

SINTETIK DIZEL YOQILG'ILARINING TRIBOLOGIK (ISHQALANISHGA QARSHI) XOSSALARINI OSHIRISHDA INNOVATSION QO'SHIMCHALARNING ROLI**Yulduz Tuxtayeva**

Qarshi Davlat Texnika Universiteti magistri,
Universitet ko'chasi, 225, 180100, Qarshi, O'zbekiston.

yulduztuxtayeva50@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15400991>

Annotatsiya. Hozirgi kunda sintetik suyuq yoqilg'ilar (SSY) global miqyosda ekologik tozaligi, yuqori yonish samaradorligi va past emissiya darajasi tufayli an'anaviy neft mahsulotlariga muqobil sifatida keng e'tirof etilmoqda. Jumladan, GTL (gas-to-liquid) texnologiyasi orqali tabiiy gazdan olinadigan yoqilg'ilar transport, sanoat va harbiy sohalarda tobora ko'proq qo'llanilmoqda. Biroq, SSYlar tarkibida tabiiy neftdan olingan yoqilg'ilarda mavjud bo'lgan aromatik birikmalar va og'ir fraksiyalarning yetishmasligi ularning moylash xususiyatlarining sust bo'lishiga olib kelmoqda. Bu esa, dvigatellar va mexanizmlarning ish faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi, ishqalanish va eskirish darajasining oshishiga sabab bo'lishi mumkin. Ushbu maqolada sintetik yoqilg'ilarning moylash xususiyatlarini oshirish bo'yicha olib borilayotgan ilmiy-tadqiqot ishlariga e'tibor qaratiladi. Xususan, mahalliy xomashyo asosida sintez qilingan qo'shimchalar yordamida SSY ning tribologik xossalarini yaxshilashga oid mavjud yondashuvlar, texnologik usullar va ularning afzalliklari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari sintetik yoqilg'ilar samaradorligini oshirish, ularni amaliyotga joriy qilish jarayonini tezlashtirish hamda energetik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo'lishi mumkin.

Kalit so'z: Sintetik suyuq yoqilg'i, GTL, moylash xususiyati, mahalliy xomashyo, molibden oksidi, oltingugurt, HFRR.

THE ROLE OF INNOVATIVE ADDITIVES IN IMPROVING TRIBOLOGICAL (ANTI-FRICTION) PROPERTIES OF SYNTHETIC DIESEL FUELS

Abstract. Currently, synthetic liquid fuels (SLF) are widely recognized globally as an alternative to traditional petroleum products due to their environmental friendliness, high combustion efficiency and low emission levels. In particular, fuels obtained from natural gas through GTL (gas-to-liquid) technology are increasingly used in transport, industry and military sectors. However, the lack of aromatic compounds and heavy fractions present in fuels obtained from natural oil in the composition of SLFs leads to poor lubricating properties. This can negatively affect the performance of engines and mechanisms, and cause increased friction and wear. This article focuses on research and development work on improving the lubricating properties of synthetic fuels. In particular, existing approaches, technological methods and their advantages for improving the tribological properties of SLFs using additives synthesized from local raw materials are analyzed. The research results may have important scientific and practical significance in increasing the efficiency of synthetic fuels, accelerating their implementation, and ensuring energy security.

Keywords: Synthetic liquid fuel, GTL, lubricant, domestic raw materials, molybdenum oxide, sulfur, HFRR.

РОЛЬ ИННОВАЦИОННЫХ ПРИСАДОК В УЛУЧШЕНИИ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ (АНТИФРИКЦИОННЫХ) СВОЙСТВ СИНТЕТИЧЕСКИХ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Аннотация. В настоящее время синтетические жидкие топлива (СЖТ) широко признаны в мире как альтернатива традиционным нефтепродуктам благодаря своей

экологичности, высокой полноте сгорания и низкому уровню выбросов. В частности, топлива, получаемые из природного газа по технологии GTL (gas-to-liquid), все чаще используются в транспорте, промышленности и военной сфере. Однако отсутствие в составе СЖТ ароматических соединений и тяжелых фракций, присутствующих в топливах, получаемых из природной нефти, приводит к плохим смазочным свойствам.

Это может негативно влиять на работу двигателей и механизмов, вызывать повышенное трение и износ. В данной статье рассматриваются научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по улучшению смазочных свойств синтетических топлив. В частности, анализируются существующие подходы, технологические приемы и их преимущества для улучшения трибологических свойств СЖТ с использованием присадок, синтезированных из местного сырья. Результаты исследований могут иметь важное научное и практическое значение для повышения эффективности синтетических топлив, ускорения их внедрения и обеспечения энергетической безопасности.

Ключевые слова: Синтетическое жидкое топливо, GTL, смазывающая способность, местное сырье, оксид молибдена, сера, HFRR.

Kirish

XXI asrda energetika resurslariga bo'lgan talabning ortib borishi va ekologik muammolarning keskinlashuvi fonida alternativ, ekologik toza va samarador yoqilg'ilar bo'lgan ehtiyoj tobora oshib bormoqda. Shu munosabat bilan sintetik suyuq yoqilg'ilar (SSY), xususan, tabiiy gaz asosida GTL (Gas-to-Liquid) texnologiyasi orqali olingan yoqilg'ilar global bozorda katta qiziqish uyg'otmoqda. SSYlar yuqori tozalik darajasi, past oltingugurt miqdori, yuqori setan soni va yonish jarayonida hosil bo'ladigan zararli moddalarning kamayganligi bilan ajralib turadi. Biroq, ushbu yoqilg'ilar tarkibida aromatik uglevodorodlarning yo'qligi yoki nihoyatda kamligi ularning moylash xususiyatlarini tabiiy neft mahsulotlariga nisbatan sezilarli darajada pasaytiradi. Bu esa, dvigatellar va boshqa ishqalanuvchi mexanizmlarda ish faoliyatining yomonlashuvi, eskirish jarayonining tezlashuvi hamda texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarining oshishiga olib keladi. Shu sababli, sintetik suyuq yoqilg'ilarning tribologik (ishqalanishga qarshi) xossalari yaxshilash, ya'ni ularning moylash qobiliyatini oshirish, zamonaviy yoqilg'i texnologiyalari oldida turgan dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Bugungi kunda bu yo'nalishda bir qator yondashuvlar, jumladan, samarali qo'shimchalar ishlab chiqish, mahalliy xomashyolardan foydalanish hamda yangi kompozitsion tarkiblarni shakllantirish bo'yicha izlanishlar olib borilmoqda. Mazkur maqolada SSY ning moylash xususiyatlarini oshirish zaruriyati, mavjud muammolar, ularni bartaraf etish yo'llari hamda mahalliy xomashyo asosida sintezlangan qo'shimchalarning istiqbollari tahlil qilinadi.

Mavzu bo'yicha adabiyotlarni tahlili

So'nggi yillarda sintetik suyuq yoqilg'ilar (SSY), ayniqsa, GTL (Gas-to-Liquid) texnologiyasi asosida olingan mahsulotlar, nafaqat ekologik tozaligi, balki energiya xavfsizligini ta'minlashdagi roli bilan ham ilmiy va amaliy izlanishlar markazida turibdi. Xorijiy olimlar (J.B. Fang, K. Seddon, M. Dry va boshqalar) tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida GTL yoqilg'ilarining yuqori setan soni, past aromatik tarkibi va nolga yaqin oltingugurt miqdori tufayli ichki yonuv dvigatellarida samarali yonishini ta'minlashi isbotlangan [1,2].

Biroq, ushbu yoqilg'ilarning asosiy kamchiliklaridan biri ularning moylovchanlik darajasining pastligidir.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, tabiiy neft mahsulotlarida mavjud bo'lgan aromatik va og'ir fraksiyalar moylash qobiliyatini oshirishga xizmat qiladi, sintetik yoqilg'ilarda esa bu komponentlar mavjud emas [3]. Shu sababli SSY tarkibiga maxsus qo'shimchalar kiritish orqali tribologik xossalarni yaxshilash zamonaviy yoqilg'i kimyosining dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

A.A. Zolotov va S.V. Dronov [4] tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda estefikatsiyalangan o'simlik moylari asosida yaratilgan bioqo'shimchalarning GTL yoqilg'ilari uchun samarali moylovchi komponent sifatida ishlatilishi ko'rsatilgan. Bundan tashqari, O'zbekistonlik tadqiqotchilar tomonidan (N.A. Karimov, B.M. Shukurov va boshqalar) mahalliy xomashyo – paxta moyi, neftni qayta ishlash chiqindilari va tabiiy uglevodorodlar asosida sintezlangan qo'shimchalarning amaliy samaradorligi haqida ma'lumotlar berilgan [5].

SSY ning moylash xususiyatlarini oshirish bo'yicha quyidagi yondashuvlar keng o'rganilmoqda:

- Esterlar, alkanolamidlar, sulfonatlar kabi birikmalarni qo'shimcha sifatida qo'llash [6];
- Biomoylar va ularning modifikatsiyalangan hosilalari yordamida SSY tarkibini boyitish [7];
- Nanotexnologik yondashuvlar – masalan, dispers nanozarrachalar asosidagi qo'shimchalarning ta'siri [8].

Shuningdek, xalqaro ISO va ASTM standartlarida SSY moylovchanligini baholash bo'yicha qator test uslublari (Ball-on-disk, HFRR – High Frequency Reciprocating Rig va boshqalar) tavsiya etilgan bo'lib, ushbu metodikalar yordamida sinovlar o'tkazish keng qo'llanilmoqda [9].

Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, SSYning moylash xususiyatlarini yaxshilash bo'yicha ilmiy-texnik yondashuvlar mavjud bo'lsa-da, ularning ko'pchiligi chet el xomashyolari asosida amalga oshirilgan. Shu sababli, mahalliy xomashyo manbalaridan foydalanish orqali arzon, samarali va ekologik xavfsiz qo'shimchalar ishlab chiqish istiqbolli ilmiy yo'nalish hisoblanadi.

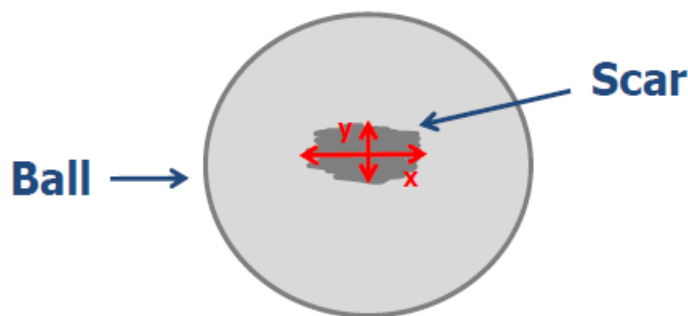
Tadqiqot metodologiyasi

Sintetik suyuq yoqilg'i, xususan, GTL (Gas-to-Liquid) texnologiyasi asosida olingan yoqilg'ilar tarkibida oltingugurt, va boshqa tabiiy moylashni ta'minlovchi komponentlarning kamligi sababli past moylovchanlikka ega. O'zbekiston Gtl dezilida oltingugurt miqdori deyarli yo'q (5 mg/kg). Bu esa dvigatel va yoqilg'i tizimidagi ishqalanish kuchayishi, eskirish jarayonlarining tezlashishi va samaradorlikning pasayishiga olib keladi. Bunday noqulayliklarni oldini olish uchun moylash xususiyatini oshiruvchi kimyoviy qo'shimchalar qo'shiladi.

Moylovchanlikni oshiruvchi kimyoviy qo'ndirmalar asosan efirlar, karbon kislotalar, yuqori yog' kislotalar, spirtlar, sirt faol moddalar, kolloid va polimer qo'shimchalardan iborat bo'ladi. Ishqalanishni kamaytirish, sirtlar orasidagi kontaktni himoya qilish, qattiq zarrachalarning cho'kishini oldini olib, ularning yoqilg'ida yoki moyda bir tekis taqsimlanishi, qo'shimchani uzoq muddatli barqarorligini ta'minlashi, oksidlanishdan himoya qilish va kimyoviy reaksiyalarni muvozanatlash yoki muayyan sharoitlarga moslash vazifalarini bajaradi.

Molibden sulfid asosida sintetik yoqilg'ining moylash xususiyatini oshirish borasida yondashuvlarimni bayon qiladigan bo'lsam, Molibden sulfid (MoS_2) yuqori moylash qobiliyatiga ega qattiq modda bo'lib, nano o'lchamdagi dispersiyalari sintetik yoqilg'ilarga qo'shilganda ishqalanishni kamaytiradi va dvigatel qismlarining yemirilishini sekinlashtiradi [10].

Molibden sulfidni suyuq fazada sintez qilish uchun quyidagi xomashyolar ishlatiladi: Molibden oksidi (MoO_3) – Olmaliq kon-metallurgiya kombinati (OKMK) dan olinadi. Granulali oltingugurt (S) – Shoʻrtan gaz-kimyó majmuasidan olinadi. Bu ikki kimyoviy reagentlar mahalliy xomashyo hisoblanib, samaradorlikka erishishimizda asosiy rol oʻynaydi. MoO_3 va S ning ishqoriy muhitdagi reaksiyasi natijasida MoS_2 sintez qilinadi. Bu jarayonda MoS_2 mayda zarrachalar shaklida hosil boʻlib, uni stabilizatsiya qilish uchun dispersantlar qoʻshiladi. MoS_2 nanozarrachalarining yoqilgʻida teng taqsimlanishi uchun dispersantlar va stabilizatorlar tanlanadi. Olein kislotasi – Tabiiy yogʻ kislotasi boʻlib, MoS_2 zarrachalarining dispersiyalangan holatda qolishiga yordam beradi. Polimer qoʻshimchalar (PMA, PIB) – Polimetakrilatlar yoki polibutendiamin asosidagi qoʻshimchalar nanozarrachalar agregatsiyasini oldini oladi. Sintetik yoqilgʻiga qoʻshilgan MoS_2 dispersiyasining moylash samaradorligi quyidagi HFRR (High-Frequency Reciprocating Rig) Testi bilan baholanadi. ISO 12156-1 (HFRR)[11] va ASTM D6079 standartlariga mos holda sinov amalga oshiriladi. Sinov 50 Hz chastotada va 200 μm amplitudada 75 daqiqa davomida sinov kamerasiga solingan namuna yoqilgʻida poʻlat sharcha va diskning ishqalanish harakati taʼminlanadi. Jarayonda ishqalanish koeffitsienti (COF) va qirilish izining diametri (Wear Scar Diameter, WSD) avtomatik qayd qilinadi. Optik mikroskop yordamida WSD oʻlchanadi. Ishqalanish koeffitsienti solishtiriladi. Agar MoS_2 dispersiyasi qoʻshilganda WSD kamaygan boʻlsa $\rightarrow$ moylash xususiyati yaxshilangan[12].



1-rasm. Optik mikroskop yordamida ishqalanish izlarining koʻrinishi.

Xulosa. MoS_2 nanozarrachalaridan iborat dispersiyalar GTL yoqilgʻisining moylash xususiyatini oshirish uchun samarali qoʻshimcha hisoblanadi. Molibden oksidi va oltingugurt asosida sintez qilingan MoS_2 dispersiyasining barqarorligi olein kislotasi va polimer dispersantlar yordamida taʼminlanadi. Bu yondashuv yoqilgʻi tizimlarining ishonchliligini oshirish va dvigatelda ishqalanishini kamaytirish uchun innovatsion yechim sifatida tavsiya etiladi. Shuni koʻrsatadiki, Mahalliy xomashyolardan foydalangan holda ishlab chiqilgan qoʻshimchalar SSY ning texnik va ekologik afzalliklarini saqlab qolgan holda uning moylovchanligini oshirish imkonini beradi. Xususan, Oʻzbekistonda ishlab chiqarilgan molibden oksidi va oltingugurt asosidagi modifikatorlar istiqbolli yoʻnalishlardan biri boʻlib, ularning samaradorligini oshirish boʻyicha qoʻshimcha tadqiqotlar olib borish lozim.

Kelajakda yanada samarali va ekologik toza qoʻshimchalar ishlab chiqish yoʻnalishida tadqiqotlarni davom ettirish muhim ahamiyat kasb etadi.

REFERENCES

1. Fang, J., & McCormick, R. L. (2006). *Spectroscopic Study of Lubricity Additives in Diesel Fuels*. Energy & Fuels, 20(1), 48–53.

2. Dry, M. E. (2002). *The Fischer–Tropsch process: 1950–2000*. Catalysis Today, 71(3-4), 227–241.
3. Seddon, K. R. (2003). *Ionic Liquids for Clean Technology*. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 68(4), 351–356.
4. Золотов А.А., Дронов С.В. (2018). Биоразлагаемые присадки на основе растительных масел для синтетических дизельных топлив. Вестник Томского политехнического университета, №5, с. 66–71.
5. Каримов Н.А., Шукуров Б.М., Усманов Ф.Б. (2020). Исследование эффективности местного сырья в качестве добавок к синтетическим топливам. Журнал "Нефтегаз", №3, с. 44–49.
6. Patel, H. R., & Sarathi, R. (2010). *Development of Lubricity Enhancers Using Esters for Ultra-Low Sulfur Diesel*. Industrial & Engineering Chemistry Research, 49(12), 5825–5830.
7. Ali, Y., & Hanna, M. A. (1994). *Alternative Diesel Fuels from Vegetable Oils*. Bioresource Technology, 50(2), 153–163.
8. Zhang, Q., Wang, D., & Zhao, W. (2017). *Nanoparticle Additives in Fuel: Improving Tribological Properties of Diesel*. Tribology International, 109, 509–517.
9. ASTM D6079 – 20. *Standard Test Method for Evaluating Lubricity of Diesel Fuels by the High-Frequency Reciprocating Rig (HFRR)*. ASTM International, USA.
10. Martin, J. M., & Donnet, C. (2000). "Superlubricity with MoS₂-based Nanoparticles." Wear, 245(1-2), 107–119.
11. ISO 12156-1:2018 – "Diesel fuel—Assessment of lubricity using the HFRR method."
12. ASTM D6079-18 – "Standard Test Method for Evaluating Lubricity of Diesel Fuels Using the High-Frequency Reciprocating Rig (HFRR)."