



DISKINIŲ NAFTOS SURINKIMO ELEMENTŲ EFEKTYVUMO TYRIMAS

Robertas ANDRULIONIS¹, Ieva ŠVAGŽDYTĖ²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva
El. paštas: ¹andrulionis.rob@gmail.com, ²ieva.svagzdyte@vgtu.lt

Santrauka. Straipsnyje išnagrinėta skirtingais griovėtais diskais nuo vandens paviršiaus surenkamo skysčio ir jame esančio vandens kiekio priklausomybė nuo griovėto disko sukimosi greičio ir polinkio kampo. Buvo suprojektuotas standas su galimybėmis pakeisti diską, disko sukimosi greičius bei polinkio kampą. Naudotų diskų griovelių geometrija V ir U formos. Nuo vandens paviršiaus disku buvo renkamas maistinis aliejus ir tepalai 80W90 į sugraduotą kolbą. Atlikus gautų rezultatų analizę, nustatytas optimalus disko sukimosi greitis, kuris lygus 15 aps/min, o polinkio kampas lygus 0°.

Reikšminiai žodžiai: diskas, griovelio forma, naftos produktai, posvyrio kampas, surinkimas.

Įvadas

Naftos produktai (NP) – viena iš labiausiai paplitusių ir pavojingiausių vandenys teršiančių medžiagų. Tai sudėtingas įvairių klasių organinių junginių mišinys, kurį sudaro prisotintieji ir neprisotintieji alifatiniai, alicikliniai, aromatiniai angliavandeniliai, prisotintieji ir neprisotintieji heterocikliniai junginiai, turintys deguonies, azoto, sieros atomų. Vanduo, kuriame yra naftos produktų, turi specifinį kvapą ir skonį, keičiasi jo pH, sutrinka dujų apykaita su atmosfera. Naftos produktai neigiamai veikia vandens augalijos ir makrofitų vystymąsi, apvelia paukščių plunksnas, kitų hidrobiontų gyvybiškai svarbias sistemas, todėl jie susserga, o dažnai ir žūsta (Mimi 2008; Asatekin, Mayes 2009).

Naftos produktai į aplinką patenka gabenami jūra, vandenynu, geležinkeliais ir autokeliais, taip pat išgaunant naftą iš gelmių, ją perdirbant, eksploatuojant autotransportą, su chemijos, metalurgijos pramonės ir energetikos objektų nuotekomis (Unifikuoti nuotekų... 1994).

Didžiausią žalą aplinkai sukelia tiesioginiai naftos išsiliejimai į paviršinius vandenis. Naftos produktai daro neigiamą įtaką tiek negyvosios aplinkos (vandens kokybė, vandenyno dugnas ar pakrantės), tiek gyvosios aplinkos (paukščiai, žuvis, vandens gyvūnai, moliuskai bei žmonės) komponentams (U.S. Fish & Wildlife Service 1998). Naftos produktai vandenyje pasklinda plėvelės pavidalu, dalis jų ištirpsta ir emulguojasi arba nusėda ant skendinčiųjų medžiagų ar į vandens telkinio dugną (Unifikuoti nuotekų...1994).

Naftos produktais teršiamose teritorijose, kur šių produktų koncentracijos gerokai viršija aplinkosaugos reikalavimus, įrengiami NP atskirtuvai. Naftos produktams ir kietosioms dalelėms atskirti taikomi skirtingi metodai: gravitacinis nusodinimas, koaguliacija, flokuliacija, lengvųjų skysčių sulaikymas paviršiuje (Lim, Huang 2007; Husein *et al.* 2008).

Plūduriuojantys riebiūs produktai nuotekų paviršiuje dažnai yra nugriebiami. Nugriebimas – pagrindinis riebiųjų produktų šalinimo procesas, kai surinkti produktai perdirbami, tačiau kartais nugriebtuvai naudojami ir naftos produktams atskirti. Nugriebtuvų efektyvumas priklauso nuo naftos savybių, nugriebimo principo ir naftos plėvelės storio. Tačiau šis metodas turi ir savo trūkumų: tai proceso pertrūkiai, kai reikia ištuštinti rezervuarus arba pakeisti juos naujais. Taip pat ši sistema jautri nepalankioms oro sąlygoms.

Naftos produktams (naftai) surinkti daugiausiai paplitę įrenginiai su oleofiliniu paviršiumi – separatoriai. Jų veikimo principas yra pagrįstas tuo, kad sudaromas separacinis paviršius, prie kurio prilimpa išsiliejusi nafta. Ji iškeliamą iš vandens ir toliau nešama link pašalinimo vietos. Nuo oleofilinių paviršių nafta gali būti šalinama gramdikliais, voleliais ir t. t. Pašalinta nafta subėga į vonelę, iš kurios siurbliais išsiurbiamą į kaupimo talpą. Naudojant šio tipo įrenginius dideliais mastais, mechaninis naftos surinkimo būdas gali būti labai ilgas ir brangus procesas, dėl blogų

oleofilinio paviršiaus kontaktinių savybių su nafta. Šio tipo įrenginių normos svyruoja tarp 0.2 m³/h dyzeliniam kurui ir 50 m³/h sunkiai naftai. Efektyvesnis įrenginys sumažintų naftos ar jos produktų surinkimo laiką ir kainą, bei žalingą išsiliejusių skysčių poveikį gamtai (Broje, Keller 2007).

Lygiu būgnu, disku ar juosta surenkama mažai teršalų, nes yra mažas kontaktinis paviršiaus plotas. Nedidelis kiekis naftos ar jos produktų prikimba prie kontaktinio paviršiaus kiekvieno apsisukimo metu, todėl žymiai pailgėja naftos surinkimo laikas. Sprendžiant šią problemą, buvo pradėta naudoti šepetinius paviršius. Šie paviršiai smarkiai padidina kontaktinio paviršiaus plotą, ir surenkama kur kas daugiau naftos, bet visa surinkta nafta nepašalinama nuo šepetinio paviršiaus, todėl labai sumažėja surinkimo efektyvumas.

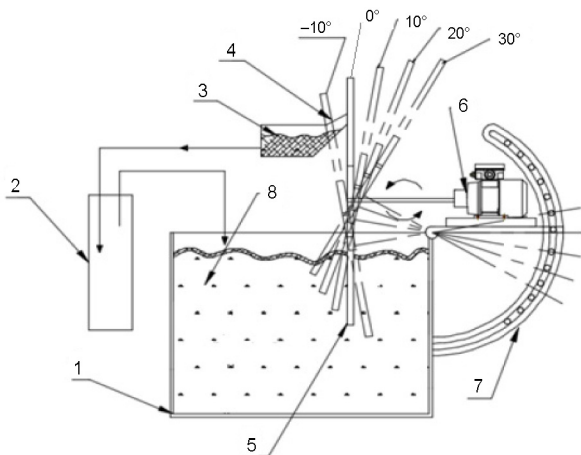
Nagrinėjamas naujos struktūros atgavimo paviršius, kuris žymiai padidintų naftos ar jos produktų surinkimo efektyvumą. Bazinė konfiguracija – disko paviršiuje sudaryti grioveliai ir griovelių formą atitinkantis gramdiklis. Tokiu būdu surinkta nafta gali būti pilnai pašalinta nuo surinkimo paviršiaus kiekvieno apsisukimo metu.

Griovėta struktūra padidina disko surinkimo paviršiaus plotą. Priklausomai nuo griovelių gylio ir formos, paviršiaus plotas gali būti padidintas kelis kartus, esant tam pačiam paviršiaus pločiui. Taip pat grioveliuose susidaro skysčio meniskai, didinantys surenkamos naftos kiekį ir mažinantys naftos ištekėjimą.

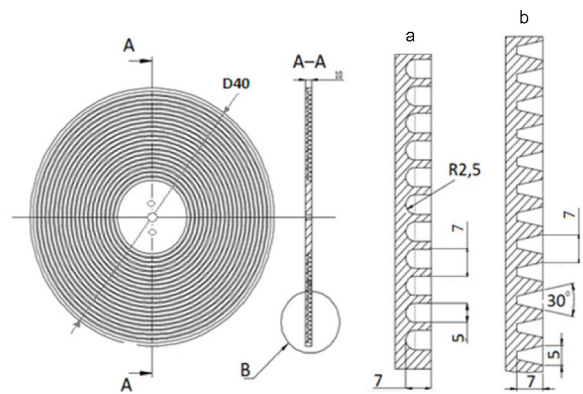
Taip pat buvo tiriama surenkamos naftos ir joje esančio vandens kiekio priklausomybė nuo disko posvyrio kampo bei apsisukimų skaičiaus per minutę.

Eksperimento aprašymas

Eksperimentas atliekamas suprojektuotame stende (3 pav.) kurio schema pavaizduota 1 pav.



1 pav. Tyrimų stendo funkcinė schema
Fig. 1. Functional scheme of experimental stand



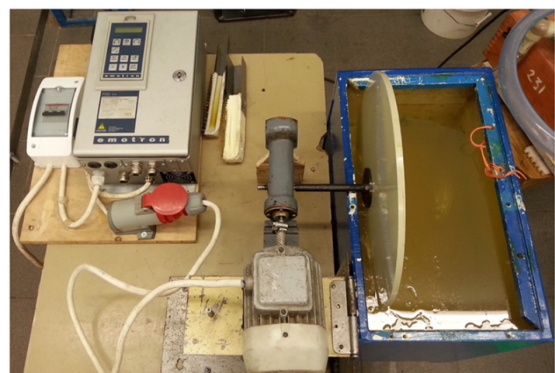
2 pav. Disko griovelių formos: a) U formos grioveliai; b) V formos grioveliai

Fig. 2. Shapes of disc grooves: a) shape U; b) shape V

Naudoti du skirtingos klampos skysčiai: maistinis aliejus, kurio kinematinė klampa 43,2 cSt, ir tepalai SAE 80W90, kurių kinematinė klampa 105 cSt. Skysčiai pilami į vonelėje (1) esantį kambario temperatūros vandens (8). Įpiltas skystis (3) renkamas besisukančiu disku (5), pirmuoju atveju su V formos griovelių disku (2 pav. b), antruoju atveju su U formos grioveliais (2 pav. a), į matavimo cilindrą (2). Skystis nuo disko į matavimo cilindrą surenkamas gremžtuvu (4), kurio dantukų profilis atitinka išpjovą diske. 10 min. laukiama kol matavimo cilindre surinktas skystis (3) nusistovės.

Mažesnės klampos skysčio į vonelę buvo pilama 0,5l, tiek pat buvo pilta ir didesnės klampos skysčio, tačiau pastebėta, kad surinkimas tapo gerokai efektyvesnis, todėl tyrimai su tepalais SAE 80W90 buvo atlikti pilant jų 1 litrą. Skysčiai nuo vandens paviršiaus renkami 1 min., nusistovėti paliekama 10 min.

Nusistovėję renkamo skysčio ir vandens kiekiai užrašomi. Viskas išpilama atgal į vonelę. Procesas kartojamas su V ir U formos griovelių diskais ir esant skirtingiems diskų sukimosi greičiams: 5 aps/min; 10 aps/min; 15 aps/min; 20 aps/min; 25 aps/min; 30 aps/min.

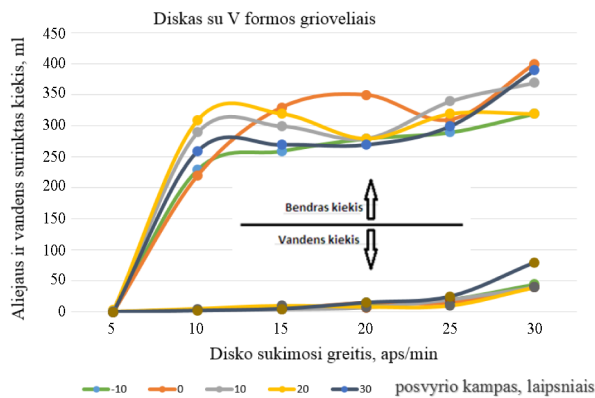


3 pav. Tyrimų stendas
Fig. 3. Experimental stand

Aprašytas procesas kartojamas su V ir U formos griovelių diskais, esant skirtingiems diskų posvyrio kampams: -10° ; 0° ; 10° ; 20° ; 30° .

Tyrimo rezultatai

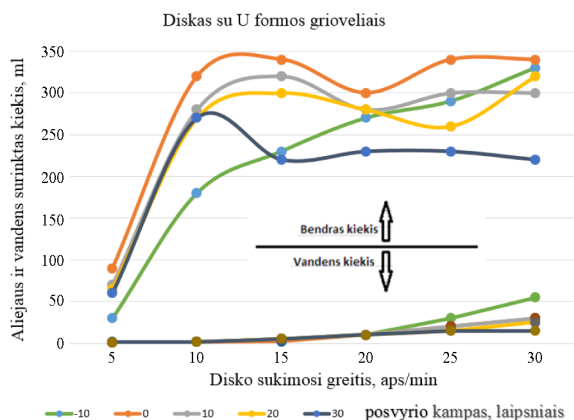
Atlikus pirmuosius eksperimentus su V formos griovelių disku, renkant įpiltą aliejų (4 pav.) nepriklausomai nuo disko posvyrio kampo, didžiausias surinkimo našumas vyravo ties 10 aps/min, vėliau aliejaus buvo surenkama gerokai mažiau, didėjo jame esančio vandens kiekis. Tai galima paaiškinti plonėjančiu aliejaus sluoksniu kiekvienam apsisukimui. Esant 20 aps/min pasiekama kritinė riba, kur aliejaus surenkama mažiausiai.



4 pav. Disko su V formos grioveliais surenkamo aliejaus kiekio ir jame esančio vandens priklausomybė nuo sukimosi greičio ir polinkio kampo

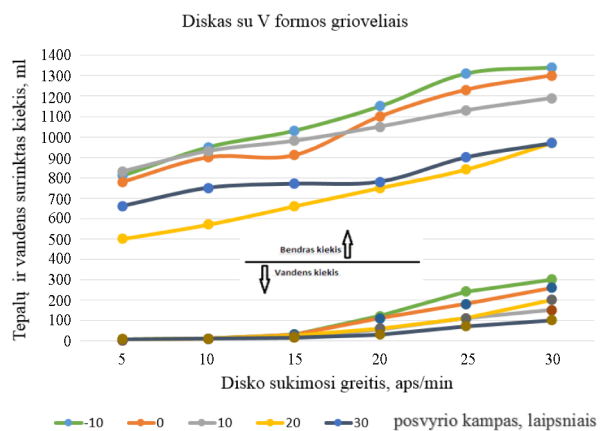
Fig. 4. Influence of rotational speed and inclination angle at V-shaped groove disc on amount of collected edible oil mixed with water

Tą patį bandymą atliekant su U formos griovelių disku (5 pav.) aiškiai matyti analogiška situacija pirmajam bandy-



5 pav. Disko su U formos grioveliais surenkamo aliejaus kiekio ir jame esančio vandens priklausomybė nuo sukimosi greičio ir polinkio kampo

Fig. 5. Influence of rotational speed and inclination angle at U-shaped groove disc on amount of collected edible oil mixed with water



6 pav. Disko su V formos grioveliais surenkamų tepalų kiekio ir jame esančio vandens priklausomybė nuo sukimosi greičio ir polinkio kampo

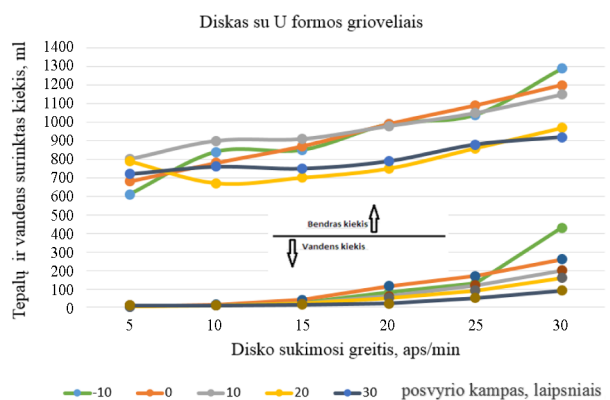
Fig. 6. Influence of rotational speed and inclination angle at V-shaped groove disc on amount of collected industrial oil mixed with water

mui, tik šį kartą vertikaloje padėtyje esantis diskas surenka akivaizdžiai daugiau aliejaus, lyginant su pasvirusiu disku.

Pakeitus renkamą aliejų į tepalą, kurio klampa didesnė, žymiai padidėjo surinkimo našumas. 6 pav. ir 7 pav. matyti tepalų ir juose esančio vandens kiekis, kuris kelis kartus didesnis, lyginant su aliejum. Renkant su V formos griovelių disku (6 pav.) didžiausias našumas pasiekiamas, kai diskas pasviręs -10° kampu.

Renkant tepalus su U formos griovelių disku, surinktas skysčio kiekis nežymiai skiriasi nuo prieš tai rinktų V formos griovelių disku. Skirtumas buvo matomas esant 5–10 aps/min (7 pav.)

Esant didesniai posvyrio kampui negu 10° , tiek su V, tiek su U formos griovelių disku, renkant tepalus surinkimo našumas ženkliai sumažėjo.



7 pav. Disko su U formos grioveliais surenkamų tepalų kiekio ir jame esančio vandens priklausomybė nuo sukimosi greičio ir polinkio kampo

Fig. 7. Influence of rotational speed and inclination angle at U-shaped groove disc on amount of collected industrial oil mixed with water

Išvados

1. Diskiniai naftos produktų surinkimo elementai su šoniniame paviršiuje esančiais grioveliais gali būti panaudoti naftos produktams iš gaudyklių šalinti.
2. Naftos produktų surinkimo efektyvumui turi įtakos griovelių forma, disko posvyrio kampas ir sukimosi greitis. Renkant 43,2 cSt kinematinės klampos skystį, vertikaliai diskui sukantis 15 aps/min, surinkimas buvo efektyviausias su U formos grioveliais, o renkant 105 cSt kinematinės klampos skystį, vertikaliai diskui sukantis 15 aps/min, surinkimas buvo efektyviausias naudojant V formos griovelius.
3. Kai disko sukimosi greitis yra nuo 5 iki 15 aps/min, disko polinkio kampas vandens kiekiui surinktame skystyje įtakos neturi ir vandens kiekis yra nežymus, apie 5 ml. Didinant disko sukimosi greitį nuo 15 iki 30 aps/min, vandens kiekis surinktame skystyje žymiai padidėja, o didinant polinkio kampą surinkto skysčio bendras kiekis mažėja.

Literatūra

- Asatekin, A.; Mayes, A. 2009. Oil industry wastewater treatment with fouling resistant membranes containing amphiphilic comb copolymers, *Environmental Science & Technology* 43: 4487–4492. <http://dx.doi.org/10.1021/es803677k>
- Broje, V.; Keller, A. 2007. Interfacial interactions between hydrocarbon liquids and solid surfaces used in mechanical oil spill recovery, *Journal of Colloid and Interface Science* 305(2): 286–292. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2006.09.078>
- Husein, M.; Amer, A.; Sawsan, I. 2008. Oil spill sorption using carbonized pith bagasse: trial for practical application, *Journal of Environmental Science & Technology* 5(2): 233–242. <http://dx.doi.org/10.1007/bf03326017>
- Lim, T.; Huang, X. 2007. Evaluation of hydrophobicity/oleophilicity of kapok and its performance in oily water filtration: comparison of raw and solvent-treated fibers, *Industrial Crops and Products* 26(2): 125–134. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2007.02.007>
- Mimi, Z. 2008. Spatial analysis of urban stormwater quality: Ramallah district as a case study, Palestine, *Water and Environment Journal* 23(2): 128–133. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-6593.2008.00118.x>
- Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenių kokybės tyrimų metodai. Cheminiai analizės metodai.* 1994. I dalis. Vilnius. Lietuvos aplinkos apsaugos ministerija.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1998. Oil and nature. *New England Field office.* 10/1998.

RESEARCH OF EFFECTIVENESS OF DISK SHAPED ELEMENTS FOR OIL REMOVAL

R. Andrulionis, I. Švagždytė

Abstract

Influence of grooved disc rotation speed and inclination angle of fluid from surface on amount of removed liquid was studied in this article. Stand with possibility to change disc, rotation speed of disc and angle was designed and assembled. U and V shaped groove discs were used. Edible and industrial oil SAE 80W90 were removed from water surface and collected into the flash. Optimal disc rotation speed, which is 15 rpm and disc inclination angle 0° were determined after analysis of results.

Keywords: angle, disc, groove geometry, oil products, removal.