

FTIR SPEKTROSKOPIJOS TAIKYMAS VARIKLINIŲ ALYVŲ ANALIZEI

Nerijus PETRIKAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas,
el. paštas: nerijus.petrikas@vdu.lt

Raimondas KREIVAITIS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas,
el. paštas: raimondas.kreivaitis@vdu.lt

Santrauka

Prižiūrint automobilį svarbu laiku keisti variklio alyvą. Eksploatuojant automobilį keisti variklio alyvą yra rekomenduojama kas 10000–15000 km. Didėjant kilometražui ir nekeičiant alyvos laiku, pradeda mažėti alyvos tepimo savybės. Kuo mažiau tepami visi variklio komponentai, tokie kaip: cilindro sienelės, stūmokliniai žiedai, dujų paskirstymo mechanizmas, tuo labiau mažėja variklio tarnavimo laikas. FTIR spektroskopija galima nustatyti, kurie alyvos produktai atsiranda eksploatuojant automobilį ir kaip kinta jų kiekis vis didėjant kilometražui. FTIR spektroskopija yra ištiriamas antioksidantų, vandens, oksidacijos, suodžių, nitratų, sulfatų, glikolio, AW (*anti-wear*) ir degalų kiekis alyvoje. Atliekant šį tyrimą sutaupoma laiko ir tiksliai išsiaiškinama, kurį alyvos parametras nagrinėti detaliau. Alyva buvo naudojama nauja ir pirktas reikalingas kiekis to pačio gamintojo. Pravažiavus eksploatacinį laikotarpį (10000 km) buvo pakeista alyva. Gavus rezultatus matoma, kad alyvoje nuo pat pirmų tūkstančių kilometrų atsiranda glikolis ir oksidai. Oksidų kiekis priklauso nuo eksploataavimo sezono, važiavimo režimų bei degiojo mišinio teisingo uždegimo. Kuo automobiliu važiuojama agresyviau-aukštesniais sūkliais, žemomis pavaromis, tuo oksidų kiekis didėja labiau. Taip pat jeigu važinėjama su netvarkinga uždegimo sistema, alyvoje taip pat padidėja oksidų kiekis. Glikolis automobilyje atsiranda dėl kelių priežasčių. Tai variklio bloko ir variklio galvos tarpinės defektas ar net variklio galvos ir variklio bloko paviršiaus išsikraipymas. Keičiant alyvą reikėtų atsižvelgti ne tik į pravažiuotą kilometrą, bet ir eksploataavimo laikotarpį, važiavimo režimus ir variklio būklę.

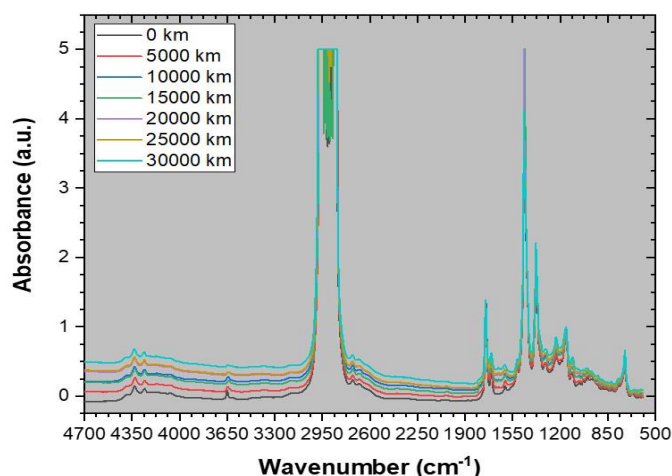
Reikšminiai žodžiai: FTIR, variklinė alyva, eksploatacija, glikolis, oksidacija, alyvos degradacija.

Įvadas

Eksploatuojant automobilį, alyvos sudėtis nuolat kinta, nes į ją patenka įvairūs cheminiai junginiai, tokie kaip vanduo, oksidacijos produktai, suodžiai, nitratai, sulfatai, glikolis, AW (*anti-wear*) priedai ir degalai. Priklausomai nuo eksploataavimo režimų, sezono, degalų kokybės ir variklio būklės, šių komponentų kiekiai gali didėti arba mažėti, darant skirtingą poveikį variklio veikimui ir tarnavimo laikui. Oksidų kiekis variklyje gali išprovokuoti koroziją cilindruose, važtuvuose ir kitose svarbiose variklio dalyse. Be to, per didelis oksidų kiekis gali pakeisti degimo procesą – padidinti temperatūrą, viršijančią nustatytą degimo ribą, o tai gali lemti variklio perkaitimą ir ankstyvą detonaciją. Taip pat, esant didesniai oksidų kiekiui, alyva pradeda degraduoti – praranda tepimo savybes ir formuoja kenksmingus nuosėdų junginius, kurie gali užkimšti alyvos kanalus ir sumažinti variklio efektyvumą. Tarp aptariamų komponentų glikolis taip pat turi neigiamą poveikį. Jam sąveikaujant su alyva, susidaro emulsija, kuri blogina tepimo savybes, didina trintį tarp judančių mechanizmų ir skatina greitesnę variklio detalių nusidėvėjimą ir perkaitimą. Tai gali lemti rimtus variklio gedimus ir sumažinti jo eksploatacijos laiką. Detali alyvos analizė leidžia stebėti šių junginių pokyčius ir laiku imtis prevencinių veiksmų. Taip pat labai svarbus veiksnys yra bazinis skaičius (BN). Kaip mokslininkai S. Ehsan, J. Sedman ir kt. (2012) teigia, bazinis skaičius (BN) paprastai yra alyvos kokybės parametras, naudojamas kaip naujos arba eksploatuojamos alyvos matas. Alyva yra veikiami suodžių, vandens, metalo nusidėvėjimo šiukšlių, taip pat rūgščių degimo šalutinių produktų, pavyzdžiui, sieros rūgšties (H_2SO_4), azoto rūgšties (HNO_3), karboksilo rūgščių, pagamintų oksidacinių procesų metu. Pagerinti tepimo efektyvumą ir sumažinti rūgšties kaupimąsi, lubrikantų kompozicijose paprastai yra šarminių medžiagų plovikliai ir dispergentai, anti-dėvėjimosi priemonės ir antioksidantai, be kitų priedų koreguojama formulė, atsižvelgiant į degalų rūšį ir kokybę bei numatomą variklio apkrovą ir (arba) eksploataavimo sąlygas. Norint palaikyti tinkamas eksploataavimo sąlygas, turi būti tinkamas priedų skaičius (BN) [1]. Naudojant FTIR spektroskopiją, galima nustatyti alyvos sudėties pokyčius. Stebint FTIR spektroskopijos grafikus M. Martinez ir kt. (2021) atliko FTIR stebėjimą, pasirinkę tam tikrus tinkamus režius TAN ir TBN vertės: $4500\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$, $3800\text{--}3100\text{ cm}^{-1}$ ir $1900\text{--}590\text{ cm}^{-1}$. Šiuose trijuose regionuose atsiranda skirtingi parametrai kontroliuojamas FTIR OCM pagal ASTM E2412 standartą [2]: vanduo (nuo 3500 iki 3150 cm^{-1}), oksidacija (nuo 1800 iki 1670 cm^{-1}), nitravimas ($1650\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$), nusidėvėjimo priedai ($1025\text{--}960\text{ cm}^{-1}$), aminių antioksidantų priedai ($1550\text{--}1490\text{ cm}^{-1}$), dyzelinas ($815\text{--}805\text{ cm}^{-1}$), sulfato šalutiniai produktai ($1180\text{--}1120\text{ cm}^{-1}$) ir ETG aušinimo skystis ($1100\text{--}1030\text{ cm}^{-1}$) [3]. Taip pat M. Martinez ir kt. (2021) surinko skirtingus mėginius, kurie buvo susieti su atitinkama nauja variklio alyva.

Tokiu būdu etaloninė alyva analizuojama ir paskui einantys eksploatuoti mėginėliai: atliekant bandymą visi variklio alyvos mėginėliai buvo surinkti skirtinga rida.

FTIR spektro kitimas dėl variklinės alyvos naudojimo pavaizduotas 1 paveiksle.



1 pav. Tos pačios variklinės alyvos, kurios klampa 5W30, paimtos kas 5000 km, infraraudonųjų spindulių spektras. (M. Martinez et al., 2021)
Fig. 1. Infrared spectrum of the same engine oil with viscosity 5W30 taken every 5000 km. (Martinez et al., 2021).

Toks alyvos stebėjimas suteikia galimybę optimizuoti alyvos keitimo intervalus, taip išnaudojant jos pilną eksploatacinį potencialą. Reguliariai atliekant alyvos analizę kas 1000 km, galima numatyti kiekvieno alyvos teršalo progresavimą alyvoje ir užkirsti kelią tolimesniam galimam pavojui. Pagal gautus tyrimų rezultatus galima teikti rekomendacijas, kaip išnaudoti visą alyvos eksploatacinį laikotarpį, pravažiuoti maksimalų saugų kilometrų skaičių ir prisidėti prie gamtos tausojimo, optimizuojant variklinės alyvos naudojimą. Tokiu būdu ne tik prailginamas variklio tarnavimo laikas, bet ir mažinamas atliekų kiekis bei eksploatacinės išlaidos, kas yra itin svarbu tiek automobilių savininkams, tiek aplinkosaugai.

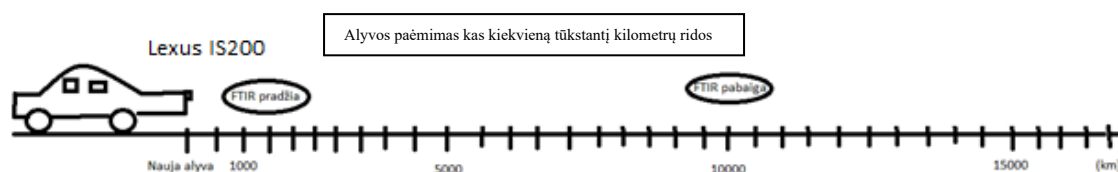
Tyrimo tikslas – nustatyti lengvojo automobilio variklinės alyvos sudėties kitimą didėjant kilometražui naudojantis FTIR spektroskopija.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Surinkti eksploatuojamų lengvųjų automobilių variklinės alyvos mėginius.
2. Išmatuoti surinktų mėginių FTIR spektrus ir juos įvertinti.
3. Nustatyti alyvoje vykstančius sudėties ir savybių pakitimus.
4. Teikti rekomendacijas alyvos keitimui.

Tyrimo metodika

Atliekant tyrimą buvo naudojama 10w40 klamos alyva. Alyva buvo naudojama nauja ir pirktas reikalingas kiekis to pačio gamintojo. Pravažiusus eksploatacinį laikotarpį (10000 km) buvo pakeistos alyvos ir paimti mėginėliai prieš pakeičiant ir po pakeitimo iškart, variklį pašildžius iki darbinės temperatūros. Tada paėmus mėginėlį ir sumaišius su reagentu atliekama FTIR spektroskopija. Tyrimo eiga ir FTIR spektroskopijos pradžia ir pabaiga parodyta 2 paveiksle.



2 pav. Mėginių ėmimo eiga

Fig. 2. Sampling procedure

Eksplloatuojama alyva buvo „Shell Helix HX7“. Naudotos alyvos specifikacijos pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Tiriama alyva

Table 1. Oil under investigation

Pavadinimas	SAE	ACEA	API
Shell Helix HX7	10W40	A3/B4	SM, CF

Tyrimo eksploatuotas automobilis

Tyrimui pasirinktas automobilis, išleistas senesniais metais, kad būtų galima pažvelgti į alyvoje atsirandančius didesnius kiekius teršalų. 2 lentelėje pateiktas tyrime eksploatuotas automobilis.

2 lentelė. Eksploatuotas automobilis

Table 2. Pre-owned car

Automobilio markės	Variklio kodas	Variklio tipas	Degalų rūšis	Tūris, l	Galia, kW	Pagaminimo metai	Rida
Lexus IS200	1G-FE	VDV	Benzinas/Dujos	2.0	114	2000	310000

Alyvos mėginių paėmimo etapai

1. Automobilio skydelyje pažymima rida, kad būtų galima stebėti, kol kilometražas pasieks 1 tūkst. km.
2. Pasiekus 1 tūkst. km ridos paimama alyvos. Prieš paimant alyvos pašildomas variklis iki darbinės temperatūros (90 °C). Nuo matuoklės alyva nubraukiama 5–6 kartus į mėginėlio sienelę.
3. Ant mėginėlio užrašomas kilometražas, kiek eksploatuota alyva.
4. Į stovą padedami visi mėginėliai, kad alyva subėgtų į mėginėlio dugną (žr. 3 pav.)



3 pav. Mėginėlis su reikiamu kiekiu alyvos

Fig. 3. Sample with the correct amount of oil

Tyrimams naudota įranga

FTIR spektroskopijai atlikti naudota universiteto įranga „JASCO FT/IR-4X“. Spektroskopas yra vidutinio infraraudonųjų spindulių (Mid-IR) srities Furjė transformacijos infraraudonųjų spindulių (FTIR) spektrometras, skirtas įvairioms analitinėms reikmėms, įskaitant variklinių alyvų analizę. Spektroskopas parodytas 4 paveiksle.



4 pav. Spektroskopas „JASCO FT/IR-4X“

Fig. 4. Spectroscope "JASCO FT/IR-4X"

Spektroskopo JASCO FT/IR-4X pagrindiniai techniniai duomenys:		
Spektrinė skiriamoji geba: 0,4; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0 cm ⁻¹ .		
Signalas ir triukšmo santykis: 35000:1 (esant 4 cm ⁻¹ skiriamajai gebai, 1 minutės kaupimui, ties 2200 cm ⁻¹).		
Interferometras: 45° Michelsono tipo su kampiniais veidrodžiais (corner-cube), automatinio derinimo mechanizmu ir DSP valdymu; sandari konstrukcija su KRS-5 langeliais, atspariais drėgmei.		
Šviesos šaltinis: aukšto našumo keraminis šviesos šaltinis, užtikrinantis maksimalų jautrumą.		
Detektorius: temperatūrai jautrus DLATGS detektorius, užtikrinantis aukštą jautrumą.		
Matmenys ir svoris: 386 mm (plotis) × 479 mm (gylis) × 254 mm (aukštis); svoris 18 kg.		
Matavimo spektrų diapazonas apima nuo ~4000cm ⁻¹ iki ~500 cm ⁻¹ .		
Duomenų analizei buvo naudojama programa „ATR PRO 4X VIEW“.		

Tyrimams naudotas standartas

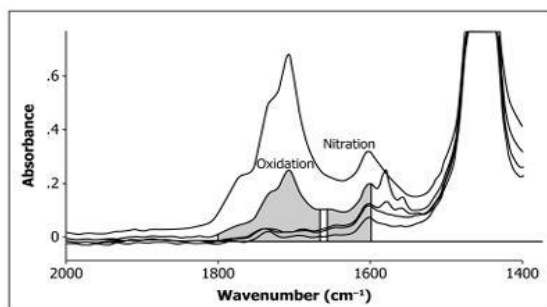
Atliekant tyrimą buvo remiamasi standartu ASTM E2412. Pagal ASTM E2412 standartą alyvoje tiriami produktai yra susiję su alyvos degradacija, užterštumu ar cheminiais pokyčiais, kurie gali atsirasti eksploatacijos metu. Pagal standartą yra tiriami šie produktai (žr. 3 lentelę).

3 lentelė. Naftos alyvų būklės stebėsenos parametrai – tiesioginė tendencija.

Table 3. Petroleum Lubricant Condition Monitoring Parameters—Direct Trending[5]

Komponentai	Matavimo sritis, cm ⁻¹	Pagrindiniai taškai, cm ⁻¹
Oksidai	Sritis 1800 – 1670	Minimumas 2200 – 1900 ir 650 – 550
Etileno glikolio aušinimo skystis	Sritis 1100 iki 1030	Minimumas 1130 – 1100 ir 1030 – 1010

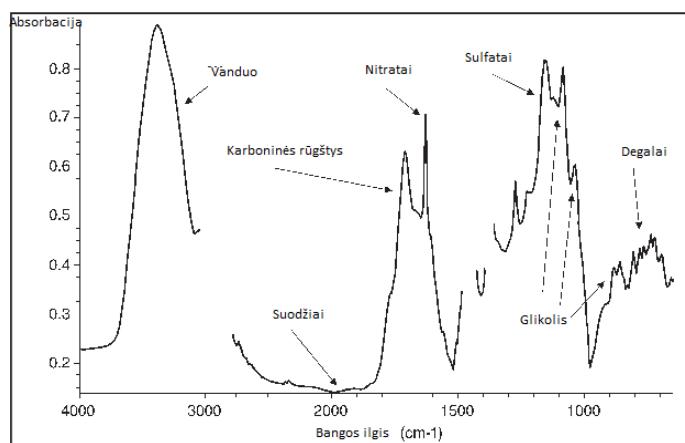
Pagal ASTM E2412-10 standartą yra brėžiama bazinė linija ir parenkami režiai, kuriuose aptinkami šie teršalai ir apskaičiuojamas pilkai pažymėtas plotas. Pagal ploto kitimą galima stebėti, kaip kinta teršalų kiekis alyvoje. 5 paveiksle pateikti oksidų ir nitratų pažymėti plotai.



5 pav. Oksidacijos ir nitracijos spektrų bazinės linijos [6]

Fig. 5. Baselines for oxidation and nitration spectra [6]

Taip pat visi teršalai, aptinkami naudotoje alyvoje, pateikti FTIR spektroskopijos grafike (žr. 6 pav.).



6 pav. Panaudotos alyvos skirtumų spektras [7]

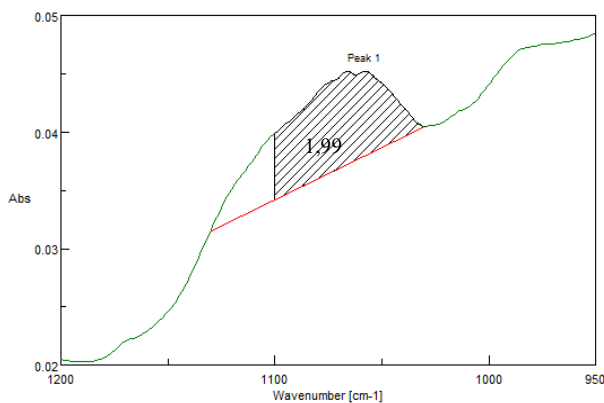
Fig. 6. Used oil difference spectrum [7]

Eksplotavimo aplinkybės

Automobilis buvo eksploatuojamas mišriu važiavimo režimu. Automobilis pagamintas 2000 metais. „Lexus IS200“ buvo eksploatuojamas ilgesniais atstumais, papildant variklį iki darbinės temperatūros. Kadangi „Lexus IS200“ turi benzininį VDV variklį, jo eksploatavimo sūkliai yra didesni (3000–3500 rpm.). Taip pat „Lexus IS200“ buvo eksploatuojamas tik šiltuoju laikotarpiu (kovo–lapkričio mėn.).

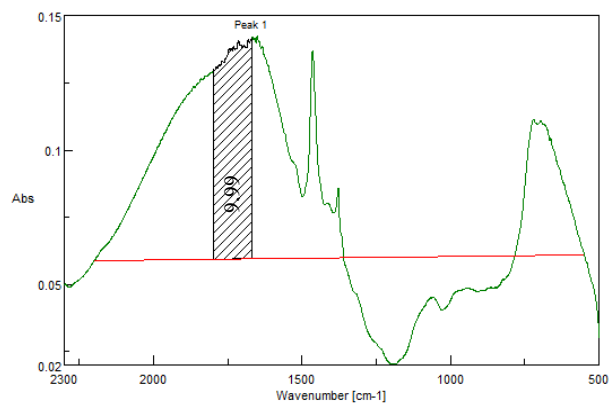
Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Variklinės alyvos analizė parodė, kad eksploatuojant alyvą, jos sudėtis kinta ne tik nuo ridos, bet ir nuo eksploatavimo sezono, eksploatavimo vietovės bei variklio būklės. Alyvoje buvo nagrinėjamas oksidų ir glikolio kiekių kitimas. Žemiau grafike pateikti naujos alyvos grafikai, atlikus FTIR spektroskopiją. 7 paveiksle pateiktas glikolio grafikas, o 8 paveiksle – oksidų grafikas.



7 pav. Glikolio ploto atskaitos pradžios grafikas

Fig. 7. Glycol area reference start graph

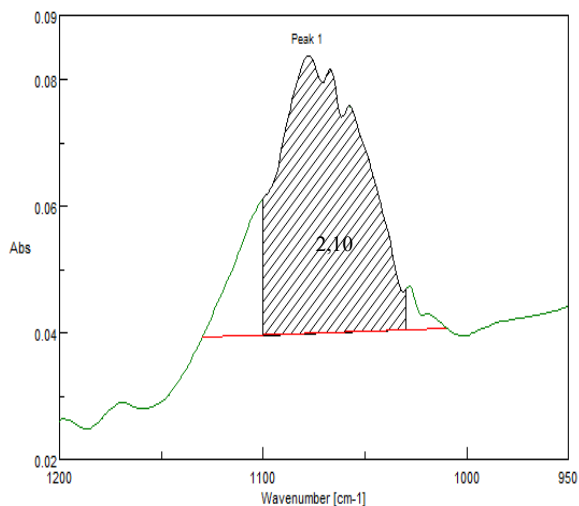


8 pav. Oksidų ploto atskaitos pradžios grafikas

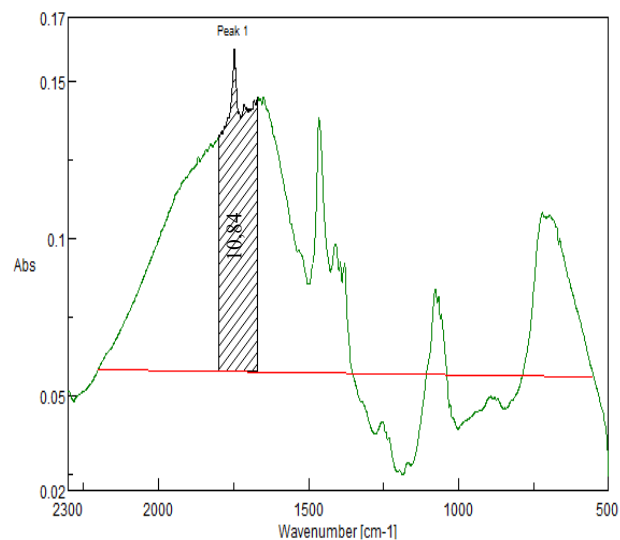
Fig. 8. Oxide area reference start graph

Naujos alyvos teršalų FTIR spektroskopijos grafikas ir pagal bazinę liniją apskaičiuotas plotas tai atspirties taškas, nuo kurio pradedama teršalų analizė. Gavus teršalų plotą po pirmo tūkstančio kilometrų ir atėmus pradinį teršalų plotą, gaunamas teršalų kiekis, kuris atsiranda po pirmo tūkstančio kilometrų ridos.

Glikolio pradinis atskaitos plotas yra 1,99, o oksidų – 9,99. Nuo atskaitinių plotų toliau stebimi teršalų kiekio kitimai. 9 ir 10 paveiksluose pavaizduotas teršalų kiekis ploto vienetais po 1000 km.



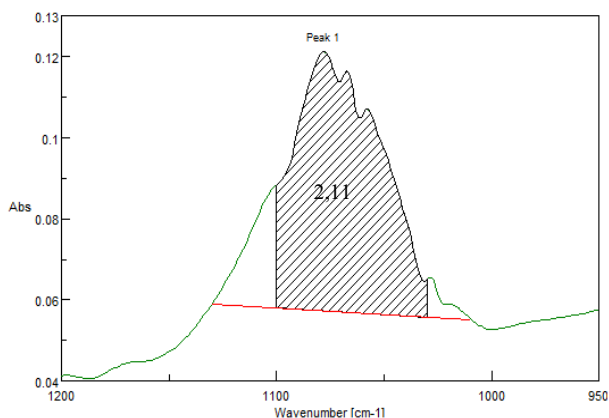
9 pav. Glikolio teršalų kiekio grafikas ties 1000 km
Fig. 9. Glycol emissions graph at 1000 km



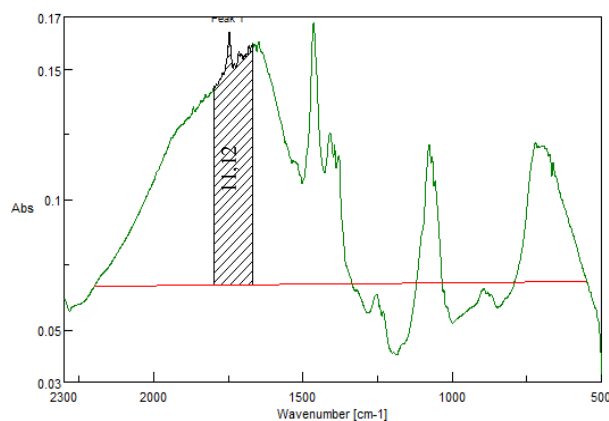
10 pav. Oksidų teršalų kiekio grafikas ties 1000 km
Fig. 10. Plot of oxide emissions at 1000 km

Alyvoje ties 1000 km glikolio kiekis padidėjo iki 2,10 ploto vienetų. Oksidų kiekis padidėjo iki 10,84. Lyginant procentaliai, glikolio kiekio padidėjimas nėra žymus. Kiekis padidėja per 5,3 proc. Glikolis yra aušinimo skysčio sudedamoji dalis. Kadangi glikolio kiekis po 1000 km padidėjęs, variklio blokas gali turėti mikro įtrūkimus, per kuriuos aušinimo skystis patenka į alyvą.

Lyginant oksidų kiekį alyvoje po pirmo tūkstančio kilometrų, kiekis pakito per 8,45 proc., lyginant su nauja alyva. Oksidai alyvoje atsiranda dėl aukštos eksploatavimo temperatūros. Tai reiškia, kad variklio temperatūra dažniausiai būna apie 90° C ar net daugiau. 11 ir 12 paveiksluose pateikti teršalų kiekiai po 2000 km.



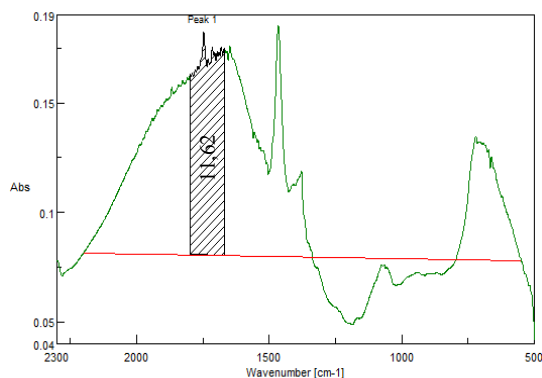
11 pav. Glikolio teršalų kiekio grafikas po 2000 km
Fig. 11. Graph of glycol emissions after 2000 km



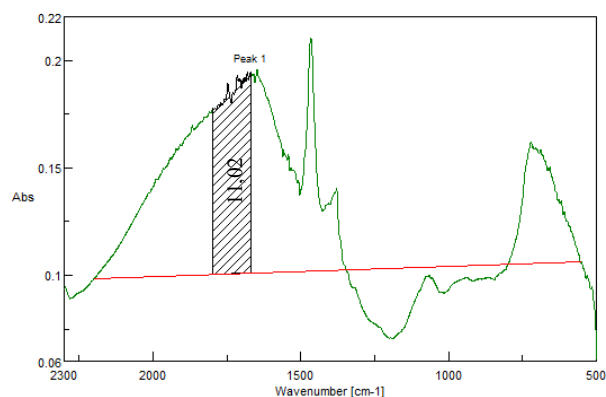
12 pav. Oksidų teršalų kiekio grafikas po 2000 km
Fig. 12. Graph of oxide emissions after 2000 km

Glikolio kiekis po 2000 km žymiai nepasikeitė – padidėjo iki 2,11, t. y. pakito per 0,52 proc. Kiekis stipriai nekinta, bet vis atsiranda glikolio. Norint tiksliai išsiaiškinti, ar tikrai yra glikolio, reikėtų atlikti kitus, detalesnius ir žymiai brangesnius tyrimus.

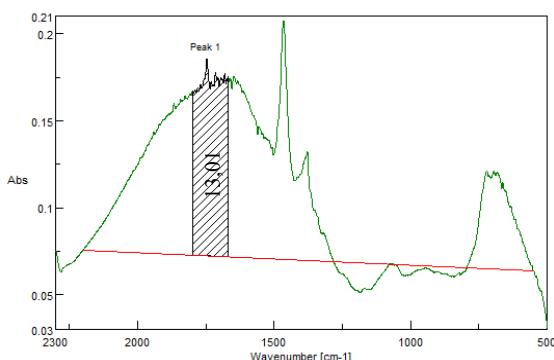
Oksidų kiekis alyvoje po 2000 km padidėjo iki 11,12, t. y. pakito per 2,62 proc.. Oksidų kiekis didėja gana stipriai. Kadangi oksidų kiekis kinta gana stipriai, tyrimas buvo tęsiamas toliau, o glikolio atsiradimo priežastis tiriama vėliau. Žemiau pateikti oksidų kiekio kitimo grafikai iki 6000 km.



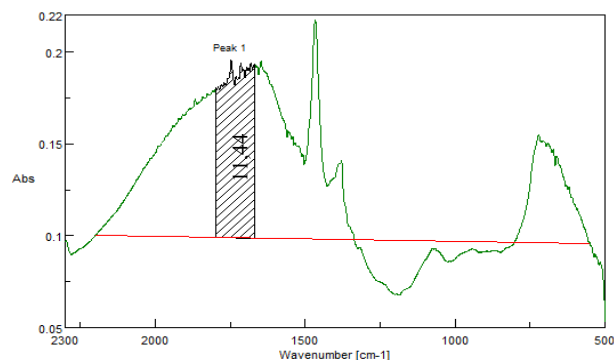
13 pav. Oksidų teršalų kiekio grafikas po 3000 km
Fig. 13. Oxide emissions graph after 3000 km.



14 pav. Oksidų teršalų kiekio grafikas po 4000 km
Fig. 14. Oxide emissions graph after 4000 km.



15 pav. Oksidų teršalų kiekio grafikas po 5000 km.
Fig. 15. Oxide emissions graph after 5000 km.



16 pav. Oksidų teršalų kiekio grafikas po 6000 km
Fig. 16. Graph of oxide emissions after 6000 km.

Stebint oksidų pokytį tarp 3000 km ir 4000 km, taip pat tarp 5000 km ir 6000 km oksidų kiekis sumažėja. Mažinant variklio apkrovą, temperatūrą oksidų atsiradimas susilpnėja. Važinėjant žemesniais variklio sūkais, žemesnėje lauko temperatūroje oksidų atsiradimas sulėtėja. Taip pat alyvoje esantys priedai (pavyzdžiui, fenoliai ar aminai) neutralizuoja oksidacijos procesus. Į alyvą patekę teršalai, tokie kaip degimo produktų suodžiai ar per nesandarumus patekusi drėgmė, gali veikti kaip katalizatoriai, spartinantys oksidacijos procesus [8].

Išvados

1. Eksploatuojamo lengvojo automobilio variklinės alyvos mėginiai buvo sėkmingai surinkti ir išanalizuoti naudojant FTIR spektroskopiją, o tai leido stebėti alyvos sudėties pokyčius realiomis eksploatacinėmis sąlygomis. Tyrimas patvirtino, kad alyvos degradacija priklauso ne tik nuo nuvažiuotų kilometrų, bet ir nuo variklio būklės.

2. Išmatuoti FTIR spektrai leido tiksliai identifikuoti alyvos cheminius pokyčius, ypač oksidacijos ir glikolio atsiradimo tendencijas. Rezultatai parodė, kad oksidacijos procesai spartėja esant aukštai variklio darbo temperatūrai, o glikolio buvimas gali rodyti variklio aušinimo sistemos nesandarumus.

3. Atlikus tyrimą, galima teigti, kad alyvos keitimo intervalai turėtų būti nustatomi individualiai, remiantis ne tik kilometražu, bet ir alyvos sudėties analize. Prailginti variklio tarnavimo laiką, sumažinti eksploatacines išlaidas ir prisidėti prie aplinkos tausojimo gali padėti alyvos stebėjimas ir išnaudojimas maksimaliai.

4. Pasiektas tyrimo tikslas – nustatyti variklinės alyvos sudėties kitimą naudojant FTIR spektroskopiją. Tyrimo rezultatai rodo, kad reguliari alyvos analizė leidžia užkirsti kelią galimiems variklio gedimams.

Literatūra

1. ASTM E2412-10. *Naudotos alyvos analizė ir FTIR spektroskopijos taikymas*. Prieiga per internetą: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/100251/dcaa11c47cfc4f408cfa7558136c84d4/ASTM-E2412-10-2018-.pdf> (žiūrėta 2025-02-24).

2. ASTM E2412-10. *Standard for Condition Monitoring of Used Lubricants by Trend Analysis*. Prieiga per internetą: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/100251/dcaa11c47cfc4f408cfa7558136c84d4/ASTM-E2412-10-2018-.pdf> (žiūrėta 2025-02-17).

3. ASTM E2412-10. *Standard Practice for Condition Monitoring of Used Lubricants by Trend Analysis Using Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy*. Prieiga per internetą: <https://www.astm.org/e2412-10.html> (žiūrėta 2024-12-15).
4. Ehsan, S., Sedman, J., van de Voort, F. R., Akochi-Koblé, E., Yuan, T., & Takouk, D. (2012). Analysis of base content in in-service oils by fourier transform infrared spectroscopy. *Journal of Laboratory Automation*, 17(3), 201-210. <https://doi.org/10.1177/2211068211431108>.
5. Kauno technologijos universitetas. *Naudotų alyvų analizė ir jų poveikis variklio eksploatacijai*. Prieiga per internetą: <https://epubl.ktu.edu/object/elaba:28899942/28899942.pdf> (žiūrėta 2025-02-30).
6. Macian, V., Tormos, B., García-Barberá, A., & Tsolakis, A. (2021). Applying chemometric procedures for correlation the FTIR spectroscopy with the new thermometric evaluation of Total Acid Number and Total Basic Number in engine oils. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 208, 104215.
7. Semantics Scholar. *FTIR Spectroscopy Figure*. Prieiga per internetą: <https://figures.semanticscholar.org/94810c9f950a410b3acf607e0972942ac82dc090/1-Figure1-1.png> (žiūrėta 2025-02-20).

APPLICATION OF FTIR SPECTROSCOPY TO THE ANALYSIS OF ENGINE OILS

Abstract

Proper vehicle maintenance requires timely engine oil changes. It is recommended to change engine oil every 10,000 km during vehicle operation. As mileage increases and oil is not changed on time, its lubrication properties begin to deteriorate. The less lubrication provided to essential engine components, such as cylinder walls, piston rings, and the valve timing mechanism, the shorter the engine's lifespan. FTIR spectroscopy allows for the identification of oil degradation products that emerge during vehicle operation and tracks changes in their concentrations as mileage increases. This method analyzes the presence of antioxidants, water, oxidation products, soot, nitrates, sulfates, glycol, anti-wear (AW) additives, and fuel in the oil. The study enables time-efficient analysis and precise determination of which oil parameters require further investigation. After an operational period of 10,000 km, the oil was changed. The results indicate that glycol and oxidation products appear in the oil from the very first thousands of kilometers. The concentration of oxidation products depends on seasonal conditions, driving modes, and the proper ignition of the air-fuel mixture. More aggressive driving—at higher RPMs and lower gears—leads to an increased presence of oxidation products. Additionally, a malfunctioning ignition system contributes to higher oxidation levels in the oil. Glycol contamination in engine oil can occur due to several factors, including defects in the cylinder head gasket or deformation of the engine block and cylinder head surfaces. When changing oil, it is essential to consider not only the mileage but also the operating period, driving conditions, and engine condition.

Keywords: FTIR, engine oil, operation, glycol, oxidation, oil degradation.