VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Edgar Sokolovskij, Jonas Matijošius

TRANSPORTO PRIEMONIŲ KONSTRUKCINĖS IR EKSPLOATACINĖS MEDŽIAGOS

Mokomoji knyga

Vilnius LEIDYKLA
TECHNIKA 2012

E. Sokolovskij, J. Matijošius. Transporto priemonių konstrukcinės ir eksploatacinės medžiagos: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012, 48 p. [3 aut. l. 2012 05 22]

Leidiny s skirtas sausumos transporto inžinerijos krypties automobilių transporto, transporto technologinių įrenginių ir geležinkelių transporto specializacijų studentams, studijuojantiems transporto priemonių ir stacionarių variklių degalus, variklių ir kitų agregatų, mechanizmų bei mazgų alyvas ir tepimo medžiagas. Knygoje aprašytos pagrindinės degalų, alyvų ir kitų techninių skysčių savybės ir jas apibūdinantys rodikliai, jų nustatymo priemonės ir metodai.

Mokomoji knyga tinka ir transporto priemonių techninės priežiūros bei remonto specialistams.

Leidinį rekomendavo VGTU Transporto inžinerijos fakulteto studijų komitetas

Recenzavo: doc. dr. Gintautas Bureika, Geležinkelių transporto katedra

doc. dr. Robertas Pečeliūnas, Automobilių transporto katedra

Leidiny s parengtas ir išleistas už Europos struktūrinių fondų lėšas, jomis finansuojant VGTU Transporto inžinerijos, Biomechanikos ir Aviacinės mechanikos inžinerijos projektą „Studijų programų atnaujinimas pagal ES reikalavimus, gerinant studijų kokybę ir taikant inovatyvius studijų metodus“ pagal Lietuvos 2007–2013 m. Žmoniškųjų išteklių veiksmų programos 2 prioriteto „Mokymasis visą gyvenimą“ VP1-2.2-ŠMM-07-K priemonę „Studijų kokybės gerinimas, tarptautiškumo didinimas“. Projekto kodas Nr. VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023, finansavimo ir administravimo sutartis Nr. VP1-2.2-ŠMM-07-K-01-023.

VGTU leidyklos TECHNIKA 1312-S mokomosios
metodinės literatūros knyga

<http://leidykla.vgtu.lt>

Redaktorė *Jūratė Balčiūnienė*

Maketuotoja *Birutė Bilotienė*

eISBN 978-609-457-200-5

doi:10.3846/1312-S

© Edgar Sokolovskij, 2012

© Jonas Matijošius, 2012

© VGTU leidykla TECHNIKA, 2012

TURINYS

Įvadas	4
1. Kuras ir techniniai skysčiai	5
2. Skysčio tankis ir jo nustatymas	14
3. Naftos produktų kinematinė klampa ir jos nustatymas	18
4. Naftos produktų pliūpsnio temperatūra ir jos nustatymas	25
5. Alyvos ir jų kokybės rodikliai	31
6. Dviejų skysčio komponentų mišinio paruošimas. Degalų oktaninio ir cetaninio skaičių apskaičiavimas	36
7. Vandens distiliavimas	39
8. Naftos produktų rūgštingumas ir šarmingumas. Jų nustatymas	42
9. Aušinimo skysčio užšalimo temperatūra ir elektrolito tankis	45
Literatūra	48

IVADAS

Taupant energetinius išteklius vis aktualesnis tampa transporto priemonių konstrukcinių ir eksploatacinių medžiagų racionalus naudojimas. Tačiau norint optimizuoti šių medžiagų naudojimą, t. y. mažinti jų sąnaudas ir didinti panaudojimo efektyvumą, būtinos žinios apie šių medžiagų savybes, įvairius procesus, vykstančius mechanizmuose (tepimo, degimo, aušinimo ir kt. procesus). Nepriekaištingą šiuolaikinių mašinų ir transporto priemonių veikimą galima užtikrinti tik kompleksinėmis priemonėmis, kurias sudaro modernūs konstrukciniai sprendimai jas projektuojant, kokybiškų ir tinkamų eksploatacinių ir konstrukcinių medžiagų naudojimas bei laiku ir kokybiškai atlikta techninė priežiūra. Kiekviena šios sistemos grandis yra svarbi. Net ir turint tobulas transporto priemones, bet naudojant nekokybiškas eksploatacines medžiagas (degalus, tepalus ir kt.) arba tinkamai neprižiūrint technikos, negalima užtikrinti ilgalaikio ir patikimo transporto priemonių darbo.

Ši mokomoji knyga skirta studentams, studijuojantiems transporto priemonių konstrukcines ir eksploatacines medžiagas. Praktinės užduotys, laboratoriniai darbai, susiję su įvairių techninių skysčių kokybės rodiklių nustatymu, leidžia geriau įsisavinti teorinį kursą, kurio didžiąją dalį sudaro žinios apie degalus, tepimo medžiagas ir kitus eksploatacinius skysčius. Jų metu studentai supažindinami su degalų, tepimo medžiagų ir kitų eksploatacinių skysčių savybėmis, jų kokybę apibūdinančiais rodikliais, žymėjimu. Atlikdami laboratorinius darbus ir praktines užduotis, studentai turi galimybę ne tik pamatyti, bet ir išmokti naudotis specialiais prietaisais ir įranga, skirtais eksploatacinių medžiagų pagrindiniams kokybės rodikliams nustatyti. Išklause teorinį kursą apie transporto priemonių konstrukcines ir eksploatacines medžiagas ir atlikę laboratorinius darbus, studentai turi ne tik turėti teorinių žinių, bet ir įgyti praktinių įgūdžių apie šių medžiagų kokybę, ją apibūdinančius rodiklius, jų nustatymo metodus ir įrangą, teisingo naudojimo sąlygas, saugumo reikalavimus dirbant su eksploataciniais skysčiais.

Mokomosios knygos įvadą ir 1–6 skyrius parengė doc. dr. Edgar Sokolovskij, 7–9 skyrius – mgr. Jonas Matijošius.

1. KURAS IR TECHNINIAI SKYSČIAI

Rengiant šį skyrių, panaudoti literatūros šaltiniai (Baczewski, Kałdoński 2008; Baczewski, Kałdoński 2005; Baltėnas *et al.* 1998; Bureika *et al.* 2008; Jučas 1992; Matijošius, Sokolovskij 2009; Speight 2008; Мартынюк *et al.* 1993; Стуканов 2003).

Kuras naudojamas šiluminei energijai gauti. Kuru vadinamos medžiagos, kurios lengvai užsidega, degdamos išskiria daug šilumos, yra kaitrios, paplitusios gamtoje ir lengvai gaunamos, patvarios ir pigios, degdamos nekenkia žmogui ir aplinkai. Kuras gali būti dujinis, skystasis ir kietasis. Lengviausiai dega dujinis kuras, nes jo molekulės lengvai maišosi su oru ir greičiau gali susijungti su jame esančiu deguonimi. Degant kietajam kurui, dalis šilumos sunaudojama jam suskaidyti, o degant skystajam kurui – jį išgarinti.

Vidaus degimo varikliuose naudojamas kuras vadinamas degalais. Skystus degalus sudeginti galima tik juos išgarinus. Siekiant, kad degalai kuo geriau sudegtų, stengiamasi juos kuo geriau išpurkšti. Degalų garų ir oro mišinys, naudojamas vidaus degimo varikliuose, vadinamas degiuoju mišiniu.

Vidaus degimo varikliuose degalų cheminė energija paverčiama šilumine, o šiluma – mechaniniu darbu.

Naftos produktai iš naftos pagal išgarinimo temperatūros didėjimą išsidistiluoja tokiu eiliškumu: dujos, benzinas, žibalas, gazolis (dyzelinas), mazutas (iš kurio vėliau vakuume išdistiluojamos alyvos). Išdistilavus iš mazuto alyvas, lieka gudronas, iš kurio gaunami bitumas ir asfaltinės medžiagos kelių dangoms tiesti.

Kaip degalai dažniausiai yra naudojami benzinas, dyzelinas, žibalas.

Benzinas

Benzinas būna automobilinis ir aviacinis. Jis naudojamas atitinkamai automobilių ir lėktuvų benzininiuose varikliuose.

Benzinas sudarytas iš angliavandenilių, turinčių nuo 6 iki 11 anglies (C_{6-11}) atomų. Benzino tankis $\rho = 710\text{--}780 \text{ kg/m}^3$, šilumingumas

$Q \cong 44\text{--}45 \text{ MJ/kg}$, klampa $\nu_{20} = 0,5\text{--}0,7 \text{ cSt (mm}^2/\text{s)}$, išgarinimo temperatūra – $35\text{--}195 \text{ }^\circ\text{C}$.

Vienas iš pagrindinių benzino rodiklių yra oktaninis skaičius (OS). Oktaninis skaičius parodo benzino atsparumą detonacijai (išankstiniam savaiminiam užsidegimui). Labai svarbu, kad benzinas variklyje užsidegtų nuo žvakių kibirkšties, t. y. tam tikru momentu, o ne savaime. Todėl benzinas turi būti kuo atsparesnis savaiminiam užsiliepsnojimui variklio cilindre.

Oktaninis skaičius nustatomas, lyginant tiriamąjį benziną su etaloniniais degalais, kurie ruošiami iš izooktano C_8H_{18} ir heptano C_7H_{16} . Izooktanas yra labai atsparus detonacijai ir jo oktaninis skaičius lygus 100, o heptano atsparumas detonacijai lygus 0. Sumaišant šiuos komponentus įvairiais santykiais, mišinio atsparumą detonacijai galima keisti nuo 0 iki 100. Nustatant oktaninį skaičių, bandymai atliekami specialiaame vieno cilindro variklyje, kurio suslėgimo laipsnį galima keisti. Pradžioje naudojamas tiriamasis benzinas, kurio oktaninį skaičių reikia nustatyti. Variklio suslėgimo laipsnis didinamas, kol variklis ima detonuoti. Detonaciją registruoja specialūs prietaisai. Po to, nekeičiant suslėgimo laipsnio, vietoj benzino į variklį tiekiami etaloniniai degalai. Jų sudėtis parenkama taip, kad detonacijos intensyvumas būtų lygiai toks pat, kaip ir tiriamojo benzino. Izooktano tūris procentais etaloniškuose degaluose ir yra benzino oktaninis skaičius. Pavyzdžiui, jeigu benzino mišinys su oru detonuoja lygiai taip pat, kaip naudojant etaloninį mišinį, susidedantį iš 95 % izooktano ir 5 % heptano, tai benzino oktaninis skaičius yra 95. Oktaninis skaičius nustatomas varikliniu ir tiriamuoju metodais. Abiem atvejais bandymai atliekami tuo pačiu varikliu, tik kiek skiriasi sąlygos (alkūninio veleno sukiai, uždegimo momentas, mišinio temperatūra). Oktaninis skaičius nustatytas varikliniu metodu (OSV) yra kiek mažesnis, nes nustatomas sunkesnėmis sąlygomis, o oktaninis skaičius nustatytas tiriamuoju metodu (OST) yra šiek tiek didesnis, nes nustatomas lengvesnėmis sąlygomis. Dažniausiai nurodomas oktaninis skaičius nustatytas tiriamuoju metodu (OST).

Kaip jau buvo minėta, detonacija – tai savaiminis, išankstinis mišinio sprogdymas. Tai įvyksta, kai angliavandeniliai oksiduojasi ir

užsidega anksčiau, negu juos pasiekia degimo zona. Mišinio degimo greitis tuomet yra apie 1500–2500 m/s, o normalaus degimo atveju jis yra apie 30–40 m/s. Paprastai mišinys detonuoja degimo pabaigoje, kai susidaro labai nestabilūs ir lengvai sprogstantys deguoniniai junginiai – oksidai ir peroksidai. Detonuojant susidaro smūginės bangos, kurios, sklisdamos dideliu greičiu, atsimuša į cilindro sienes, sukelia jų virpėjimą. Paprastai detonuoja tik keli procentai vėliausiai sudegančio mišinio. Detonacija labai žalinga varikliui, sumažėja jo galia ir ekonomiškumas, variklis kaista, labiau dyla. Detonacija būna tuo didesnė, kuo didesnis variklio suslėgimo laipsnis, kuo didesnė apkrova, didesnė temperatūra ir slėgis, kuo mažesnis benzino oktaninis skaičius. Kitas nenormalaus degimo atvejis yra kaitrinis degimas, nuo kurio įkaista variklio detalės.

Paprastai benzinas gaminamas naudojant mažo oktaninio skaičiaus bazinį benziną ir pridedant į jį didelio oktaninio skaičiaus komponentus bei priedus. Oktaninį skaičių galima pakelti:

1. Taikant benzino gamyboje šiuolaikines technologijas ir cheminius perdirbimo būdus, tokius kaip riformingas, izomerizacija ir kt.;
2. Įdedant didelio oktaninio skaičiaus komponentus, tokius kaip izooktanas, metiltretbutilo eteris (MTBE), etiltretbutilo eteris (ETBE) ir kt.;
3. Naudojant specialius priedus (cheminius junginius).

Automobilių varikliams paprastai naudojami benzina, kurių oktaninis skaičius nustatytas tiriamuoju metodu (OST) yra 92, 95, 98, o aviacinių benzinų oktaninis skaičius dar didesnis. Kuo didesnis variklio suslėgimo laipsnis ir kuo didesnė apkrova, tuo geresnių antidetonacinių savybų, t. y. aukštesnio oktaninio skaičiaus, benziną reikia naudoti.

Dyzelinas

Dyzelinas naudojamas dyzeliniuose varikliuose.

Dyzelinas sudarytas iš angliavandenilių, turinčių nuo 12 iki 17 anglies (C_{12-17}) atomų. Dyzelino tankis $\rho = 820\text{--}860 \text{ kg/m}^3$, šilumin-

gumas $Q \cong 43$ MJ/kg, klampa $\nu_{20} = 1,5\text{--}6$ cSt (mm^2/s), išgarinimo temperatūra – $160\text{--}380$ °C.

Vienas iš pagrindinių dyzelino rodiklių yra cetaninis skaičius (CS). Cetaninis skaičius parodo dyzelino užsidegamumą. Dyzeliniuose varikliuose įpurkšti į cilindrą degalai turi patys užsilipti. Kuo greičiau jie užsidega, tuo lengviau paleisti variklį, jis tyliau veikia ir mažiau dyla.

Cetaninis skaičius nustatomas, lyginant dyzeliną su etaloniniais degalais, kurie ruošiami iš cetano $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ ir α -metilnaftalino $\text{C}_{11}\text{H}_{10}$. Cetanas labai lengvai užsidega ir jo cetaninis skaičius lygus 100, o α -metilnaftalinas užsidega labai sunkiai ir jo užsidegamumas lygus 0. Sumaišant šiuos komponentus įvairiais santykiais, mišinio užsidegamumą galima keisti nuo 0 iki 100. Nustatant cetaninį skaičių, bandymai atliekami specialiaame vieno cilindro dyzeliniame variklyje, kurio suslėgimo laipsnį galima keisti. Pradžioje naudojamas tiriamasis dyzelinas, kurio cetaninį skaičių reikia nustatyti, ir nustatomas jo degimo indukcijos periodas. Po to, nekeičiant variklio nustatymų, vietoj dyzelino į variklį tiekiami etaloniniai degalai. Jų sudėtis parenkama taip, kad indukcijos periodas būtų lygiai toks pat, kaip ir tiriamojo dyzelino. Cetano tūris procentais etaloniniuose degaluose ir yra dyzelino cetaninis skaičius. Pavyzdžiui, jeigu dyzelino užsidegamumas lygiai toks pat kaip ir etaloninio mišinio, susidedančio iš 55 % cetano ir 45 % α -metilnaftalino, tai dyzelino cetaninis skaičius yra 55.

Žibalas

Žibalas naudojamas kaip degalai aviaciniuose ir kt. reaktyviniuose varikliuose, žibalo frakcijos gali būti naudojamos gaminant žeminių rūšių dyzeliną, siekiant palengvinti frakcinę jo sudėtį. Taip pat žibalas gali būti naudojamas techninėms reikmėms.

Dujiniai degalai

Dujiniai degalai dažniausiai naudojami kaip degalai benziniuose varikliuose, nes jie turi didelį oktaninį skaičių. Dažniausiai naudojamos suskystintos naftinės dujos (SND; angl. LPG – *liquefied*

petroleum gas), sudarytos iš propano C_3H_8 ir butano C_4H_{10} , taip pat suslėgtos gamtinės dujos (SGD; angl. CNG – *compressed natural gas*), kurių pagrindinis komponentas – metanas CH_4 .

Alyvos ir mazutas

Iš mazuto distiliuojant vakuume gaminamos alyvos. Liekana – gudronas naudojamas gaminant bitumą ir asfaltines medžiagas, naudojamas kelių dangoms tiesti. Alyvos būna variklinės, transmisinės, hidraulinės ir kt. Transmisinės alyvos paprastai yra gaminamos iš sunkesnių frakcijų, todėl yra didesnės klampos.

Techniniai skysčiai

Techniniai skysčiai gaminami iš angliavandenilių, glikolių, esterių, alkoholių, glicerino ir kt. cheminių medžiagų. Pagal panaudojimo sritį techniniai skysčiai skirstomi į eksploatacinius ir technologinius. Eksploataciniai skysčiai naudojami eksploatuojant mašinas, o technologiniai skysčiai – jas remontuojant. Eksploataciniai skysčiai būna hidrauliniai, aušinimo, apsauginiai, paleidimo, kosmetiniai, elektrolitai ir kt. Technologiniai skysčiai būna plovimo, tepimo-aušinimo, dažymo.

Tirpikliai ir skiedikliai

Tirpikliai naudojami medžiagai ištirpinti, o skiedikliai – atskiesti. Tirpikliai kartu yra ir skiedikliai ir gali būti naudojami vietoj jų. Tirpikliai būna naftiniai ir nenaftiniai. Naftiniai tirpikliai: vaitspiritas, nefrasas 80/120, nefrasas 155/200 ir kt. Nefraso pavadinimas sudarytas iš žodžių „naftinis tirpiklis“ santrumpų rusų kalba (rus. *нефрас* = *нефтяной растворитель*), skaičiai parodo, kokios frakcijos (pagal išgarinimo temperatūras) panaudotos gaminant tirpiklį. Naftiniai tirpikliai gali būti benzininiai (pavyzdžiui, nefrasas 80/120, kurį gaminant naudojamos benzino frakcijos), žibaliniai (pavyzdžiui, nefrasas 155/200, kurį gaminant naudojamos žibalo frakcijos). Nenaftiniai tirpikliai gaminami iš nenaftinės kilmės produktų, jiems priklauso acetonas ir jo pagrindu pagaminti tirpikliai (pavyzdžiui, tirpiklis 649 ir kt., kur skaičiai 64 rodo, kad tirpdo nitroceliuliozę, kuri įeina į nitroema-

linių dažų sudėtį), rūgštys, šarmai, terpentinas (gaminamas iš medžių saku) ir kt.

Degalų ir techninių skysčių kokybės vertinimas pagal išorinius požymius

Pagrindiniai išoriniai požymiai, pagal kuriuos atskiriami degalai ir techniniai skysčiai, yra spalva, kvapas, skaidrumas, mechaninės priemaišos, užterštumas vandeniu, garingumas. Patys paprasčiausi būdai bendrai įvertinti degalų ir techninių skysčių kokybę yra garinimas ant popieriaus ir deginimas ant stiklo. Tik ką pagamintuose degaluose nebūna nei vandens, nei mechaninių priemaišų. Jie patenka į degalus juos transportuojant, laikant ir naudojant. Degalai šviesoje turi būti skaidrūs ir švarūs, nei ant dugno, nei visame tūryje neturi būti jokių pašalinių kietų ar dervingų dalelių. Vandens neturintys degalai yra visiškai skaidrūs ir stiklinio indelio dugne nebūna jo nuosėdų, o degalai, kuriuose vandens yra daugiau, negu gali ištirpti, būna drumsti. Normaliomis sąlygomis vandens tirpumas naftos produktuose sudaro šimtąsias procento dalis, toks jo kiekis yra nekenksmingas ir nepakeičia degalų skaidrumo. Didesni, negu gali ištirpti, vandens kiekiai susikaupia rezervuarų dugne arba sudaro emulsijas su degalais. Degalų spalva priklauso nuo juose ištirpusių dervų kiekio. Dervos susidaro oksiduojantis degalams ir, kol ištirpsta degaluose, juos nudažo, o kai jų kiekis yra didesnis, negu gali ištirpti, – susidaro nuosėdos. Kokybiškesni šviesesni degalai, nes juose mažiau dervų. Dyzelinui spalvą gali suteikti taip pat sieros junginiai, nors dabar gaminamame dyzeline sieros junginių kiekis yra labai mažas ir griežtai ribojamas. Degalų ir techninių skysčių spalva ir skaidrumas įvertinami, įpilant į skaidraus stiklo cilindro formos (vienodo skersmens) indelius (kolbas). Benzinas pasižymi stipriu specifiniu kvapu. Dyzelino kvapas nėra stiprus, jis būdingas ir kitiems, išskyrus žibalą ir benzina, naftos produktams.

Pagal garinimą ant popieriaus galima bendrai spręsti apie frakcinę naftos produktų sudėtį. Ant balto popieriaus užlašinama po vieną lašą degalų ir techninių skysčių ir stebima, kaip jis garuoja. Fiksuojama

išgaravimo trukmė. Kadangi benziną, lyginant su kitais naftos produktais, sudarytas iš lengvesnių frakcijų, todėl jis išgaruoja greičiau, maždaug per 1 min. Naftos produktai, sudaryti iš sunkesnių frakcijų, garuoja ilgiau, todėl žibalo išgarinimo laikas bus ilgesnis nei benzino, o dyzelino dar daug ilgesnis. Iš garavimo intensyvumo galima nustatyti, ar į benziną nėra patekę sunkesnės frakcinės sudėties naftos produktų. Taip pat apžiūrima vieta, kur buvo užlašinta naftos produkto. Kuo šviesesnė liko dėmė, tuo švaresnis buvo benziną ar kitas naftos produktas. Jei produktas yra labai užterštas, kartais gali likti vizualiai matomų mechaninių priemaišų ir pan.

Kitas būdas bendrai spręsti apie naftos produktų sudėtį yra deginimas ant stiklo. Pagal tai, pavyzdžiui, galima atskirti paprastą benziną ir dvitakčiam varikliui naudojamą mišinį, sudarytą iš benzino ir alyvos. Kadangi dvitakčiame variklyje paprastai nėra atskiros tepimo sistemos, tai į benziną įmaišomas labai nedidelis kiekis alyvos (paprastai alyvos santykis su benzinu būna 1:20 ar dar mažesnis). Sudeginus tokius degalus, lieka alyvos lašelių, kurie atlieka tepimo funkciją. Sudeginus ant stiklo paprastą benziną, jis visiškai sudega. Deginant dvitakčiam varikliui naudojamą mišinį, sudarytą iš benzino ir alyvos, ant stiklo lieka alyvos lašeliai arba žiedai, nes jiems sudegti reikia daug aukštesnės temperatūros ir jie nesudega. Kažkiek dega tik lengviausios alyvos frakcijos, dėl to degant šiam mišiniui išsiskiria daugiau dūmų, nei pirmuoju atveju. Taigi taip galima spręsti ir ar benziną užsiteršęs sunkesnės frakcinės sudėties naftos produktais.

1.1 pav. pavaizduoti indeliai su nafta ir jos produktais (benzinu, žibalu, dyzelinu, buitiniu kuru, alyva, mazutu, bitumu, gudronu), techniniais skysčiais (tirpikliais, skiedikliais, aušinimo skysčiais ir kt.). Šie produktai skiriasi pagal savybes ir išorinius požymius: spalvą, kvapą, skaidrumą, vizualiai įvertina klampą (lyginant su kitais produktais), užterštumą priemaišomis ir kitais junginiais.

Naftos produktų ir techninių skysčių garai yra nuodingi.

1.1 pav. Nafta, jos produktai ir techniniai skysčiai

Garinant ant popieriaus, nustatomas naftos produktų ir techninių skysčių garingumas, o būtent išgarinimo trukmė. Taip pat įvertinama, ar ties produkto užlašinimo vieta yra kokių nors nešvarumų, priemaišų ir pan.

1.1 lentelėje išvardyti naftos produktai ir techniniai skysčiai bei jų savybės ir išoriniai požymiai.

1.1 lentelė. Naftos produktų ir techninių skysčių savybės bei išoriniai požymiai

Naftos produk- tas ar techninis skystis	Spalva	Kvapas	Skaid- rumas	Klampa	Užterš- tumas	Išgari- nimo laikas, s
1	2	3	4	5	6	7
Nafta						
Benzinas (šviežias)						
Benzinas (senas)						
Žibalas (reakty- vinis kuras)						
Žibalas (techninis)						
Dyzelinas (šviežias)						
Dyzelinas (senas)						

1	2	3	4	5	6	7
Dyzelinas (su dideliu sie- ros kiekiu)						
Biodyzelinas						
Buitinis kuras						
Mazutas						
Transmisinė alyva						
Variklinė alyva						
Gudronas						
Bitumas						
Vaitspiritas						
Nefrasas 80/120						
Acetonas						
Tirpiklis 649						
Terpentinai						
Aušinimo skystis						

2. SKYSČIO TANKIS IR JO NUSTATYMAS

Rengiant šį skyrių, panaudoti literatūros šaltiniai (Baltėnas *et al.* 1998; Jučas 1992; Matijošius, Sokolovskij 2009; Мартынюк *et al.* 1993; Стуканов 2003).

Tankis nustatomas dalijant medžiagos masę iš jos tūrio, išmatuoto 20 °C temperatūroje. Tankio matavimo vienetas (dimensija) SI sistemoje – kg/m³, taip pat kartais matuojamas g/cm³. Skysčio tankis nustatomas areometru.

Santykinis tankis yra medžiagos tankio 20 °C temperatūroje santykis su vandens tankiu 4 °C temperatūroje. Kadangi vandens tankis 4 °C temperatūroje yra 1 g/cm³, tai santykinis tankis skaitine reikšme sutampa su absoliutiniu, tik neturi dimensijos. Santykinis tankis yra žymimas ρ_4^{20} .

Esant 4 °C temperatūrai, vandens tankis yra lygus 1000 kg/m³ arba 1 g/cm³. Skysčių tankis priklauso nuo temperatūros, jai didėjant – tankis mažėja, o temperatūrai mažėjant – tankis didėja. Todėl, nurodant tankį, visada nurodoma temperatūra, kurioje jis buvo nustatytas.

Naftos produktų tankis priklauso ne tik nuo temperatūros, bet ir nuo jų cheminės sudėties. Kadangi vandenilio atominė masė yra daug mažesnė negu anglies, tai tankis yra mažesnis tų angliavandenilių, kurių molekulėse daugiau vandenilio atomų ir mažiau anglies atomų. Tokių angliavandenilių būna žemesnė virimo temperatūra, mažesnė klampa ir didesnis šilumingumas (nes vandenilis šilumingesnis negu anglis).

Iš tankio galima spręsti apie naftos produktų cheminę ir frakcinę sudėtį, klampą ir šilumingumą, naftos produkto rūšį, užsiteršimą kitos rūšies produktais. Tankiu naudojamas, kai reikia nustatyti naftos produktų masę, žinant tūrį, ir atvirkščiai. Pagal tankį nustatoma kai kurių techninių skysčių (tokių kaip antifrizas, elektrolitas ir kt.) koncentracija, kartu ir jų tinkamumas naudoti tam tikromis sąlygomis.

Orientaciniai naftos produktų tankiai yra tokie: benzino – 710–780 kg/m³, žibalo – 790–820 kg/m³, dyzelino – 820–860 kg/m³, alyvos – 900–950 kg/m³. Įvairioje literatūroje nurodomos skirtingos

atitinkamų naftos produktų tankių ribos, nes konkrečiu atveju, gaminant tam tikrus naftos produktus, gali būti naudojamos skirtingos frakcijos, t. y. gaminant naftos produktus skirtingais būdais gali būti gaunami kiek lengvesnės ar sunkesnės frakcinės sudėties produktai.

Tankio priklausomybė nuo temperatūros gali būti išreiškiama tokia formule:

$$\rho_t = \rho_{20} - \gamma(t - 20); \quad (2.1)$$

čia: ρ_t – skysčio tankis temperatūroje t (°C), kg/m³;

ρ_{20} – skysčio tankis temperatūroje 20 °C, kg/m³;

γ – tankio temperatūrinė pataisa, kg/(m³·°C);

t – temperatūra, kurioje nustatomas tankis, °C.

Tankis gali būti nustatomas, esant bet kokiai temperatūrai t (°C), o tada, jei reikia, apskaičiuojamas tankis normaliomis sąlygomis, t. y. esant plius 20 °C temperatūrai. Tam naudojama tokia formulė:

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20). \quad (2.2)$$

Analogiškai gali būti nustatomas tankis esant bet kokiai kitai temperatūrai. Pavyzdžiui, degalams kartais pagal standartus nustatomas tankis 15 °C temperatūroje.

Įvairių skysčių tankiai, norint juos lyginti tarpusavyje, turi būti nustatyti arba perskaičiuoti vienoje temperatūroje, tik tada galima juos lyginti tarpusavyje ir spręsti apie skysčių savybes. Esant kokiai nors kitai temperatūrai perskaičiuoti tankio nereikia, kai norima pagal skysčio tūrį nustatyti masę, arba atvirkščiai, esamoje temperatūroje. Tada naudojama tankio reikšmė, nustatyta šioje temperatūroje.

Areometrai (prietaisai skysčio tankiui nustatyti) būna trijų tipų:

1. 4 ženklų po kablelio tikslumu, su termometru;
2. 3 ženklų po kablelio tikslumu, su termometru (žr. 2.1 pav.);
3. 3 ženklų po kablelio tikslumu, be termometro (žr. 2.2 pav.).

2.1 pav. 2-o tipo areometras

2.2 pav. 3-io tipo areometrų komplektas

Nustatant tankį naftos produktas (benzinas, žibalas, dyzelinas ir kt.), kurio tankis bus nustatomas, įpilamas į skaidraus stiklo cilindro formos kolbą. Išmatuojama skysčio temperatūra. Prieš tai skystis turi būti laikoma pastovėti patalpoje, kurioje bus nustatomas jo tankis, kad nusistovėtų jo temperatūra. Iš pradžių paimamas mažiausiam tankiui matuoti skirtas areometras, nes per dideliui tankiui matuoti skirtas areometras gali nuskęsti. Tai ypač svarbu, kai tankis tiesiogiai matuojamas dideliame rezervuare ar kai skystis sumaišytas su kitokio tankio skysčiu – dėl to negalima iš anksto tiksliai numatyti galimų tankio reikšmių. Tada imamas kitas areometras ir t. t., kol areometras nusileis į skystį tiek, kad skysčio paviršius bus ties areometro tankių reikšmių skale. Kai areometras nustoja svyruoti, pagal skysčio paviršiaus viršutinį kraštą nustatomas skysčio tankis esamoje temperatūroje ρ_t (žr. 2.3 pav.). Pagal formulę (2.2) apskaičiuojamas tankis normaliomis sąlygomis ρ_{20} , t. y. tankis, esant plus 20 °C temperatūrai. Tankio temperatūrinės pataisos γ reikšmės surandamos pagal specialias lenteles. CGS sistemoje (g/cm^3) nustatytos tankio reikšmės gali būti perskaičiuojamos į SI sistemą (kg/m^3), ir atvirkščiai.

2.3 pav. Skysčio tankio nustatymas areometru

3. NAFTOS PRODUKTŲ KINEMATINĖ KLAMPA IR JOS NUSTATYMAS

Rengiant šį skyrių, panaudoti literatūros šaltiniai (Baltėnas *et al.* 1998; Jučas 1992; Matijošius, Sokolovskij 2009; Мартынюк *et al.* 1993; Стуканов 2003).

Klampa – tai rodiklis, įvertinantis skysčio vidaus trintį. Tai yra vienas iš pagrindinių degalų ir alyvų tekumą apibūdinančių rodiklių. Klampa būna dinaminė, kinematinė ir sąlyginė.

Trinties jėgą tarp dviejų paviršių, atskirtų skysčio sluoksniu, galima apskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$F = \eta Sv/h; \quad (3.1)$$

čia: η – dinaminė klampa, Pa · s;

S – kontaktuojančių paviršių plotas, m²;

v – paviršių judėjimo vienas kito atžvilgiu greitis, m/s;

h – skysčio sluoksnio storis, m.

Dinaminės klamos matavimo vienetas SI sistemoje – Pa · s. Taip pat naudojamas kitas dinaminės klamos matavimo vienetas – P (Puazas). Kadangi techninių skysčių klampa paprastai yra daug mažesnė negu 1 Pa·s ar 1 P, tai dažniausiai naudojami mažesni matavimo vienetai: mPa·s (1 mPa·s = 10⁻³ Pa·s) arba cP (1 cP = 10⁻² P). Norint perskaičiuoti vienus matavimo vienetus į kitus, vadovaujamasi tokiu jų ryšiu: 1 cP = 1 mPa·s. Dinaminė klampa nustatoma rotaciniu viskozimetru. Jo veikimo principas pagrįstas skysčio pasipriešinimo nustatymu, atitinkamu dažniu sukant į jį panardintą rotorį.

Praktikoje, pavyzdžiui, degalams, dažniau nustatoma skysčių kinematinė klampa ν . Tai santykinis skysčio vidaus trinties koeficientas, kurį galima apskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$\nu = \eta/\rho; \quad (3.2)$$

čia: ρ – skysčio tankis, kg/m³.

Kinematinės klampos matavimo vienetas SI sistemoje – m^2/s . Taip pat naudojamas kitas kinematinės klampos matavimo vienetas – St (Stoksas). Kadangi techninių skysčių klampa paprastai yra daug mažesnė negu $1 \text{ m}^2/\text{s}$ ar 1 St , tai dažniausiai naudojami mažesni matavimo vienetai: mm^2/s ($1 \text{ mm}^2/\text{s} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) arba cSt ($1 \text{ cSt} = 10^{-2} \text{ St}$). Norint perskaičiuoti vienus matavimo vienetus į kitus, vadovaujamas tokia jų ryšiu: $1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$. Kinematinė klampa nustatoma kapiliariniu viskozimetru. Jo veikimo principas pagrįstas nustatyto kiekio skysčio ištekėjimo per kapiliarą trukmės nustatymu. Nustačius ištekėjimo trukmę, skysčio kinematinę klampą tam tikroje temperatūroje ν_t [cSt ar mm^2/s] galima apskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$\nu_t = C \cdot \tau \cdot K; \quad (3.3)$$

čia: C – viskozimetro konstanta, cSt/s (mm^2/s^2);

τ – skysčio ištekėjimo trukmė, s;

K – koeficientas, įvertinantis skysčio hidrostatinio slėgio aukščio pakitimą priklausomai nuo temperatūros.

Koeficientas K , įvertinantis skysčio hidrostatinio slėgio aukščio pakitimą priklausomai nuo temperatūros, apskaičiuojamas pagal tokią formulę:

$$K = 1 + 0,00004(t_b - t_u); \quad (3.4)$$

čia: t_b – naftos produkto bandymo temperatūra, $^{\circ}\text{C}$;

t_u – naftos produkto temperatūra, užpildant viskozimetą, $^{\circ}\text{C}$.

Matyti, kad nedidelis naftos produkto bandymo temperatūros t_b ir jo temperatūros t_u , užpildant viskozimetą, skirtumas ($< 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$) neturi didelės įtakos klampos skaičiavimui, taigi galima teigti, kad tokiu atveju koeficientas $K = 1$. Tokiu atveju formulę (3.3) galima užrašyti taip:

$$\nu_t = C \cdot \tau. \quad (3.5)$$

Koeficiento K reikšmės gali turėti reikšmingą įtaką klampos skaičiavimui, kai naftos produkto bandymo temperatūra labai skiriasi nuo

jo temperatūros, užpildant viskozimetą, pavyzdžiui, kai nustatoma naftos produkto klampa esant plius 100 °C temperatūrai.

Sąlyginė klampa rodo, kiek kartų naftos produkto klampa, esant bandymo temperatūrai, skiriasi nuo distiliuoto vandens klamos, kurio temperatūra plius 20 °C. Tai 200 cm³ skysčio kurioje nors temperatūroje ir tokio pat distiliuoto vandens kiekio, kurio temperatūra plius 20 °C, ištekėjimo iš viskozimetro laiko santykis.

Skysčių klampa priklauso nuo temperatūros, jai didėjant – klampa mažėja, mažėjant – klampa didėja. Taigi nurodant klampą, visada nurodoma temperatūra, kurioje ji buvo nustatyta: ν_t , η_t (pavyzdžiui, ν_{40} ar ν_{100}).

Benzinų klampa yra labai nedidelė ($\nu_{20} = 0,5\text{--}0,7$ cSt) ir mažai priklauso nuo temperatūros, todėl šis rodiklis benzinams nėra svarbus. Iš tekumo rodiklių benzinams kontroliuojami tik mechaninių priemonių kiekis ir vandens kiekis.

Dyzelinas yra didesnės klamos nei benzinas, jo klampa labiau priklauso nuo temperatūros. Todėl dyzelinams kontroliuojama daugiau tekumo rodiklių, t. y. ne tik klampa, bet ir drumstimosi temperatūra, ribinė filtravimosi temperatūra, stingimo temperatūra, mechaninių priemonių kiekis, vandens kiekis, filtravimosi koeficientas.

Dyzelinui paprastai nustatoma kinematinė klampa, nes ji labai svarbi eksploatuojant variklį. Nuo kinematinės klamos priklauso degalų tekumas, tiekimo linijos agregatų išdilimo intensyvumas ir sandarumas, degiojo mišinio paruošimo kokybė. Klampesni degalai geriau tepa ir sandarina sandūras, tačiau sunkiau praeina per valymo filtrus ir blogiau susimaišo su oru, mažesnės klamos degalai – priešingai. Todėl dyzelino klampa turi būti optimali, nes ir per didelė, ir per maža klampa blogina degalų kokybę. Optimali dyzelino klampa – $\nu_{20} = 1,5\text{--}6$ cSt (mm²/s). Dyzelino klampa priklauso nuo temperatūros, ypač staigiai ji didėja esant neigiamai temperatūrai. Kadangi kuo mažesnė klampa, tuo paprastai ji mažiau priklauso nuo temperatūros, gaminant žieminių rūšių dyzeliną, stengiamasi palengvinti frakcinę jo sudėtį. Todėl žieminis dyzelinas paprastai būna mažesnės klamos (apie 1,5–5 cSt), o vasarinis dyzelinas gali būti kiek klampesnis (3–6 cSt). Žiemą dyzelino tekumą

gali sutrikdyti ir susidarantys parafino kristalai. Parafinų kristalai susidaro tuo intensyviau, kuo daugiau degaluose yra alkanų grupės angliavandenilių, kurie normaliomis sąlygomis yra labai pageidaujamas dyzelino komponentas, nes pagerina dyzelino užsidegamumą, kartu ir jo cetaninį skaičių. Nukritus temperatūrai, alkanų grupės angliavandeniliai kristalizuojasi, pakeldami stingimo temperatūrą. Siekiant, kad žiemą dyzelinas būtų kuo mažiau linkęs drumstis ir stingti, gaminant žieminių rūšių dyzeliną, atliekama deparafinizacija. Deparafinizacijos tikslas – pašalinti iš naftos produktų kietus angliavandenilius, nes norima pažeminti stingimo temperatūrą. Deparafinizuojant paprastai pašalinami didelės molekulinės masės alkanų grupės angliavandeniliai ir kt. nepageidaujami junginiai. Deparafinizuoti degalus galima įvairiais būdais. Vienas iš jų – deparafinizuojant kristalizacija. Dyzelinas skiedžiamas tirpikliais, tada atšaldomas iki žemos temperatūros. Skiediniuose kieti angliavandeniliai lengviau kristalizuojasi ir juos nesunku atskirti centrifuga. Deparafinizuotas produktas turi daug žemesnę stingimo temperatūrą nei žaliava ir gali būti naudojamas gaminant žieminių rūšių dyzeliną. Po deparafinizacijos, pašalinus alkanų grupės angliavandenilius, kiek pablogėja dyzelino užsidegamumas, kartu sumažėja jo cetaninis skaičius. Norint padidinti deparafinizuoto dyzelino cetaninį skaičių, į jį dedama specialių priedų – užsidegimo iniciatorių.

Klampa yra taip pat labai svarbus alyvų kokybės rodiklis. Hidraulinė alyvų, kurios dirba ganėtinai žemoje temperatūroje, kinematinė klampa paprastai nustatoma plius 40 °C temperatūroje. Variklinių ir transmisinių alyvų, naudojamų aukštoje temperatūroje, kinematinė klampa paprastai nustatoma plius 100 °C temperatūroje, nes būtina žinoti ne tik jų klampą normaliomis sąlygomis, bet ir klampą darbinėje temperatūroje.

Variklinėms ir transmisinėms alyvoms, ypač visasezonėms, dažnai nustatoma grafinė klamos priklausomybė nuo temperatūros $\nu = f(t)$, nes reikia žinoti klamos priklausomybę nuo temperatūros, tai yra kaip kinta klampa, esant aukštai ir žemai temperatūrai.

3.1 pav. pavaizduotas kapiliarinis viskozimetras. Matuojant naftos produktų kinematinę klampą, viskozimetro kapiliaro dydis (jo

skersmuo) parenkamas taip, kad skystis ištekėtų per tam tikrą laiką (paprastai ne ilgiau kaip per 3 min.), kitaip padidėja matavimo paklaida. Taigi klampesnių naftos produktų kinematinė klampa matuojama kapiliariniais viskozimetrais su didesnio skersmens kapiliaru, o mažesnės klampos produktų – su mažesnio skersmens kapiliaru. Priklausomai nuo kapiliaro skersmens kiekvienas kapiliarinis viskozimetras turi savo viskozimetro konstantą (paprastai matuojama cSt/s arba mm^2/s^2), kuri nurodoma jo naudojimo instrukcijoje.

Paprastai nustatoma dyzelino kinematinė klampa, nes tai yra labai svarbus jo kokybės rodiklis. Prieš bandymus viskozimetras turi būti kruopščiai išplautas, panaudojant tam skirtas specialias priemones, ir išdžiovinintas džiovinimo spintoje. Naftos produktas prieš bandymą filtruojamas. Termostate nustatoma reikiama temperatūra.

3.1 pav. Kapiliarinis viskozimetras

Kapiliarinis viskozimetras užpildomas naftos produktu pagal specialią metodiką.

Kapiliarinis viskozimetras užpildomas taip: žarnelė, kuri matuojant klampą būna užmauta ant viskozimetro ilgesnio stiklinio vamzdelio (žr. 3.1 pav.), užmaunama ant trumpesnio jo vamzdelio antgalio. Apvertus viskozimetrą, jo ilgesnio stiklinio vamzdelio galas panardinamas į skystį, kuriuo norima užpildyti viskozimetrą. Trumpesnis viskozimetro vamzdelis tuo metu turi būti užkimštas. Sudarant trumpesniame stikliniame vamzdelyje slėgį, mažesnę nei ilgesniame vamzdelyje (tai daroma per ant antgalio užmautą žarnelę), skystis pradeda kilti ilgesniu vamzdeliu. Kai skystis pasiekia tam tikrą ribą (ji yra pažymėta brūkšneliu), viskozimetras apverčiamas į normalią padėtį. Žarnelė nuo viskozimetro trumpesnio vamzdelio antgalio nuimama ir užmaunama atgal ant viskozimetro ilgesnio vamzdelio (žr. 3.1 pav.). Viskozimetre turi būti tam tikras konkretus skysčio kiekis, jeigu jo yra daugiau ar mažiau, tai padidėja matavimo paklaida. Taip pat reikia stengtis, kad užpildant viskozimetrą į jį nepatektų oro burbuliukų.

Užpildytas kapiliarinis viskozimetras įstatomas į termostatą vertikaliai, kad visos 3 burbuolės būtų panardintos (žr. 3.2 pav.). Sudarant viskozimetro ilgesniame stikliniame vamzdelyje slėgį, mažesnę nei ilgesniame (tai daroma per ant jo uždėtą žarnelę), skystis pradeda kilti kapiliaru ir užpildo ilgesniame stikliniame vamzdelyje esančias burbuoles. Naftos produkto turi būti įtraukta tiek, kad viršutinė burbuolė būtų užpildyta apie $1/3$ jos aukščio. Kol žarnelės galas yra užkimštas, skysčio paviršius lieka tame pačiame aukštyje. Pasiruošus matuoti, žarnelės galas atidaromas ir skystis pradeda bėgti žemyn. Chronometru arba laikrodžiu užfiksuojamas laikas τ (sekundėmis), per kurį naftos produktas išteka nuo brūkšnelio, esančio tarp burbulių, iki brūkšnelio, esančio ant kapiliaro. Kapiliarinis viskozimetras parenkamas taip, kad skystis ištektų per tam tikrą laiką (paprastai ne ilgiau kaip per 3 min.), jeigu tai trunka ilgiau, padidėja matavimo paklaida, todėl parenkamas kitas (didesnio kapiliaro skersmens) viskozimetras.

Bandomo naftos produkto kinematinė klampa apskaičiuojama pagal formulę (3.3). Konkrečių kapiliarinių viskozimetrų konstantų C reikšmės (cSt/s ar mm^2/s^2) pateikiamos jų techninėje dokumentacijoje. Koeficientas K , įvertinantis skysčio hidrostatinio slėgio aukščio pokytį

priklausomai nuo temperatūros, apskaičiuojamas pagal formulę (3.4). Jeigu naftos produkto bandymo temperatūra tokia pati kaip ir jo užpildymo temperatūra, t. y. $t_b = t_u$, arba šių temperatūrų yra labai nedidelis skirtumas ($< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), tai galima naudotis supaprastinta formule (3.5).

Naftos produktų kinematinė klampa apskaičiuojama 4 reikšmingų skaičių tikslumu.

Apskaičiavus naftos produkto kinematinę klampą, jos reikšmė (cSt, mm^2/s) gali būti perskaičiuojama į SI sistemą (m^2/s), ir atvirkščiai.

Pagal formulę (3.2) gali būti apskaičiuojama dinaminė klampa η ($\eta = \nu \cdot \rho$). Priėmus tam tikrą naftos produkto tankio reikšmę (turi būti priimamas to paties naftos produkto tankis esant tai pačiai temperatūrai), gali būti apskaičiuojama dinaminė klampa η . SI sistemoje gauta dinaminės klamos reikšmė (Pa·s) gali būti pervedama į P (arba cP), ir atvirkščiai.

Jeigu nustatoma naftos produkto kinematinė klampa aukštesnėje nei aplinkos temperatūroje, tai temperatūra termostate pakeliama elektros krosnele (žr. 3.3 pav.). Tuomet naftos produkto bandymo temperatūra skirsis nuo jo užpildymo temperatūros ir skaičiuojant kinematinę klampą reikia naudotis formule (3.3). Kai bandymo temperatūra didesnė kaip plius $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, termostatas užpildomas ne vandeniu (kuris tokiu atveju gali pradėti virti), o šviesia mineraline alyva.

3.2 pav. Naftos produkto kinematinės klamos nustatymas kapiliariniu viskozimetru

3.3 pav. Naftos produkto kinematinės klamos nustatymas kapiliariniu viskozimetru, pakeliant bandymo temperatūrą elektros krosnele

4. NAFTOS PRODUKTŲ PLIŪPSNIO TEMPERATŪRA IR JOS NUSTATYMAS

Rengiant šį skyrių, panaudoti literatūros šaltiniai (Baltėnas *et al.* 1998; Jučas 1992; Matijošius, Sokolovskij 2009; Мартынюк *et al.* 1993; Стуканов 2003).

Degalų degimo procese išskiriamos trys fazės: užsiliepsnojimo, intensyvaus degimo ir baigiamojo degimo. Degimo metu degalų molekulės intensyviai oksiduojasi, t. y. jungiasi su deguonimi. Temperatūrai kylant, oksidacijos reakcijos intensyvėja ir degalai užsiliepsnoja. Užsiliepsnojimas yra pradinė fazė, kurios metu degalai įkaista iki temperatūros, reikalingos degimui. Degalams užsiliepsnojus, prasideda intensyvaus degimo fazė, kurios metu sudega pagrindinė masė degalų. Degalų likučiai sudega baigiamojo degimo fazėje. Po intensyvaus dyzelinių degalų degimo fazės dar išskiriama lėtojo degimo fazė, kurios metu sudega sunkesnės degalų frakcijos, nespėjusios sudegti intensyvaus degimo fazėje.

Degalų užsiliepsnojimas vertinamas pliūpsnio (plyksnio), užsiliepsnojimo ir savaiminio užsiliepsnojimo temperatūromis. Pliūpsnio (plyksnio) temperatūra – tai tokia žemiausia temperatūra, kuriai esant kaitinamo naftos produkto garai su aplinkos oru sudaro tokį mišinį, kuris, priartinus prie jo atvirą ugnį, plyksteli ir vėl užgęsta. T. y. susidaro pakankamas naftos produkto garų kiekis, kad įvyktų plyksnis, bet nepakankamas, kad produktas nuolat degtų. Liepsna gęsta todėl, kad produkto garavimo greitis yra per mažas. Lengvesnių naftos produktų pliūpsnio temperatūra būna žemesnė, nes greičiau susidaro galinčios užsidegti koncentracijos garų ir oro mišinys. Saugesni yra tie naftos produktai, kurių pliūpsnio temperatūra yra aukštesnė. Užsiliepsnojimo temperatūra – tai tokia žemiausia temperatūra, kurioje naftos produktai, priartinus ugnį, užsiliepsnoja ir dega neužgesdami. Tai yra naftos produkto garų kiekis, jau yra pakankamas, kad produktas degtų nuolat. Savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra – tai tokia žemiausia temperatūra, kurioje naftos produktai užsiliepsnoja savaime. Lengviausiai dega dujiniai degalai, nes jų molekulės lengviausiai maišosi su oro

ir jungiasi su jame esančiu deguonimi. Degant kietajam kurui, dalis šilumos sunaudojama jam suskaidyti, o degant skystiems degalams, – jiems išgarinti. Siekiant pagerinti maišymąsi su oru, degalai deginami išpurkšti.

Pliūpsnio temperatūra yra labai svarbus variklinių alyvų rodiklis. Kuo ji žemesnė, tuo labiau alyva garuoja, daugiau jos išgaruoja ir su dega variklyje, dėl to dažniau reikia papildyti alyvos kiekį karteryje, daugiau jos sunaudojama. Iš pliūpsnio temperatūros galima spręsti apie alyvos užsiteršimą kitais produktais. Iš smarkiai sumažėjusios alyvos pliūpsnio temperatūros galima spręsti, kad alyva gali būti užteršta degalais, kurių pliūpsnio temperatūra yra žemesnė.

Degalų pliūpsnio temperatūra nustatoma uždengto tigelio metodu, t. y. juos kaitinant uždarame inde. Kai degalų temperatūra priartėja prie galimos pliūpsnio temperatūros, indas atidengiamas ir prie jo priartinama atvira ugnis. Kai pasiekiami pliūpsnio temperatūra, garai plyksteli ir vėl užgęsta. Alyvų pliūpsnio temperatūra nustatoma atviro tigelio metodu, t. y. jas kaitinant atvirame inde, nes jos sunkiau garuoja.

Naftos produktų užsiliepsnojimo temperatūra paprastai yra šiek tiek (5–10 °C) didesnė už jų pliūpsnio temperatūrą. Užsiliepsnojimo temperatūra nustatoma atvirame inde, nes degimui reikalingas pakankamas oro (deguonies) kiekis.

Taigi pliūpsnio temperatūra apibūdina naftos produktų garavimo (lakumo) ir gaisrines savybes. Degimui būtina, kad degalai gerai maišytųsi su oru. Geriau dega tie degalai, kurių geresnės garavimo (lakumo) savybės, t. y. tie produktai, kurie turi žemesnę pliūpsnio temperatūrą. Vertinant gaisrines savybes, tokie produktai mažiau saugūs. Saugesni yra tie naftos produktai, kurių pliūpsnio temperatūra yra didesnė.

Benzino pliūpsnio temperatūra yra labai žema (minus 27 °C–minus 43 °C), todėl, nesvarbu, kokios jis rūšies, kokie jo gamybos būdai ir pan., gaisrinio saugumo prasme jis yra labai pavojingas produktas, todėl benzinų pliūpsnio temperatūra nenurodoma net jų kokybės pažymėjimuose.

Dyzelino pliūpsnio temperatūra yra šiek tiek didesnė (plius 30 °C–plius 75 °C). Pagal pliūpsnio temperatūrą dyzelinai skirstomi į bendros paskirties ir didesnio saugumo, kuris naudojamas uždaroje patalpose, laivuose ir t. t. naudojamiems varikliams. Todėl dyzelinui pliūpsnio temperatūra yra svarbus rodiklis, rodantis gaisrinį jų saugumą, ir šis rodiklis nurodomas dyzelinų kokybės pažymėjimuose.

Žibalo pliūpsnio temperatūra yra šiek tiek mažesnė nei dyzelino (plius 28 °C–plius 50 °C).

Kaip jau minėta anksčiau, naftos produktų užsiliepsnojimo temperatūra paprastai yra šiek tiek (5–10 °C) didesnė už jų pliūpsnio temperatūrą. Savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra yra daug didesnė: benzino – apie plius 260–300 °C, žibalo – apie plius 220 °C, dyzelino – apie plius 280–330 °C.

Būtent pagal pliūpsnio temperatūrą naftos produktai skirstomi į atitinkamas kategorijas: degiuosius skysčius (kurių pliūpsnio temperatūra yra plius 60,5–93 °C) ir liepsniuosius skysčius (kurių pliūpsnio temperatūra yra žemesnė kaip plius 60,5 °C). Liepsnieji skysčiai dar skirstomi į labai pavojingus; pavojingus; pavojingus aukštesnėje temperatūroje.

Degalai priskiriami prie ugniai pavojingų, sveikatai ir aplinkai kenksmingų medžiagų.

4.1 pav. pavaizduotas uždengto tigelio prietaisas pliūpsnio temperatūrai nustatyti. Naftos produktas (pavyzdžiui, dyzelinas) paruošiamas bandymui, iš jo pašalinamas vanduo (pavyzdžiui, valgomąja sausa druska). Prieš bandymą naftos produktas ir tigelis turi turėti temperatūrą, ne mažiau kaip 20 °C žemesnę negu laukiamoji pliūpsnio temperatūra. Naftų produktų, pavyzdžiui, dyzelino, laukiamąją pliūpsnio temperatūrą galima sužinoti iš jų kokybės pažymėjimo (žr. 4.3 pav.). Į tigelį iki žiedinės briaunos įpilamas naftos produktas (pavyzdžiui, dyzelinas). Tigelis uždengiamas ir nustatoma temperatūra (tigelyje yra speciali anga termometrui įstatyti).

4.1 pav. Uždengto tigelio prietaisas
pliūpsnio temperatūrai nustatyti

4.2 pav. Tigelis su atidarytu
dangteliu

Ijungiamas prietaisas su įstatytu tigeliu. Kaitinimo greitį galima reguliuoti autotransformatoriumi. Jeigu naftos produkto pliūpsnio temperatūra yra iki plus 50 °C, jis turi būti kaitinamas 1 °C/min. greičiu. Jeigu naftos produkto pliūpsnio temperatūra yra nuo plus 50 °C iki plus 150 °C, jis turi būti kaitinamas 5–8 °C/min. greičiu. Naftos produktas visą laiką turi būti maišomas maišykle, kuri yra įmontuota tigelio dangtelyje (žr. 4.2 pav.), kad produktas būtų vienodai įkaitęs per visą tigelio tūrį. Kai naftos produkto temperatūra būna 10 °C žemesnė negu laukiamoji pliūpsnio temperatūra, reikia pradėti uždeginėti naftos produktą. Norint tiksliai nustatyti pliūpsnio temperatūrą, uždeginėti reikia kas 1 °C. Dangtelio langelis atidaromas vienai sekunde ir, priartinus atvirą ugnį, bandoma uždegti naftos produktą. Tuo metu nustojama maišyti naftos produktą. Pliūpsnio temperatūra yra ta, kuriai esant, priartinus atvirą ugnį, naftos produkto paviršiuje pasirodo pirmoji melsva liepsnelė, kuri greit ir užgęsta. Jeigu tai neįvyksta, tigelio langelis uždengiamas, naftos produktas toliau kaitinamas jį maišant ir viskas kartojama iš naujo, kol pasiekama naftos produkto pliūpsnio temperatūra.

Kokybės rodikliai <i>Property</i>	Norma <i>Norm</i>	Faktiškai <i>In fact</i>	Metodai <i>Test method</i>
1. Cetaninis skaičius, ne mažesnis <i>Cetane number, min.</i>	51,0	51,6	LST EN ISO 5165
2. Cetaninis indeksas, ne mažesnis <i>Cetane index, min.</i>	46,0	47,9	LST EN ISO 4264
3. Tankis, esant 15 °C, kg/m ³ <i>Density at 15 °C, kg/m³</i>	820–845	844,6	LST EN ISO 3675 LST EN ISO 12185
4. Policiklinių aromatinių angliavandenilių kiekis, % masės, ne didesnis <i>Polycyclic aromatic hydrocarbons, % (m/m), max.</i>	11	5	LST EN 12916
5. Sieros kiekis, mg/kg, ne didesnis <i>Sulfur content, mg/kg, max.</i>	50,0	32,6	LST EN ISO 20846
6. Pliūpsnio temperatūra, °C, aukštesnė kaip <i>Flash point, °C, above</i>	55	65	LST EN ISO 2719
7. Koksingumas (produkto distiliavimo 10 % likučio), % masės, ne didesnis <i>Carbon residue (on 10 % distillation residue), % m/m, max.</i>	0,30	0,03	LST EN ISO 10370
8. Pelenų kiekis, % masės, ne didesnis <i>Ash content, % m/m, max.</i>	0,01	0,01	LST EN ISO 6245
9. Vandens kiekis, mg/kg, ne didesnis <i>Water content, mg/kg, max.</i>	200	38	LST EN ISO 12937
10. Teršalų kiekis, mg/kg, ne didesnis <i>Total contamination, mg/kg, max.</i>	24	4	LST EN 12662
11. Vario plokštelės korozija (3 h esant 50 °C), korozijos laipsnis, ne didesnis <i>Copper strip corrosion (3 h at 50 °C), rating, max.</i>	1 class 1	1a	LST EN ISO 2160
12. Oksiduotų medžiagų kiekis, g/m ³ , ne didesnis <i>Oxidation stability, g/m³, max.</i>	25	7	LST EN ISO 12205
13. Tepumo savybės, patikslintos pagal skersmens nusidėvėjimą (wsd 1,4) esant 60 °C, µm, ne daugiau <i>Lubricity, corrected wear scar diameter (wsd 1,4) at 60 °C, µm, max.</i>	460	214	LST EN ISO 12156-1
14. Klampa, esant 40 °C, mm ² /s <i>Viscosity, at 40 °C, mm²/s</i>	2,00–4,50	2,53	LST EN ISO 3104
15. Distiliacijos charakteristikos: <i>Distillation:</i>			LST EN ISO 3405

4.3 pav. Dyzelino kokybės pažymėjimas

Nustačius naftos produkto pliūpsnio temperatūrą, jis gali būti toliau kaitinamas, kad būtų pasiekta jo užsiliepsnojimo temperatūra, kuri paprastai yra apie 5–10 °C didesnė už pliūpsnio temperatūrą. Ją pasiekus, priartinus ugnį, naftos produktas užsiliepsnoja ir dega neužgesdamas. Užsiliepsnojimo temperatūra nustatoma atvirame inde, nes degimui reikalingas pakankamas oro kiekis. Tam, kad naftos produktas degtų neužgesdamas, tigelis turi būti atidarytas. Nesant galimybės jo atidaryti (tigelis yra karštas), galima pasiekus užsiliepsnojimo temperatūrą, bandyti uždegti naftos produktą ir nenuėmus tigelio dangtelio. Nors tokiu atveju dėl oro trūkumo liepsna gali užgesti, bet matyti, kad ne tik įvyksta pliūpsnis, bet naftos produktas toliau dega ir užgesta tik dėl to, kad neužtenka degimui būtino oro kiekio.

5. ALYVOS IR JŲ KOKYBĖS RODIKLIAI

Rengiant šį skyrių, panaudoti literatūros šaltiniai (Baltėnas *et al.* 1998; Bureika *et al.* 2008; Jučas 1992; Mang, Dresel 2007; Мартынюк *et al.* 1993; Синельников, Балабанов 2005; Стуканов 2003).

Alyvoms yra svarbios klampuminės, tepimo, antioksidacinės, plovimo, antikorozinės, putojimo, apsauginės, gaisrinės ir kitos savybės. Kiekviena savybė įvertinama keliais rodikliais, kurie apibūdina alyvos kokybę.

Alyvoms labai svarbios klampuminės savybės, kurios vertinamos tokiais rodikliais: klampa esant darbo ir aplinkos temperatūrai, stingimo temperatūra, klamos indeksu.

Klampa – tai rodiklis įvertinantis alyvos vidaus trintį. Nuo alyvos klamos priklauso mechanizmų trinties nuostoliai ir išdilimo mastas. Hidraulinėms alyvoms ir kitoms alyvoms, dirbančioms palyginti lengvesnėmis sąlygomis, nelabai aukštoje temperatūroje, paprastai nustatoma kinematinė klampa plius 40 °C temperatūroje. Variklinių ir transmisinių alyvų, naudojamų sunkesnėmis sąlygomis, aukštesnėje temperatūroje, nustatoma kinematinė klampa plius 100 °C temperatūroje, nes reikia žinoti, kokia bus šių alyvų klampa aukštoje temperatūroje, artimoje jų darbinei temperatūrai.

Stingimo temperatūra – tai rodiklis alyvos ribiniam tekumui žemoje temperatūroje įvertinti. Tai tokia temperatūra, kai iki jos atšaldyta alyva pasidaro nepaslanki. Naftos produktų stingimo temperatūra nustatoma, įpilus juos į standartinį mėgintuvėlį, kurio skersmuo 20 mm, kad skysčio aukštis būtų 30 mm, ir pakreipus 45° kampu. Stingimo temperatūra yra tuomet, kai naftos produkto paviršiaus padėtis nesikeičia 1 min. Iš alyvos stingimo temperatūros sprendžiama apie jos išpilstymo, transportavimo ir naudojimo galimybes žiemą.

Klamos indeksas – tai rodiklis alyvos klamos priklausomybei nuo temperatūros įvertinti. Jis nustatomas naudojant dvi etaloniškas alyvas, iš kurių vienos klampa labai priklauso nuo temperatūros (jos klamos indeksas $K = 0$), o kitos mažai (jos klamos indeksas

$K = 100$). Šių etaloninių alyvų klampa plus $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje yra vienoda ir ji turi būti tokia pati kaip ir bandomosios alyvos, kurios klamos indeksą reikia nustatyti. Norint nustatyti alyvos klamos indeksą, reikia žinoti bandomosios alyvos kinematinę klampą esant plus $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ir plus $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrai. Tada pagal jos klampą, esant plus $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrai, parenkamos atitinkamos etaloninės alyvos ir nustatomos (arba specialioje literatūroje surandamos) jų klamos esant plus $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrai. Bandomosios alyvos klamos indeksą galima apskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$K = \frac{v_1 - v_3}{v_1 - v_2} \cdot 100; \quad (5.1)$$

čia: v_1 – alyvos, kurios klampa labai priklauso nuo temperatūros (klamos indeksas $K = 0$), kinematinė klampa esant plus $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrai, mm^2/s (cSt);

v_2 – alyvos, kurios klampa mažai priklauso nuo temperatūros (klamos indeksas $K = 100$), kinematinė klampa esant plus $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrai, mm^2/s (cSt);

v_3 – bandomosios alyvos, kurios klamos indeksas nustatomas, kinematinė klampa esant plus $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrai, mm^2/s (cSt).

Kuo alyvos klamos indeksas K didesnis, tuo alyvos klampa mažiau priklauso nuo temperatūros. Tokia alyva žiemą mažiau stingsta, todėl lengviau paleisti variklį. Tai ypač svarbu visasezonėms alyvoms, kurių klamos indeksas būna didesnis. Sintetinių alyvų klamos indeksas didesnis nei mineralinių. Kokybiškų visasezoninių, sintetinių alyvų klamos indeksas $K = 115\text{--}160$, o sezoninių, mineralinių alyvų jis paprastai būna iki 100. Esant kritinėms temperatūroms (labai žemoms ir labai aukštoms) alyvos, kurių klamos indeksas didelis yra geresnės, nes esant žemai temperatūrai ne taip greitai stingsta, o esant aukštai temperatūrai nesuskystėja, todėl geriau apsaugo variklį nuo dilimo.

Alyvos klasifikuojamos pagal naudojimo vietą (hidraulinės, variklinės, transmisinės), pagaminimo būdą (mineralinės, pusiau sintetinės, sintetinės) ir t. t., taip pat yra kitokių tepimo medžiagų (konsistenciniai tepalai ir t. t.), visų jų skirtingos savybės, eksploatacijos sąlygos, kiti ypatumai. 5.1 pav. pavaizduoti įvairių rūšių alyvų ir tepimo medžiagų pavyzdžiai.

Paprastai nustatoma įvairių rūšių alyvų kinematinė klampa esant aplinkos temperatūrai v_i ir kinematinė klampa esant darbo temperatūrai: v_{40} (esant 40 °C temperatūrai) – hidraulinių ir kitų alyvų, naudojamų palyginti lengvesnėmis sąlygomis, esant nelabai aukštai temperatūrai; v_{100} (esant 100 °C temperatūrai) – variklinių ir transmisinių alyvų, naudojamų sunkesnėmis sąlygomis, esant aukštesnei temperatūrai. Esant būtinybei gali būti apskaičiuota dinaminė klampa esant atitinkamai temperatūrai.

5.1 lentelėje nurodytos alyvų rūšys ir alyvų kokybės rodikliai.

5.1 lentelė. Ištirtų alyvų kokybės rodikliai

Alyva	Tankis ρ_t , kg/m ³	Kinematinė klampa aplin- kos tempera- tūroje ν_t , cSt (mm ² /s)	Kinematinė klampa darbo temperatūroje ν_{40} arba ν_{100} , cSt (mm ² /s)	Dinaminė klampa η_t , cP (mPa·s)	Pliūpsnio temperatū- ra, °C
Mineralinė va- riklinė alyva (nurodyti SAE klamos laipsnį)					
Pusiau sintetinė variklinė alyva (nurodyti SAE klamos laipsnį)					
Sintetinė varikli- nė alyva (nurodyti SAE klamos laipsnį)					
Mineralinė trans- misinė alyva (nurodyti SAE klamos laipsnį)					
Pusiau sintetinė transmisinė alyva (nurodyti SAE klamos laipsnį)					
Sintetinė trans- misinė alyva (nurodyti SAE klamos laipsnį)					
.....					

Norint įvertinti įvairių rūšių (mineralinių, pusiau sintetinių ir sintetinių) alyvų klampumo savybes ir palyginti jas tarpusavyje, nubraižomos grafinės alyvos (pavyzdžiui, variklinės alyvos) klamos priklausomybės nuo temperatūros $\nu = f(t)$, kaip pavaizduota 5.2 pav. Siekiant jas kuo tiksliau nubraižyti, papildomai nustatomos alyvos klamos esant tam tikroms temperatūroms, iki atitinkamos temperatūros padidinant (sumažinant) termostato temperatūrą. Analizuojant

nubraižytas grafines priklausomybes, nustatomi įvairių alyvų rūšių pranašumai ir trūkumai.

5.2 pav. Įvairių rūšių alyvų kinematinės klampos priklausomybės nuo temperatūros $\nu = f(t)$

6. DVIEJŲ SKYSČIO KOMPONENTŲ MIŠINIO PARUOŠIMAS. DEGALŲ OKTANINIO IR CETANINIO SKAIČIŲ APSKAIČIAVIMAS

Rengiant šį skyrių, panaudoti literatūros šaltiniai (Baltėnas *et al.* 1998; Jučas 1992; Мартынюк *et al.* 1993; Стуканов 2003).

Paprastai benziną gaminamas naudojant mažo oktaninio skaičiaus bazinį benziną ir pridendant į jį didelio oktaninio skaičiaus komponentus, tokius kaip izooktanas, metiltretbutilo eteris (MTBE), etiltretbutilo eteris (ETBE), cheminiais perdirbimo būdais pagamintus komponentus, priedus. Apie benzino oktaninį skaičių ir jo nustatymą išsamiau aprašyta 1 skyriuje.

Taigi, gaminant benziną, maišomi skirtingais būdais gauti skirtingų oktaninių skaičių komponentai. Norint gauti tam tikro oktaninio skaičiaus benziną, reikia žinoti, kokiomis proporcijomis sumaišyti šiuos komponentus. Tai galima nustatyti pagal tokias formules:

$$A_k = \frac{n_r - n_{nk}}{n_k - n_{nk}} \cdot 100; \quad (6.1)$$

$$A_{nk} = 100 - A_k; \quad (6.2)$$

čia: A_k – reikalingas kokybiško benzino kiekis, tūrio %;
 n_r – reikalingas mišinio oktaninis skaičius (OST);
 n_k – kokybiško benzino oktaninis skaičius (OST);
 n_{nk} – nekokybiško benzino oktaninis skaičius (OST);
 A_{nk} – reikalingas nekokybiško benzino kiekis, tūrio %.

Automobilių varikliams paprastai naudojami benzina, kurių oktaninis skaičius, nustatytas tiriamuoju metodu (OST), yra 92, 95, 98, o aviacinių benzinų oktaninis skaičius yra didesnis. Todėl, norint pagaminti benziną, kurio oktaninis skaičius, pavyzdžiui, 92, 95 ar 98, paimamas tam tikras kiekis A_{nk} nekokybiško (bazinio) benzino, kurio oktaninis skaičius yra mažesnis už reikalingą mišinio oktaninį skaičių ($n_{nk} < n_r$), ir sumaišoma su tam tikru kiekiu A_k kokybiško (aukšto

oktaninio skaičiaus) benzino, kurio oktaninis skaičius yra didesnis už reikalingą mišinio oktaninį skaičių ($n_k > n_r$).

Tokiu pat principu, naudojant tas pačias formules, galima nustatyti ne tik benzino, bet ir kitų dviejų skirtingų komponentų mišinių reikiamą sudėtį. Tokiu atveju n_r , n_k , n_{nk} vietoje oktaninio skaičiaus įrašomi kito skysčių rodiklio atitinkamos reikšmės.

Gaminant techninius skysčius dažnai naudojami skirtingų savybių skysčių mišiniai, kurių sudėtį apibūdina tam tikras parametras, pavyzdžiui, tankis. Taip gaminami elektrolitai, aušinimo skysčiai ir t. t.

Benzino oktaninį skaičių, nustatytą varikliniu metodu (OSV) ir tiriamuoju metodu (OST), galima apskaičiuoti pagal tokias empirines formules:

$$OSV = 125,4 - \frac{413}{\varepsilon} + 0,183d; \quad (6.3)$$

$$OST = 78 + 0,25d - \frac{6000}{\varepsilon^3}; \quad (6.4)$$

čia: ε – variklio suslėgimo laipsnis;

d – variklio cilindro skersmuo, mm.

Tarp oktaninio ir cetaninio skaičių yra toks ryšys:

$$OSV = 120 - 2CS; \quad (6.5)$$

čia: OSV – oktaninis skaičius, nustatytas varikliniu metodu;

CS – cetaninis skaičius.

Iš formulės (6.5) matyti, kad kuo didesnis cetaninis skysčio skaičius, tuo mažesnis oktaninis jo skaičius, ir atvirkščiai. Tai paaiškinama tuo, kad dyzeliniam varikliui naudojamiems degalams reikia gero užsidegamumo, t. y. priešingų savybių nei benzininiam varikliui naudojamiems degalams, kurie turi priešintis detonacijai, t. y. išankstiniam savaiminiam užsidegimui.

Cetaninį degalų skaičių galima apskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$CS = 0,85Al + 0,1Ck - 0,2Ar; \quad (6.6)$$

čia: Al , Ck , Ar – atitinkamai, alkanų, cikloalkanų ir arenų grupių angliavandenilių masė degaluose, %.

Iš formulės (6.6) matyti, kad dyzelinė, kuriam yra svarbus didelis cetaninis skaičius, labiausiai pageidaujami alkanų grupės angliavandeniliai, šiek tiek mažiau – cikloalkanų grupės angliavandeniliai ir nepageidaujami arenų grupės angliavandeniliai. Benzine, atvirkščiai, alkanų ir cikloalkanų grupių angliavandeniliai yra nepageidaujami, o pageidaujami arenų grupės, taip pat izoalkanų grupės angliavandeniliai.

Pagal benzino reikiamo oktaninio skaičiaus (OST) n_r ir nekokybiško (žemesnio oktaninio skaičiaus) bazinio benzino oktaninio skaičiaus (OST) n_{nk} reikšmes gali būti parenkamas kokybiško (aukštesnio oktaninio skaičiaus) benzino oktaninis skaičius (OST) n_k . Pagal formules (6.1) ir (6.2) apskaičiuojama, kokiomis proporcijomis reikia sumaišyti komponentus, kad būtų gautas reikiamo oktaninio skaičiaus benzinas, t. y. apskaičiuojami reikiamas kokybiško benzino kiekis A_k ir nekokybiško benzino kiekis A_{nk} .

Pagal variklio suslėgimo laipsnio ε ir variklio cilindro skersmens d reikšmes, panaudojant formules (6.3) ir (6.4), gali būti apskaičiuojamos varikliui tinkamo benzino oktaninio skaičiaus, nustatyto varikliniu metodu (OSV) ir tiriamuoju metodu (OST), orientacinės reikšmės.

7. VANDENS DISTILIAVIMAS

Rengiant šį skyrių, panaudotas literatūros šaltinis (Jakubkienė, Brukštus 2005).

Distiliavimas – lakių skysčių išskirstymas į skirtingu lakumu pasižyminčius komponentus. Šio proceso metu distiliavimo mišinys yra kaitinamas ir jį sudarantys junginiai paeiliui, virimo temperatūros didėjimo tvarka, iš skysčio pereina į garus, kurie, patekę į kondensatorių, vėl virsta skysčiu, o jis surenkamas į priimtuvą. Distiliavimas dar naudojamas tirpikliui nugarinti nuo ekstrahuotos medžiagos. Nugarinimui dažniausiai naudojami rotaciniai garintuvai. Virš garuojančių skysčių tarp skysčio ir garų fazių nusistovi pusiausvyra, kartu tam tikras garų slėgis. Garų slėgio dydis priklauso nuo medžiagos (skysčio) prigimties ir temperatūros. Kylant temperatūrai, garų slėgis virš skysčio sparčiai didėja. Temperatūra, kurioje garų slėgis susilygina su išoriniu slėgiu, pavyzdžiui, atmosferos, yra vadinama virimo temperatūra (sutrumpintai vir. t.). Kreivės taškas, atitinkantis 760 mm Hg stulpelio slėgį, yra tam tikros medžiagos virimo temperatūra normaliam (atmosferos) slėgyje, aišku, jei ta medžiaga termiškai atspari ir kaitinama iki tos temperatūros nesuskyla. Tokia vandens temperatūra yra plius 100 °C. Tačiau esant 200 mm Hg stulpelio slėgiui vanduo užvirs plius 66 °C temperatūroje, todėl nurodant virimo temperatūrą reikia nurodyti ir slėgį, kuriame ji buvo nustatyta. Atmosferos slėgis paprastai nenurodomas, o virimo temperatūra esant tokiam slėgiui vadinama normalia virimo temperatūra. Reikia atminti, kad atmosferos slėgis paprastai svyruoja ± 20 mm Hg stulpelio ribose, o jam pakitus 10 mm, virimo temperatūra pakinta apytikriai 0,5 °C.

Distiliavimo procesą galima suskirstyti į paprastąjį ir frakcinį.

Paprastasis distiliavimas naudojamas vienam pakankamai lakiam skystam junginiui išgryninti – pašalinti jame ištirpusias kietas arba ne-lakias medžiagas bei atskirti dvi skystas medžiagas, kurių virimo temperatūra skiriasi daugiau kaip 80 °C. Taip pat paprastasis distiliavimas naudojamas medžiagos grynumui patikrinti nustatant jos virimo temperatūrą. Nustatyta virimo temperatūra visada palyginama su virimo temperatūros reikšme, nurodyta žinyne arba specialioje literatūroje.

Distiliuojant medžiagas, kurių virimo temperatūra žemesnė kaip plius 120 °C, naudojamas vandens kondensatorius su tekančiu vandeniu. Medžiagoms, kurių virimo temperatūra yra plius 120–160 °C, naudojamas kondensatorius su netekančiu vandeniu, o esant aukštesnei kaip plius 160 °C virimo temperatūrai – oro kondensatorius (12–16 mm skersmens stiklinis vamzdelis). Distiliuodami šiuo būdu išskiriame pavienius homogeninių skystų medžiagų komponentus, besiskiriančius virimo temperatūra. Frakcinio distiliavimo aparatu skiriasi nuo paprastojo distiliavimo aparatu tuo, kad tarp kolbos ir kondensatoriaus statoma rektifikavimo kolona arba deflegmatorius, kuriuose ir atskiriami mišinio komponentai.

Organinės medžiagos, turinčios aukštą virimo temperatūrą ir skylančios joje arba arti jos, distiliuojamos sumažinus slėgį (vakuume). Jei distiliuojama sumažinus slėgį, sumažėja junginio virimo temperatūra ir kartu jo skilimo galimybė. Žinoma orientacinė taisyklė: sumažinus slėgį pusiau, virimo temperatūra sumažėja maždaug 15–20 °C. Esant 5–10 mm Hg stulpelio slėgiui, junginių virimo temperatūros sumažėja 100–150 °C. Distiliavimo vandens garais metodas taikomas medžiagoms, kurių aukštos virimo temperatūros, ir netirpioms arba blogai tirpioms vandenyje, išskirti. Tokios medžiagos distiliuojasi leidžiant per jas vandens garus.

7.1 pav. pavaizduotas vandens distiliavimo aparatas DP 1500. Prieš naudojimą patikrinama, ar distiliatoriaus žarnelės yra tvarkingai sujungtos su vandens tiekimo sistema.

Turi būti įsitikinama, kad:

- pagrindinis jungiklis 1 yra išjungtas (t. y. žalia lemputė nešviečia);
- apsauginis gaubtelis 2 nuimtas;
- išleidimo anga 3 ir vandens surinkimo indo išleidimo anga yra uždarytos.

Tada:

1. Įjungiamas aparato kištukas į elektros lizdą.
2. Sureguliuojamas vandens tiekimas. Lėtai atsukamas vandens tiekimo čiaupas taip, kad mažas vandens kiekis pratekėtų pro vandens pertekliaus išleidimo angą (apytiksliai 0,5–1 l/min.).

3. Kai vanduo garintuve 4 beveik užsema kaitinimo spirales, įjungiamas aparatas (mygtukas 1). Žalia lemputė 5 užsidega.

4. Kai tik vanduo garintuve ima virti, išmatuojama virimo temperatūra, tada po truputį sumažinamas vandens tiekimas prisukant čiaupą, kol garai pradės veržtis per dujų išleidimo angą 6 aparato viršuje. Po truputį didinamas vandens tiekimas tol, kol garai nustos veržtis per angą – vandens tiekimas optimaliai sureguliuotas.

5. Distiliuojamas vandens kiekis 20 ml.

6. Vandens tiekimas nutraukiamas užsukant čiaupą.

7. Išjungiamas pagrindinis jungiklis 1, nuimamas apsauginis gaubtelis 2, uždaromos išleidimo 3 ir vandens surinkimo indo išleidimo angos.

8. Ištraukiamas aparato kištukas iš elektros lizdo.

7.1 pav. Vandens distiliavimo aparatas DP 1500:

1 – pagrindinis jungiklis, 2 – apsauginis gaubtelis, 3 – išleidimo anga,
4 – garintuvas, 5 – žalia lemputė, 6 – dujų išleidimo anga

8. NAFTOS PRODUKTŲ RŪGŠTINGUMAS IR ŠARMINGUMAS. JŲ NUSTATYMAS

Rengiant šį skyrių, panaudoti literatūros šaltiniai (Baltėnas *et al.* 1998; Jučas 1992).

Korozingumas apibūdina degalų ir jų degimo produktų cheminę sąveiką su metalais, iš kurių pagamintos variklių detalės bei degalų transportavimo ir laikymo priemonės. Angliavandeniliai yra chemiškai inertiški. Degalų cheminis aktyvumas priklauso nuo juose esančių deguonies ir sieros junginių. Iš deguoninių junginių cheminiu agresyvumu pasižymi nafteninės rūgštys ir nestabilių angliavandenilių oksidacijos produktai, susidarantys laikant degalus.

Korozinis degalų aktyvumas įvertinamas tokiais rodikliais: rūgštumu, vandenyje tirpių rūgščių ir šarmų kiekių, bendru sieros kiekiu, tiolių (merkaptanų) kiekiu, vandenilio sulfido kiekiu, bandymu vario plokštele.

Rūgštumas (rūgštinis skaičius) – rodiklis organinių rūgščių bendram kiekiui naftos produktuose įvertinti. Be grynų angliavandenilių, naftos produktuose būna ir deguoninių junginių – organinių rūgščių, fenolių ir dervų. Organinės rūgštys (skruzdžių HCOOH , acto CH_3COOH , propiono $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ ir kt.), lyginant su vandenyje tirpiomis mineralinėmis rūgštimis (jų alyvoje neturi būti), yra silpnos rūgštys. Juodųjų metalų jos beveik neveikia, tačiau kai kuriuos spalvotuosius (pvz., šviną, cinką, varį), kurių būna guolių lydinių sudėtyje, koroduoja labai aktyviai. Agresyvesnės yra mažesnės molekulinės masės rūgštys. Organinės rūgštys susidaro oksiduojantis (ypač aukštoje temperatūroje) angliavandeniliams – visų pirma nestabiliems. Veikiant varikliui, alyvos rūgštumas, kartu ir korozingumas, laipsniškai didėja. Susidarantioms rūgštims neutralizuoti į alyvas dedama šarminių priedų. Dyzelinių variklių maitinimo sistemoje spalvotųjų metalų nėra, todėl dyzelinių degalų rūgštumas daugiau apibūdina degalų oksidacijos laipsnį.

Degalų rūgštumas ($\text{mg KOH}/100 \text{ cm}^3$) – tai kalio šarmo kiekis (mg), kuris neutralizuoja visus rūgštinius junginius, esančius 100 cm^3

degalų. Alyvos rūgštinis skaičius (mg KOH/g) – tai kalio šarmo kiekis (mg), kuris neutralizuoja visus rūgščius junginius, esančius 1 g alyvos.

Organinės rūgštys gerai tirpsta visuose naftos produktuose ir organiniuose tirpikliuose, kai kurios – ir vandenyje. Nustatant rūgščių kiekį, jos ištirpinamos 85 % etanolio tirpale (šildant), ir ekstraktas titruojamas 0,05 normalingumo kalio šarmo tirpalu etanolyje. Taip neutralizuojamos nafteninės rūgštys, kurios patenka į naftą, rūgštys, kurios susidaro oksiduojantis angliavandeniliams, ir rūgštys – sieros junginių oksidacijos produktai, pavyzdžiui, sulforūgštys RSO_3H .

Vandenyje tirpių rūgščių ir šarmų kiekis – rodiklis vertinant, kiek naftos produktuose yra vandenyje tirpių rūgščių ir šarmų.

Vandenyje tirpios rūgštys ir šarmai koroduoja metalus. Ypač pavojingos mineralinės rūgštys – sieros H_2SO_4 azoto HNO_3 , druskos HCl ir kt., kurių vandeniniai tirpalai ardo beveik visus metalus. Organinės rūgštys veikia tik spalvotuosius metalus, kuriuos, be to, veikia ir šarmų – kalio KOH , natrio NaOH , ličio LiOH ir kt. vandeniniai tirpalai. Todėl ir mineralinių, ir vandenyje tirpstančių organinių rūgščių, ir šarmų naftos produktuose neturi būti. Organinės rūgštys gali susidaryti oksiduojantis naftos produktams, mineralinės (pvz., H_2SO_4 ir H_2SO_3), – naudojant sieringus degalus. Be to, rūgštimis ir šarmais gali užsiteršti netinkamai transportuojami ir laikomi naftos produktai.

Naftos produktuose esančios rūgštys ir šarmai ištirpinami vandenyje ir vandens ekstrakto rūgštingumas tikrinamas indikatoriais arba pH-metru. Skirstymo inde sumaišoma 50 cm³ degalų su tokiu pat distiliuoto vandens kiekiu ir mišinys gerai suplakamas, kad rūgštys ir šarmai ištirptų vandenyje. Vandeniui nusistojus, po 2 cm³ vandens ekstrakto įpilama į du mėgintuvėlius. Po to į vieną mėgintuvėlį įlašinami du lašai metiloranžo, į kitą – trys lašai fenolftaleino. Jeigu kuriame nors mėgintuvėlyje vanduo nusidažo rausva spalva, tai metiloranžas rodo, kad degaluose yra rūgščių, fenolftaleinas – šarmų. Jeigu matuojama pH-metru, rūgščių tirpalų pH yra mažesnis kaip 5, šarminių tirpalų – didesnis kaip 9. Jei vanduo būna kitokios spalvos arba pH-metru nustatytas pH yra tarp 5 ir 9, degaluose nei rūgščių, nei šarmų nėra.

8.1 pav. pavaizduotas pH matuoklis. Prieš naudojimą patikrinama, ar pH matuoklio elementai tvarkingai sujungti.

Atliekamas prietaiso kalibravimas:

1. Įjungiamas pH matuoklis mygtuku START;
2. Paspaudžiamas mygtukas SETUP, kol pradeda mirksėti MTC ženklas, spaudžiant mygtuką SETUP pasirenkama norima temperatūra ir klavišais pirmyn ir atgal pasirenkama buferių grupė (B1, B2, B3), jos pasirinkimas patvirtinamas paspaudus mygtuką READ;

3. Įmerkiamas elektrodas į kalibravimo buferį, palaukiama 15–20 sekundžių ir paspaudžiamas mygtukas CAL, ant ekrano atsiranda kalibravimo ženklas.

pH matuoklio elektrodas nuplaunamas distiliuotu vandeniu, įmerkiamas į indą su naftos produktu ir paspaudžiamas READ mygtukas. Ekrane matoma mėginio pH reikšmė, paspaudus MODE mygtuką nustatomas mėginio oksidacijos – redukcijos potencialas (ORP), kuris apibūdina mėginio pajėgumą atiduoti ar prisijungti elektrodus.

8.1 pav. pH matuoklis *Five go*

8.2 pav. Naftos produkto rūgštingumo nustatymas

9. AUŠINIMO SKYSČIO UŽŠALIMO TEMPERATŪRA IR ELEKTROLITO TANKIS

Rengiant šį skyrių, panaudoti literatūros šaltiniai (Jučas 1992; Мартынюк *et al.* 1993; Стуканов 2003).

Aušinimo skysčiai yra naudojami vidaus degimo varikliams aušinti. Sudegus degalams, ne visa šiluma pavirsta naudingu darbu. Ji pasiskirsto taip: naudingam darbui – 26 (benzininis variklis) ir 35 % (dyzelinis variklis), mechaninei trinčiai – 8 ir 10 %, išmetama su deginiais 35 ir 28 %, išsisklaido aušinimo sistemoje – 31 ir 27 %. Tampa aišku, kad trečdalį vidaus degimo variklio išskiriamos šilumos turi išsisklaidyti aušinimo sistemoje.

Aušinimo efektyvumą lemia skysčio fizikinės bei cheminės savybės, ypač skysčio šiluminė talpa ir laidumas. Didesnės šiluminės talpos skystis gali sukaupti daugiau šilumos, todėl jo mažiau reikia, didesnio laidumo – greičiau šilumą atiduoti, todėl skystis gali lėčiau cirkuliuoti. Aušinimo skystis turi būti talpus ir laidus šilumai, optimalios klampios, kad lengvai cirkuliuotų ir netekėtų per sujungimus. Jo užšalimo temperatūra turi būti 5–10 °C žemesnė nei aplinkos galima žemiausia temperatūra, kad žiemą neužsaltų ir virimo temperatūra – 15–20 °C didesnė nei galima didžiausia darbo temperatūra, kad neišgaruotų.

Dažniausiai naudojami aušinimo skysčiai – vanduo ir antifrizas.

Vanduo – paprasčiausias aušinimo skystis, bet turintis tris pagrindinius trūkumus:

1. Užšąla žemesnėje kaip 0 °C temperatūroje ir jo tūris padidėja maždaug 10 %, taigi šaldamas jis gali suardyti variklio bloką ir radiatorių;

2. Turi žemą virimo temperatūrą (plius 100 °C);

3. Vandenyje yra daug ištirpusių druskų, kurios, padengdamos aušinimo sistemos vidinį paviršių, blogina variklio aušinimą.

Antifrizas – tai neužšalantis skystis – etilenglikolio tirpalas vandenyje ir priedai korozijai mažinti. Šiaurės Amerikoje ir kitose šalyse vietoje etilenglikolio dar vartojamas propilenglikolis. Antifrizo egzistuoja daug rūšių, turbūt geriausiai žinomas iš jų yra tosolas (rus. TOC –

технология ограниченного синтеза [liet. *ribotos sintezės technologija*] + ОЛ – pagal pagrindinio komponento etilenglikolio cheminės nomenklatūros priklausomybę).

Antifrizų trūkumas yra tas, kad jie šildomi plečiasi labiau negu vanduo, koroduoja metalus ir yra labai nuodingi.

Rūgštinis akumuliatorius – antrinis elementas, kurį galima įkrauti prijungus prie kito elektros šaltinio. Rūgštinio akumuliatoriaus požymiai – jo elektrolitas yra skiesta sieros rūgštis, o plokštelės iš švino ir jo junginių. Kadangi vidinė jo varža labai maža, tai juo galima sukurti labai stiprią elektros srovę. Labiausiai paplitusi automobilio akumuliatorių baterija. Ji (12 V) sudaryta iš šešių nuosekliai sujungtų rūgštinių akumuliatorių.

Pagrindinė rūgštinio akumuliatoriaus sudedamoji dalis – sieros rūgštis. Akumuliatoriui išsikraunant, jos koncentracija mažėja. Jeigu į sieros rūgštį panardintos plokštelės būtų iš švino ir švino oksido, tai akumuliatoriui išsikraunant, jos pamažu virstų švino sulfidu. Didelio paviršiaus plokštelės leidžia pasiekti stiprią srovę.

Mūsų klimato sąlygomis akumuliatoriaus elektrolito tankis vasaros metu turėtų būti 1,27–1,28 kg/l, o žiemą – 1,29–1,3 kg/l.

9.1 pav. pavaizduotas nešiojamas refraktometras.

Tada:

1. Prieš naudojant prietaisą būtina patikrinti, ar matavimo prizmė ir ją dengianti plokštelė yra švarios.

2. Vanduo, naudojamas sureguliuojant prietaiso nulinę padėtį, ir tiriamo skysčio mėginys turėtų būti tos pačios temperatūros. Jei skysčių temperatūros iš esmės skiriasi, tuomet nulinis suregulavimas turi būti atliekamas kas 30 min.

3. Prietaiso prizmė turi būti visiškai švari, nes net menkiausias nešvarumas gali iškreipti bandymo rodmenis.

4. Po bandymo prietaiso negalima plauti vandeniu, nes į prietaiso kamerą gali patekti vandens.

5. Priekinę matuoklio dalį nukreipti šviesos šaltinio link, okuliaru *I* sureguliuoti vaizdo ryškumą, kad okuliario regėjimo lauke būtų aiškiai matomos skalės.

6. Prietaiso tikslumą galima išbandyti distiliuoto vandens mėginiu, t. y. matuoklį reikia sureguliuoti nulinėje padėtyje: atvožti prizmę dengiančią plokštelę 2, su pipete užlašinti ant prizmės vieną ar du lašus distiliuoto vandens, nuleisti plokštelę ir lengvai paspausti. Ant matuoklio korpuso esančia prietaiso sureguliovimo rankenėle 3 pareguliuoti, kad šviesaus ir tamsaus laukų skiriamoji linija sutaptų su vandens linija (WATERLINE). Baigus reguliuoti, pakelti plokštelę, vandenį nuo prizmės nusausinti komplekte esančia flaneline servetėle. Dabar prietaisas paruoštas atlikti bandymą su pageidaujamu skysčiu.

7. Pipete užlašinti lašelį bandomojo skysčio ant prizmės.

8. Nuleisti plokštelę ir lengvai ją paspausti, kad mėginio lašelis pasiskirstytų.

9. Okuliaru pasireguliuoti skalių vaizdo ryškumą.

10. Matuojamą vertę rodo atitinkamoje skalėje išryškėjusi skiriamoji linija tarp šviesaus ir tamsaus laukų.

11. Baigus matavimą, bandomo skysčio likučius nuo prizmės ir dangtelio nuvalyti drėgnu skudurėliu. Išgaravus drėgmei, prietaisą įdėti į jam skirtą dėklą.

9.1 pav. Nešiojamas refraktometras:

1 – okuliaras, 2 – prizmę dengianti plokštelė, 3 – prietaiso sureguliovimo rankenėlė

Literatūra

- Baczewski, K.; Kałdoński, T. 2005. *Paliwa do silników o zapłonie iskrowym*. WKL, 244 s.
- Baczewski, K.; Kałdoński, T. 2008. *Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym*. WKL, 224 s.
- Baltėnas, R.; Sologubas, L.; Sologubas, R. 1998. *Automobilių degalai ir tepalai*. Vilnius: TEV, 416 p.
- Bureika, G.; Sokolovskij, E.; Pečeliūnas, R. 2008. *Geležinkelio riedmenų tepimo medžiagos*. Vilnius: Technika, 120 p.
- Jakubkienė, V.; Brukštus, A. 2005. *Organinės chemijos laboratoriniai darbai: Mokomoji knyga*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 90 p.
- Jučas, P. 1992. *Degalai ir tepalai: Chimotologija*. Vilnius: Mokslas, 256 p.
- Mang, T.; Dresel, W. 2007. *Lubricants and lubrication: 2nd Edition*. Wiley-VCH, 850 p.
- Matijošius, J.; Sokolovskij, E. 2009. Research into the quality of fuels and their biocomponents. *Transport*, 24 (3), 212–217 p.
- Speight, J. G. 2008. *Synthetic fuels handbook: Properties, process and performance*. McGraw-Hill, 419 p.
- Мартынюк, Н. П. и др. 1993. *Автомобильные эксплуатационные материалы*. М.: НПО „Поиск“, 275 с.
- Синельников, А. Ф.; Балабанов, В. И. 2005. *Автомобильные масла. Краткий справочник*. М.: Издательство „За рулем“, 176 с.
- Стуканов, В. А. 2003. *Автомобильные эксплуатационные материалы*. М.: Форум: Инфра-М, 208 с.