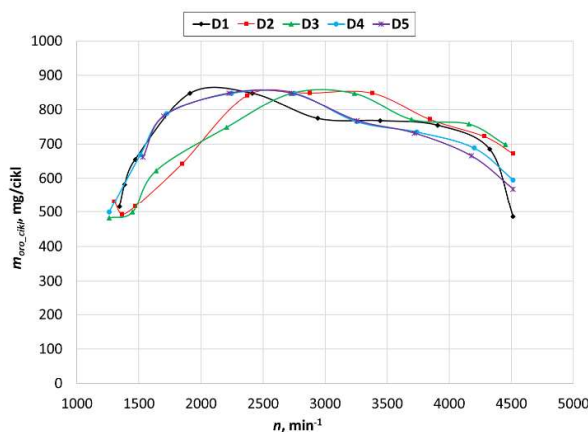
degalų įpurškimas) ir padidėję variklio mechaniniai nuostoliai (Heywood, 2019). Oro sąnaudų (mg/cikl) grafikas (6 pav.) turi didesnį duomenų skirtumą varikliui veikiant vienodais greičiais. Labiausiai tikėtina to priežastis – atskirų bandymų atveju šių duomenų masyvas buvo siunčiamas skirtingu laiku nei variklio sukimosi dažnis. Tačiau galime įžvelgti, kad cilindras maksimaliai pripildomas oru kai variklio greitis yra $\sim 2000 \text{ min}^{-1}$. Esant šiam greičiui į cilindrą tiekiamas maksimalus ciklinis degalų kiekis ir pasiekiamas maksimalus variklio sukimo momentas (3 pav.). Maksimalus pripūtimo slėgis pasiekiamas prie didesnių greičių ($2500 - 3000 \text{ min}^{-1}$). Šiame diapazone sukimo momentas jau mažesnis už maksimalų, nes išauga variklio mechaniniai nuostoliai. Daugiau didinant variklio greitį pripūtimo slėgis turi tendenciją mažėti (7 pav.), nes didėjant greičiui daugiau oro įsiurbia variklio cilindrai. Pastebimas pripūtimo slėgio padidėjimas $\sim 4000 \text{ min}^{-1}$ diapazone, ką lemia išaugęs išmetamųjų dujų srautas ir turbokompresoriaus valdymas. Šiame diapazone yra pasiekiamas maksimali variklio galia. Nors variklio sukimo momentas intervale $2000 \text{ min}^{-1} - 4000 \text{ min}^{-1}$ mažėja, tačiau galia auga, nes sukimo momentas santykinai sumažėja mažiau nei išauga variklio greitis. Viršijus 4200 min^{-1} greitį variklio elektroninis valdymo blokas atlieka sukimosi greičio ribojimą – mažina ciklinį degalų kiekį ir variklio galia krenta. Turint duomenis apie variklio išvystomą galią ir degalų sąnaudas galima apskaičiuoti variklio lyginamąsias degalų sąnaudas, naudingumo koeficientą ir kitus rodiklius įvairiuose variklio veikimo režimuose.



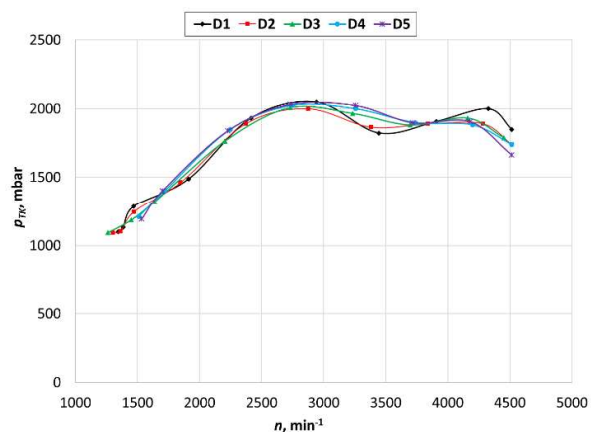
4 pav. Ciklinės degalų sąnaudos
Šaltinis: sudaryta autorių



5 pav. Valandinės degalų sąnaudos
Šaltinis: sudaryta autorių



6 pav. Ciklinės oro sąnaudos
Šaltinis: sudaryta autorių



7 pav. Pripūtimo slėgis
Šaltinis: sudaryta autorių

2 lentelėje matome, kad diagnostiniu prietaisu „ROSS-TECH VCDS“ surenkama informacija ir apie degalų įpurškimo pradžią. Degalų įpurškimo pradžios momentas didėjant variklio greičiui palaipsniui ankstinamas (nuo $\sim 2^\circ \text{ AV}$ prieš VGT iki $\sim 15^\circ \text{ AV}$ prieš VGT) ir taip pasiekama, kad degalai sudega optimaliu momentu kompleksiskai užtikrinant geriausius energetinius ir ekologinius rodiklius (Heywood, 2019). Priklausomai nuo tyrimo poreikių galima diagnostinio prietaiso pagalba surinkti duomenis ir apie kitus bandymo metu kintančius variklio rodiklius (pvz. deginių recirkuliaciją, aušinimo skysčio temperatūrą ir kt.) ir juos panaudoti analizuojant tyrimo medžiagą.

Išvados

Atlikus slėginio uždegimo variklio išorinės greičio charakteristikos tyrimą automobilio variklio apkrovos standu „CARTEC LPS 2510“ ir variklio rodiklių fiksavimą diagnostiniu prietaisu „ROSS-TECH VCDS“ bei atlikus rezultatų analizę pateikiamos apibendrinančios išvados:

1. Atskirai analizuojant variklio išorinę greičio charakteristiką ir neturint papildomos informacijos apie kitų variklio rodiklių pokytį sudėtinga atlikti išsamią tyrimo analizę.

2. Diagnostinio prietaiso pagalba galima užfiksuoti visą eilę variklio veikimo rodiklių (variklio sukimosi greitį, ciklinį degalų kiekį, ciklinį oro kiekį, degalų įpurškimo momentą, pripūtimo slėgį, degalų sąnaudas, deginių recirkuliaciją, aušinimo skysčio temperatūrą ir kt.), kuriuos naudojant galima kompleksiskai vertinti variklio veikimą.

3. Diagnostikos prietaisais informaciją apie variklio atskirus rodiklius fiksuoja skirtingu laiko momentu, todėl reikia atidžiai juos įvertinti ir sinchronizuoti. Jeigu tyrimas atliekamas keičiant variklio greitį, sinchronizacija turi būti atlikta šio rodiklio atžvilgiu.

4. Surinkus informaciją variklio apkrovos standu ir diagnostiniu prietaisu galima apskaičiuoti visą eilę variklio rodiklių, kurie nėra užfiksuoti matuojant, pvz.: oro perteklius, lyginamosios degalų sąnaudos, efektyvusis naudingumo koeficientas, variklio tūrinis efektyvumas.

Literatūra

1. Bendrich, M., Scheuer, A., & Votsmeier, M. (2021). Importance of nitrates in Cu-SCR modelling: A validation study using different driving cycles. *Catalysis Today*, 360, 252–262. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2020.03.015>
2. *CARTEC Chassis dynamometers LPS - Google Search*. (n.d.). Retrieved February 24, 2021, from https://www.google.com/search?rlz=1C1GCEA_enLT924LT924&ei=xVk2YL6kGYqdjLsPjdOOwA0&q=CARTEC+Chassis+dynamometers+LPS&oq=CARTEC+Chassis+dynamometers+LPS&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAWyBQghEKABUM3IH1jN5R9g9vMfaABwAngAgAHGAYgBnwKSAQMxLjGYAQCgAQKgAQGqAQdnd3Mtd2l6wAEB&sclient=gws-wiz&ved=0ahUKEWj-mrKalYLVAhWKDmMBHY2pA9gQ4dUDCA0
3. *Emission Test Cycles: WLTC*. (n.d.). Retrieved February 24, 2021, from <https://dieselnet.com/standards/cycles/wltp.php>
4. Escalante Soberanis, M. A., & Fernandez, A. M. (2010). A review on the technical adaptations for internal combustion engines to operate with gas/hydrogen mixtures. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(21), 12134–12140. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2009.09.070>
5. Hao, D., Zhao, C., Li, Y. H. G., Zeng, W., & Li, H. (2018). Dynamic Indicated Torque Estimation for Turbocharged Diesel Engines Based on Back Propagation Neural Network. *IFAC-PapersOnLine*, 51(31), 720–725. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.10.164>
6. Heywood, J. (2019). *Internal Combustion Engine Fundamentals 2E*. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260116106>
7. Kenanoğlu, R., Baltacıoğlu, M. K., Demir, M. H., & Erkinay Özdemir, M. (2020). Performance & emission analysis of HHO enriched dual-fuelled diesel engine with artificial neural network prediction approaches. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(49), 26357–26369. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.02.108>
8. Martyr, A. J., & Rogers, D. R. (2021). Dynamometers: The measurement and control of torque, speed, and power. In *Engine Testing* (pp. 235–263). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821226-4.00009-7>
9. Ramlan, N. A., Yahya, W. J., Ithnin, A. M., Abd Kadir, H., Abu Kassim, K. A., Abdul Rahman, H., Ezzat Chan, A. F., Mazlan, N. A., Abdul Rashid, M. A., & Sugeng, D. A. (2020). Emissions and performance analysis of diesel powered road vehicle equipped with real-time non-surfactant emulsion fuel supply system. *Fuel*, 273, 117257. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117257>
10. Reif, K. (Ed.). (2014). *Diesel Engine Management*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-03981-3>
11. *Ross Tech: VcDs Car Scanner*. (n.d.). Indiamart.Com. Retrieved February 24, 2021, from <https://www.indiamart.com/proddetail/ross-tech-vcds-car-scanner-15796427755.html>
12. Ruan, D., Xie, H., Song, K., Zhang, G., & Tong, Q. (2018). MAP Learning and Disturbance Observation based Engine Torque Control for Dynamometer Test Bench. *IFAC-PapersOnLine*, 51(31), 833–839. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.10.117>
13. Seifi, M. R., Hassan-Beygi, S. R., Ghobadian, B., Desideri, U., & Antonelli, M. (2016). Experimental investigation of a diesel engine power, torque and noise emission using water–diesel emulsions. *Fuel*, 166, 392–399. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.10.122>
14. Tormos, B., Martín, J., Pla, B., & Jiménez-Reyes, A. J. (2020). A methodology to estimate mechanical losses and its distribution during a real driving cycle. *Tribology International*, 145, 106208. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106208>
15. Vong, C.-M., Wong, P.-K., & Li, Y.-P. (2006). Prediction of automotive engine power and torque using least squares support vector machines and Bayesian inference. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 19(3), 277–287. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2005.09.001>
16. *WLTP ir RDE*. (n.d.). Fiat Lithuania. Retrieved February 24, 2021, from <https://www.fiat.lt/wltp-ir-rde/>

COMPREHENSIVE EVALUATION OF INDICATORS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE USING VEHICLE CHASSIS DYNAMOMETER AND DIAGNOSTIC EQUIPMENT

Summary

Various research methodologies for internal combustion engine performance are used. There are special tests in the laboratory or on the road, tests of engine speed, load or adjustment characteristics. In many cases, complex and expensive research equipment is required. The article presents a methodology that can be used to study a huge number of engine indicators using the inexpensive automotive diagnostic device „ROSS-TECH VCDS“. The article presents a study of the external speed characteristic of the engine, where the engine torque and power are measured with vehicle chassis dynamometer bench while the diagnostic equipment measures fuel and air consumption, boost pressure, fuel injection timing. Based on the measured indicators, the performance of the engine can be comprehensively evaluated. Notes are provided on possible measurement problems of the studied indicators.

Key words: compression ignition engine, indicators of engine, diagnostic equipment, chassis dynamometer.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Alfredas Rimkus.

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas.

Darbo vietą ir poziciją: VŠĮ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos, Technikos fakulteto Automobilių transporto inžinerijos katedros docentas. VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Automobilių inžinerijos katedros docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Vidaus degimo varikliai, transporto ekologija, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: a.rimkus@vtdko.lt, alfredas.rimkus@vilniustech.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Tadas Vipartas.

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras, lektorius.

Darbo vietą ir poziciją: VŠĮ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos, Technikos fakulteto Automobilių transporto inžinerijos katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Transporto techninis eksploatavimas, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: t.vipartas@vtdko.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Alfredas Rimkus.

Science degree and name: associated professor.

Workplace and position: Vilnius Technology and Design College, Technical faculty Automobile Transport Engineering department associated professor. Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering faculty Automobile Engineering department associated professor.

Author's research interests: Internal combustion engines, transport ecology, alternative energy.

Telephone and e-mail address: a.rimkus@vtdko.lt, alfredas.rimkus@vilniustech.lt

Author name, surname: Tadas Vipartas.

Science degree and name: master, lector

Workplace and position: Vilnius Technology and Design College, Technical faculty Automobile Transport Engineering department lector.

Author's research interests: Technical exploitation of transport, alternative energy.

Telephone and e-mail address: t.vipartas@vtdko.lt