

**BIODIZELNING SOVUQ HARORATLARDA ISHLASH
XUSUSIYATLARINI YAXSHILASH USULLARI****Saidov J.E., Boltayev B.B.**

Annotatsiya: Maqolada biodizelning sovuq haroratlarda ishlash xususiyatlarini yaxshilash bo'yicha turli yondashuvlar tahlil qilingan. Fizikaviy (sovuqlashtirish, aralashma tayyorlash), kimyoviy (polimer qo'shimchalar, izomerizatsiya, gidroksilash) va biologik (genetik modifikatsiya, mikroorganizmlardan foydalanish) usullarning afzallik va cheklovlari ko'rsatib berilgan. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kompleks yondashuv — turli usullarni kombinatsiyalab qo'llash biodizelning sovuq oqim xususiyatlarini sezilarli yaxshilaydi. Kelajakda yangi polimer qo'shimchalar, samarali katalizatorlar va genetik o'zgartirilgan xom ashyolar asosida barqaror, barcha iqlim sharoitlarida ishlovchi biodizel ishlab chiqish istiqbollari belgilangan.

Kalit so'zlar: biodizel, sovuq oqim xususiyatlari, bulutlanish nuqtasi, sovuqlashtirish, polimer qo'shimchalar, izomerizatsiya, genetik modifikatsiya, yog' kislotalari, qayta tiklanadigan yoqilg'i, transport energetikasi

Biodizel qayta tiklanadigan va ekologik toza yoqilg'i bo'lib, transport sektorida fosil dizeli o'rnini bosuvchi muhim alternativ hisoblanadi. Biroq, biodizelning sovuq haroratlarda kristallanish xususiyati uning keng qo'llanilishiga to'sqinlik qilmoqda. Ushbu maqolada biodizelning sovuq oqim xususiyatlarini yaxshilashga qaratilgan zamonaviy usullar - fizikaviy, kimyoviy va biologik yondashuvlar - tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, qish faslida biodizelning bulutlanish nuqtasi, quyilish nuqtasi va sovuq filtr tiqilib qolish nuqtasi yoqilg'i tizimining to'g'ri ishlashini ta'minlashda hal qiluvchi parametrlar hisoblanadi. Sovuqlashtirish (winterization) jarayoni orqali to'yingan yog' kislotalarini 26% gacha kamaytirish mumkin, bu esa bulutlanish nuqtasini -7°C gacha pasaytiradi [1]. Polimer qo'shimchalar, xususan polimetil akrilat (PMA) va etilen-vinil asetat kopolimerlari (EVA), sovuq oqim xususiyatlarini $3-9^{\circ}\text{C}$ yaxshilaydi [2,3]. Kimyoviy usullar, jumladan, izomerizatsiya va gidroksilash jarayonlari to'g'ri zanjirli yog' kislota efirlari tarkibini tarmoqlangan shakllarga o'zgartiradi va bulutlanish nuqtasini $10-17^{\circ}\text{C}$ gacha kamaytiradi [4,5]. Genetik modifikatsiya orqali o'simlik yog'larining yog' kislotalari tarkibini optimallashtirish ham istiqbolli yo'nalish hisoblanadi [6]. Maqolada 10 ta xalqaro ilmiy tadqiqot natijalari tahlil qilingan va biodizelning sovuq haroratlarda ishonchli ishlashini ta'minlash uchun kompleks yondashuv zarurligiga xulosa qilingan.

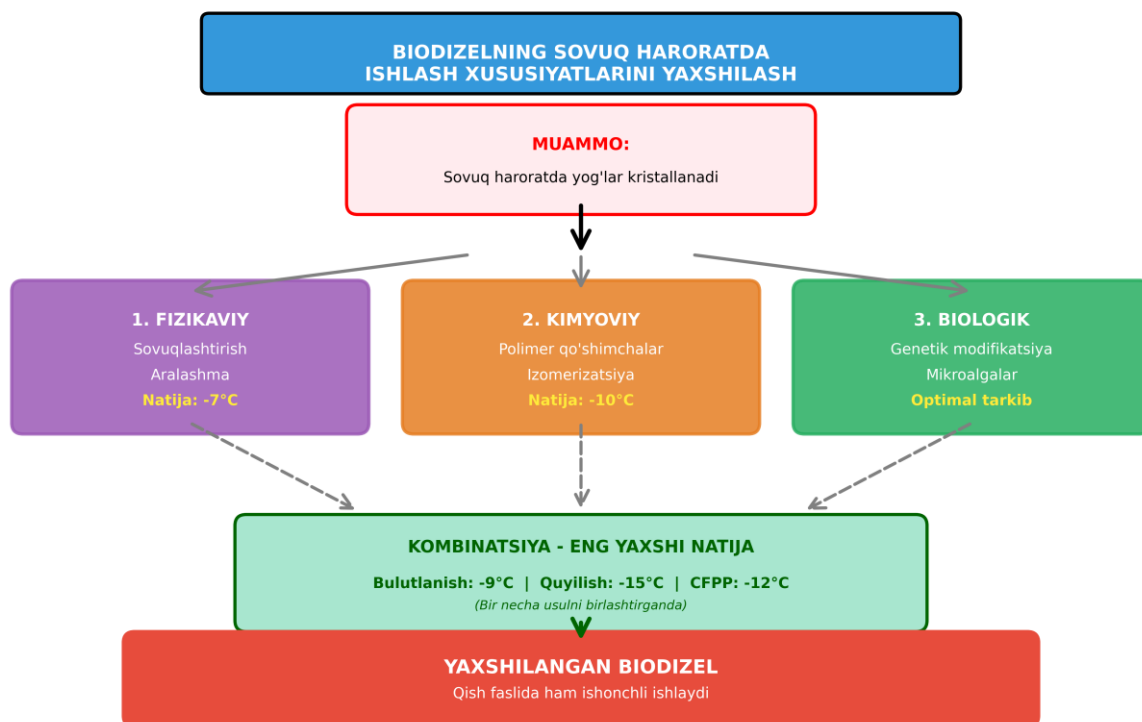
Hozirgi zamon dunyosida energiya xavfsizligi va atrof-muhitni muhofaza qilish masalalari barcha davlatlar uchun ustuvor vazifalardan biriga aylandi. Dunyo bo'yicha

energiya iste'moli 2050-yilgacha doimiy ravishda o'sib borishi prognoz qilinmoqda, bu esa qayta tiklanadigan energiya manbalari, xususan bioyoqilg'ilarning ahamiyatini yanada oshiradi [7]. Biodizel - o'simlik yog'lari, hayvon yog'lari yoki mikroorganizmlardan olingan triglitseridlarning metanol yoki etanol bilan transesterifikatsiya reaksiyasi natijasida hosil bo'ladigan yog' kislotasi alkil efirlari aralashmasidir[8].

Biodizelning bir qator afzalliklari mavjud: to'liq biologik parchalanuvchanligi, yuqori olovlanish nuqtasi, dizel yoqilg'isi bilan har qanday nisbatda aralashish qobiliyati, mavjud yoqilg'i taqsimlash infratuzilmasi bilan mosligi va tabiiy moylash xususiyatlari [9]. Shu bilan birga, biodizelning keng miqyosda qo'llanilishiga to'sqinlik qiluvchi asosiy muammolardan biri - bu uning sovuq haroratlarda noqulay ishlash xususiyatlaridir. Sovuq haroratlarda biodizel yog' kislotalarining to'yingan efirlar tarkibi kristallanib, yoqilg'i filtrlarini, yoqilg'i liniyalarini va forsunkalarni tiqib qo'yishi mumkin [10].

Bu hodisa uch asosiy parametr orqali baholanadi:

- 1) Bulutlanish nuqtasi (Cloud Point, CP) - harorat pasayganda kristall yadrolar paydo bo'lib, yoqilg'i bulutsimon ko'rinish kasb etadigan harorat;
- 2) Quyilish nuqtasi (Pour Point, PP) - yoqilg'i oqishni to'xtatadigan eng past harorat;
- 3) Sovuq filtr tiqilib qolish nuqtasi (Cold Filter Plugging Point, CFPP) - kristallar filtni tiqib qo'ygan eng yuqori harorat [11].



1-chizma: biodizelning sovuq oqim xususiyatlarini yaxshilash usullari

Masalan, soya biodizelining bulutlanish nuqtasi taxminan 1°C ni tashkil etadi, bu esa mo'tadil iqlim sharoitida ham muammolarga sabab bo'lishi mumkin [1]. Palmit ($\text{C}_{16:0}$) va stearat ($\text{C}_{18:0}$) kabi to'yingan yog' kislotalarining yuqori erish nuqtasi tufayli ular sovuq haroratda kristallanishning asosiy sababchilari hisoblanadi [12]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, to'yinmagan yog' kislotalarining miqdori qanchalik yuqori bo'lsa, sovuq oqim xususiyatlari shunchalik yaxshi bo'ladi [13]. Biroq, to'yinmaganlik darajasining oshishi oksidlanish barqarorligini pasaytiradi va azot oksidlari (NO_x) chiqindilarini oshiradi. Shu sababli, biodizelning sovuq oqim xususiyatlarini yaxshilash uchun kompleks yondashuv zarur. Fizik usullar orasida sovuqlashtirish (winterization) va aralashma tayyorlash (blending) eng ko'p qo'llaniladi. Sovuqlashtirish jarayonida to'yingan yog' kislotalari kristallari ajratilib, bulutlanish nuqtasi pasaytiriladi, ammo mahsulot chiqishi kamayadi. Aralashma tayyorlashda esa biodizel past erish nuqtali yoqilg'ilar bilan aralashtiriladi, bu orqali sovuq oqim xususiyatlari yaxshilanadi. Kimyoviy usullar sirasiga polimer qo'shimchalar, izomerizatsiya va gidroksilash kiradi. Polimer qo'shimchalar kristallarning o'sish shaklini o'zgartirib, quyilish nuqtasini pasaytiradi. Izomerizatsiya jarayoni yog' kislotalarining zanjir tuzilishini tarmoqlab, ularning past haroratlarda suyuqligini saqlab qoladi. Gidroksilash esa uglevodorod zanjirlarini qisqartirish orqali past erish nuqtali komponentlar hosil qiladi. Biologik usullar orasida genetik modifikatsiya va mikroorganizmlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Genetik modifikatsiya orqali yog' kislotalarining oleik kislota miqdori oshiriladi, bu esa biodizelning sovuq oqim va oksidlanish barqarorligini yaxshilaydi. Mikroalgalar va achitqilar esa ekologik toza xom ashyo manbai sifatida ko'rilmogda. Eng yaxshi natijalar turli usullarni kombinatsiyalash orqali olinadi, masalan sovuqlashtirish va kimyoviy qo'shimchalarni birgalikda qo'llash. Umuman olganda, biodizelning sovuq haroratda ishlashini ta'minlash uchun kompleks yondashuv zarur bo'lib, bu yo'nalishda yangi katalizatorlar, samarali polimerlar va genetik modifikatsiyalangan xom ashyolar ustida izlanishlar davom etmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lee, I., Johnson, L.A., Hammond, E.G. (1996). Winterized Methyl Esters from Soybean Oil: An Alternative Diesel Fuel With Improved Low-Temperature Flow Properties. Journal of the American Oil Chemists' Society, 73(5), 631-636.
2. Wang, Y.T., Huang, H., Yuan, M.X., Li, X., Xue, Y., Lin, H.L., Han, S. (2014). Effects of Cold Flow Improvers on Flow Properties of Soybean Biodiesel. Fuel, 129, 305-312.

3. Islam, M.M., Hassan, M.H., Kalam, M.A., Zulkifli, N.W., Habibullah, M., Hossain, M.M. (2016). Improvement of Cold Flow Properties of Cocos nucifera and Calophyllum inophyllum Biodiesel Blends Using Polymethyl Acrylate Additive. *Journal of Cleaner Production*, 137, 322-329.
4. Reaume, S.J., Ellis, N. (2013). Use of Isomerization and Hydroisomerization Reactions to Improve the Cold Flow Properties of Vegetable Oil Based Biodiesel. *Energies*, 6(2), 619-633.
5. Yori, J.C., D'Amato, M.A., Grau, J.M., Pieck, C.L., Vera, C.R. (2006). Depression of the Cloud Point of Biodiesel by Reaction over Solid Acids. *Energy & Fuels*, 20(6), 2721-2726.
6. Kinney, A.J., Knowlton, S. (1998). Designer Oils: The High-Oleic Acid Soybean. In: Roller, S., Harlander, S. (eds) *Genetic Modification in the Food Industry*. Blackie, London, pp 193-213.
7. Kristanto, M.S., Pratama, A.W., Wijaya, K. (2024). A Review of Biodiesel Cold Flow Properties and Its Improvement Methods: Towards Sustainable Biodiesel Application. *Energies*, 17(18), 4543.
8. Knothe, G., Razon, L.F. (2017). Biodiesel Fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, 58, 36-59.
9. Demirbas, A. (2009). Progress and Recent Trends in Biodiesel Fuels. *Energy Conversion and Management*, 50(1), 14-34.
10. Echim, C., Verhe, R., De Greyt, W., Stevens, C. (2012). Production of Biodiesel from Side-Stream Refining Products. *Energy*, 43(1), 530-536.
11. ASTM D6751-20a. (2020). Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels. ASTM International, West Conshohocken, PA.
12. Knothe, G., Steidley, K.R. (2005). Kinematic Viscosity of Biodiesel Fuel Components and Related Compounds. *Fuel*, 84(9), 1059-1065.
13. Imahara, H., Minami, E., Saka, S. (2006). Thermodynamic Study on Cloud Point of Biodiesel. *Fuel*, 85(12-13), 1666-1670.