Registered in Germany Europa Revue Journal
ISSN: 1862-6564 Vol. 6 No. 11 (2026) Published November 05, 2026

Infrared Spectroscopic Analysis of Changes in the Physicochemical Properties and Hydrocarbon Composition of Used Hydraulic Oil During Operation

Hotamov Qobul Shirinboy o‘g‘li
Bukhara State Technical University
hotamovqobul@gmail.com

Abstract

The article investigates changes in the physicochemical properties and hydrocarbon composition of used L-HL 46 hydraulic oil during operation, comparing it with fresh oil. The samples were analyzed using GOST methods across 12 parameters. As a result of operation, the kinematic viscosity at 40 °C decreased from 46 to 30.56 mm²/s (approximately 33.6%), the viscosity index decreased from 103 to 90, and the flash point dropped from 226 to 212.9 °C, while the acid number increased from 0.5 to 0.8 mg KOH/g. Infrared spectroscopy revealed an approximately 3% decrease in the content of paraffinic and naphthenic hydrocarbons and the occurrence of mild oxidation, while indicating that the chemical composition of the oil's hydrocarbon base remained unchanged. Treatment with alkali and adsorptive purification using Navbahor bentonite did not affect the principal hydrocarbon composition of the oil, indicating that the used oil can be regenerated and reused.

Keywords

used hydraulic oil, L-HL 46, physicochemical properties, viscosity index, acid number, infrared spectroscopy, regeneration.

Ishlatilgan gidravlik moyining ekspluatatsiya jarayonida fizik-kimyoviy xossalari va uglevodorod tarkibidagi o'zgarishlarini IK-spektroskopik tahlil qilish

Hotamov Qobul Shirinboy o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Maqolada ishlatilgan L-HL 46 rusumli gidravlik moyining ekspluatatsiya jarayonidagi fizik-kimyoviy xossalari va uglevodorod tarkibidagi o‘zgarishlar toza moy bilan solishtirilib o‘rganilgan. Namunalar 12 ta ko‘rsatkich bo‘yicha GOST usullarida tahlil qilindi. Ekspluatatsiya natijasida 40 °C dagi kinematik

qovushqoqlik 46 dan 30,56 mm²/s gacha (taxminan 33,6 %), qovushqoqlik indeksi 103 dan 90 gacha, alangalanish harorati 226 dan 212,9 °C gacha pasaygan, kislota soni esa 0,5 dan 0,8 mg KOH/g gacha ortgan. IK-spektroskopiya parafin va naften uglevodorodlar miqdori taxminan 3 % ga kamayganini va kuchsiz oksidlanish sodir bo‘lganini, biroq moyning uglevodorod tarkibi kimyoviy jihatdan o‘zgarmaganini ko‘rsatdi. Ishqor bilan ishlov berish va Navbahor bentoniti bilan adsorbsion tozalash moyning asosiy uglevodorod tarkibiga ta’sir qilmadi, bu esa ishlatilgan moyni regeneratsiyalab qayta ishlatish mumkinligini bildiradi.

Kalit so‘zlar: ishlatilgan gidravlik moy, L-HL 46, fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar, qovushqoqlik indeksi, kislota soni, IK-spektroskopiya, regeneratsiya.

Neft va gaz sanoati uchun ishlab chiqariladigan moylarning sifat ko‘rsatkichlarini oshirish doimiy takomillashtirishni talab qiladi: ular zamonaviy texnika ishlab chiqaruvchilari belgilagan me’yorlarga va dunyoda qo‘llanilayotgan yoqilg‘i-moylash materiallarining texnik talablariga javob berishi kerak. Bunga tozalash va regeneratsiya texnologiyalarini takomillashtirish hamda yangi samarali va tejamkor sorbentlarni qo‘llash orqali erishish mumkin. Dunyoda ishlatilgan neft moylari hajmining kattaligi ularni qayta ishlashni dolzarb vazifaga aylantirmoqda [2]. Shu sababli og‘ir ekspluatatsion sharoitlarda kimyoviy va dispersion barqarorligini saqlaydigan gidravlik moylarni ishlab chiqarish hamda ishlatilgan gidravlik moylarni regeneratsiyalab tovar mahsulotiga aylantirish bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Ishlatilgan moylarni tozalash usullari, jumladan turbina moylarini istalmagan komponentlardan tozalash bo‘yicha tadqiqotlar mavjud [3, 4]; yuqori kuchlanishli gidravlik tizimlar uchun gidravlik moylar olishning yangi texnologiyalari ham o‘rganilgan [5]. Regeneratsiya jarayonlarining iqtisodiy va ekologik muammolari [6] da ko‘rib chiqilgan. Respublikamizda mahalliy sorbentlar asosida ishlatilgan moylarni regeneratsiyalab, fizik-kimyoviy xossalari yaxshilangan gidravlik moylar olish texnologiyasini yaratish va qo‘llash bo‘yicha ilmiy hamda amaliy natijalarga erishilmoqda. Shu bilan birga, ishlatilgan moylarni regeneratsiyalab, ular asosida gidravlik moylarning bardoshliligi, sifati va fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarini oshirishga hali yetarli e’tibor qaratilmagan. Yangi O‘zbekistonning 2022–2026-yillarga

mo‘ljallangan taraqqiyot strategiyasida iqtisodiyotga innovatsiyalarni keng joriy qilish, sanoat korxonalari va ilm-fan muassasalarining kooperatsiya aloqalarini rivojlantirish vazifalari belgilangan [1]. Bu mahalliy xomashyo asosidagi sorbentlar yordamida ishlatilgan moylarni adsorbsion regeneratsiyalash jarayonlarini intensivlashtirish va ularning fizik-kimyoviy hamda ekologik xossalarini boshqarishning ilmiy asoslarini ishlab chiqishni dolzarb qiladi.

Regeneratsiya usulini tanlashdan oldin moyning ekspluatatsiya davomida aynan qaysi ko‘rsatkichlari va qanday darajada yomonlashganini, shuningdek uglevodorod asosi saqlanib qolganini aniqlash zarur. Ushbu maqola shu masalaga bag‘ishlangan.

Ishlatilgan gidravlik moyining fizik-kimyoviy xossalari va uglevodorod tarkibidagi o‘zgarishlarni aniqlash hamda ishqor bilan ishlov berish va Navbahor bentoniti bilan adsorbsion tozalashning moy tarkibiga ta’sirini baholash.

Tadqiqot ob’ekti sifatida ishlatilgan gidravlik moy olindi; taqqoslash uchun toza L-HL 46 moyining ko‘rsatkichlaridan foydalanildi. Moyni tozalash uchun Navoiy viloyati Karmana tumanida joylashgan Navbahor bentoniti qo‘llanildi. Ishlatilgan moy avval ishqor bilan ishlov berildi, so‘ngra Navbahor bentoniti bilan adsorbsiyalandi; sorbentning samaradorligi moyning tozalanish darajasiga qarab baholandi.

Adabiyot ma’lumotlariga ko‘ra ekspluatatsiya jarayonida moyning termik barqarorligi, ko‘piklanishi, fraksion tarkibi va korrozion xossalari deyarli o‘zgarmaydi, qovushqoqlik, kislota soni, optik zichlik, mexanik aralashmalar va suv miqdori esa ko‘proq o‘zgaradi. Shu sababli adsorbent samaradorligi aynan shu ko‘rsatkichlar bo‘yicha baholandi. Moy 12 ta asosiy ko‘rsatkich bo‘yicha «Neftgaztatqiqot» MChJ laboratoriyasida tahlil qilindi. Qo‘llanilgan standartlar: zichlik 20 °C da — GOST 3900; kinematik qovushqoqlik 40 va 100 °C da — GOST 31391; qovushqoqlik indeksi — GOST 25371; suv miqdori — GOST 2477; ochiq tigeldagi alangalanish harorati — GOST 4333; suvda eruvchan kislota va ishqorlar — GOST 6307; mexanik aralashmalar — GOST 6370; qotish harorati — GOST 20287; kul miqdori — GOST 1461; oltingugurt miqdori — GOST 19121; kislota soni — GOST 5476-80.

Moyning uglevodorod tarkibi va undagi o‘zgarishlarni o‘rganish uchun IK-spektroskopiya qo‘llanildi. Ko‘p komponentli aralashmalar spektrida chiziqlar juda

ko‘p bo‘lgani uchun alohida birikmalar emas, balki kimyoviy tuzilishi umumiy bo‘lgan birikmalar guruhlarining mavjudligi baholandi. Eng axborotli hududlar sifatida 3600–2700 va 1900–700 sm^{-1} diapazonlari ko‘rib chiqildi. IK-spektrlar to‘rt namuna uchun olindi: toza moy, ishlatilgan moy, ishqor bilan ishlov berilgan moy va Navbahor bentonitidan o‘tkazilgan moy.

Fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar

Ekspluatatsiya jarayonida L-HL 46 moyining qovushqoqligi, qovushqoqlik indeksi va alangalanish harorati pasaygan, kislota soni va kul miqdori ortgan (1-jadval).

Toza va ishlatilgan L-HL 46 gidravlik moyining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari. 1-jadval.

Ko‘rsatkich (standart)	Toza moy	Ishlatilgan moy	O‘zgarish
Zichlik 20 °C da, kg/m³ (GOST 3900)	867	865	−2 (−0,2 %)
Kinematik qovushqoqlik 40 °C da, mm²/s (GOST 31391)	46	30,56	−15,44 (−33,6 %)
Kinematik qovushqoqlik 100 °C da, mm²/s (GOST 31391)	6,1	5,45	−0,65 (−10,7 %)
Qovushqoqlik indeksi (GOST 25371)	103	90	−13
Suv miqdori, % (GOST 2477)	mavjud emas	mavjud emas	o‘zgarmagan
Ochiq tigeldagi alangalanish harorati, °C (GOST 4333)	226	212,9	−13,1
Suvda eruvchan kislota va ishqorlar (GOST 6307)	mavjud emas	mavjud emas	o‘zgarmagan
Mexanik aralashmalar, % (GOST 6370)	mavjud emas	mavjud emas	o‘zgarmagan
Qotish harorati, °C (GOST 20287)	−18	−14	+4
Kul miqdori, % (GOST 1461)	6,5	7,3	+0,8 (+12,3 %)
Oltingugurt miqdori, % (GOST 19121)	0,5	0,47	−0,03 (−6 %)
Kislota soni, mg KOH/g (GOST 5476-80)	0,5	0,8	+0,3 (+60 %)

40 °C dagi kinematik qovushqoqlik 46 dan 30,56 mm²/s gacha (taxminan 33,6 % ga), 100 °C dagi qovushqoqlik 6,1 dan 5,45 mm²/s gacha (taxminan 10,7 % ga),

qovushqoqlik indeksi 103 dan 90 gacha kamaygan. Alangalanish harorati 226 dan 212,9 °C gacha (13,1 °C ga) pasaygan, qotish harorati −18 dan −14 °C gacha ko‘tarilgan. Kislota soni 0,5 dan 0,8 mg KOH/g gacha ortgan, kul miqdori 6,5 dan 7,3 % gacha oshgan. Zichlik deyarli o‘zgarmagan (867 va 865 kg/m³), oltingugurt miqdori 0,5 dan 0,47 % gacha kamaygan. Suv, suvda eruvchan kislota va ishqorlar hamda mexanik aralashmalar ikkala namunada ham aniqlanmagan.

Toza moy spektrida 3600–700 sm^{-1} oralig‘ida intensiv yutilish chiziqlari kuzatildi; 3000–2800 sm^{-1} sohada xarakterli chiziq mavjud. Barcha namunalar spektrlaridan olingan natijalar 2-jadvalda umumlashtirildi.

Gidravlik moy namunalarining IK-spektroskopik tahlil natijalari. 2-jadval.

Namuna	IK-spektrda kuzatilgan o‘zgarish
Toza moy	3600–700 sm^{-1} oralig‘ida intensiv yutilish; 3000–2800 sm^{-1} sohada xarakterli chiziq
Ishlatilgan moy	Parafin va naften uglevodorodlar miqdori taxminan 3 % ga kamaygan; 1730 sm^{-1} sohada karbonil yutilishi biroz ortgan; metil va metilen guruhlarining valent hamda deformatsion tebranish chiziqlari o‘zgarmagan
Ishqor bilan ishlov berilgan moy	Oksikislotalar va oltingugurtli birikmalarga xos yutilish tozalangan; uglevodorod chiziqlari o‘zgarmagan
Navbahor bentoniti bilan adsorbsiya-langan moy	Karbonil guruhiga xos chiziq intensivligi pasaygan; parafin va naften uglevodorodlarga xos chiziqlar o‘zgarmagan; spektr asl moy spektriga yaqin

Qovushqoqlik indeksining 103 dan 90 gacha tushishi moy qovushqoqligining haroratga bog‘liqligi yomonlashganini ko‘rsatadi; qovushqoqlikning 40 °C da 100 °C dagiga nisbatan keskinroq pasayishi (33,6 % va 10,7 %) shunga mos keladi. Alangalanish haroratining pasayishi bilan yengil fraksiyalar ulushi o‘rtasidagi bog‘liqlikni fraksion tarkibni aniqlash orqali tasdiqlash maqsadga muvofiq. Kislota sonining 60 % ga ortishi moyda kislotali oksidlanish mahsulotlari to‘planganini bildiradi. Adabiyotda ekspluatatsiya jarayonida suv va mexanik aralashmalar miqdori ko‘proq o‘zgarishi ta’kidlansa-da, tekshirilgan namunada ular aniqlanmadi. Eng sezilarli o‘zgarishlar qovushqoqlik, qovushqoqlik indeksi va kislota soni bo‘yicha qayd

etilgani sababli, regeneratsiyada birinchi navbatda aynan shu ko‘rsatkichlarni tiklash muhim hisoblanadi.

Moylar kabi ko‘p komponentli aralashmalarda alohida birikmalarni aniqlash deyarli mumkin emas, shu sababli IK-spektroskopiya faqat birikmalar guruhlarining mavjudligini baholashga imkon beradi. Parafin va naften uglevodorodlar miqdorining taxminan 3 % ga kamayishi yengil uchuvchan fraksiyalarning bug‘lanishi bilan bog‘liq, chunki ekspluatatsiya vaqtida moy harorati 100 °C gacha ko‘tariladi. 1730 sm^{-1} sohada karbonil tarmog‘i intensivligining biroz ortishi moyning kuchsiz oksidlanishi bilan izohlanadi va kislota sonining 0,5 dan 0,8 mg KOH/g gacha ortishiga (1-jadval) mos keladi. Parafin va naftenli uglevodorodlarning metil va metilen guruhlari tebranishlariga mos chiziqlarni taqqoslash moyning uglevodorod tarkibi ekspluatatsiya davomida kimyoviy o‘zgarishlarga uchramaganini ko‘rsatadi.

Ishqor bilan ishlov berish ishlatilgan moy tarkibidagi oksikislotalar va oltingugurtli birikmalarni tozalagan, bunda asosiy uglevodorod tarkibi o‘zgarmagan. Adsorbentdan o‘tkazilgan moyda kislotali va qatronli birikmalarning olib tashlanishi karbonil chizig‘i intensivligining pasayishiga olib kelgan, parafin va naften uglevodorodlarga xos chiziqlar esa o‘zgarishsiz qolgan. Binobarin, adsorbent bilan tozalash ham, ishqor bilan ishlov berish ham moyning asosiy uglevodorod tarkibiga ta’sir qilmaydi.

Fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarning yomonlashuvi moy asosining kimyoviy destruksiyasi bilan emas, balki asosan qo‘shimcha birikmalar va oksidlanish mahsulotlarining to‘planishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shuning uchun ishlatilgan moyni regeneratsiyalab, keyinchalik ishlab chiqarishda qayta ishlatish mumkin. Ushbu maqolada regeneratsiyalangan moyning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari keltirilmagan; ularni aniqlash keyingi tadqiqotlarning vazifasidir.

Xulosa

1. Ishlatilgan L-HL 46 moyida toza moyga nisbatan 40 °C dagi kinematik qovushqoqlik 46 dan 30,56 mm^2/s gacha, qovushqoqlik indeksi 103 dan 90 gacha, alangalanish harorati 226 dan 212,9 °C gacha pasaygan; kislota soni 0,5 dan 0,8 mg KOH/g gacha va kul miqdori 6,5 dan 7,3 % gacha ortgan.

2. Suv, suvda eruvchan kislota va ishqorlar hamda mexanik aralashmalar ishlatilgan moyda aniqlanmadi; zichlik (867 va 865 kg/m³) va oltingugurt miqdori (0,5 va 0,47 %) deyarli o‘zgarmadi.

3. IK-spektroskopiya ekspluatatsiya davomida parafin va naften uglevodorodlar miqdori taxminan 3 % ga kamayganini va kuchsiz oksidlanish sodir bo‘lganini ko‘rsatdi; moyning uglevodorod tarkibi kimyoviy jihatdan o‘zgarmagan.

4. Ishqor bilan ishlov berish va Navbahor bentoniti bilan adsorbsion tozalash moyning asosiy uglevodorod tarkibiga ta’sir qilmadi; bentonit bilan tozalashda kislotali va qatronli birikmalarga xos karbonil chizig‘i intensivligi pasaydi.

5. Natijalar ishlatilgan L-HL 46 gidravlik moyini mahalliy Navbahor bentoniti asosida regeneratsiyalash va qayta ishlatish mumkinligini ko‘rsatadi. Keyingi bosqichda regeneratsiyalangan moyning qovushqoqligi, qovushqoqlik indeksi va kislota soni GOST usullarida aniqlanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Makhmudov, M. J., Zamirovich, B. Z., Khuzjakulov, A. F., Saloydinov, A. A., Tukhtayev, N. N., & Khotamov, Q. S. (2024). Method for reducing aromatic hydrocarbons in composition of gasoline. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 25(2).

2. Ахадов АА, Кобул ШУ, Жасур АУ. Высокоцетановые дизельные топлива из южного Кульбешкак отборной нефти. Science and Education. 2021;2(12):304-9.

3. Хотамов, К. Ш. У., Салимова, З. С., & Сафаров, Ж. А. У. (2021). ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕГИДРИРОВАНИЕ ЭТИЛБЕНЗОЛА. Universum: технические науки, (6-4 (87)), 47-49.

4. Хотамов, К. Ш. У., Салимова, З. С., & Сафаров, Ж. А. У. (2021). ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕГИДРИРОВАНИЕ ЭТИЛБЕНЗОЛА. Universum: технические науки, (6-4 (87)), 47-49.

5. Хотамов, К. Ш. У., Салимова, З. С., & Сафаров, Ж. А. У. (2021). ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕГИДРИРОВАНИЕ ЭТИЛБЕНЗОЛА. Universum: технические науки, (6-4 (87)), 47-49.