



OBTAINING EFFECTIVE DEPRESSOR DISPERSIVE ADDITIVES FOR DIESEL FUEL

Sirojiddinov I.L.

Vafojev O.Sh.

Nurkulov F.N.

Tashkent Chemical Technology Research Institute

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15235661>

ARTICLE INFO

Received: 10th April 2025

Accepted: 16th April 2025

Online: 17th April 2025

KEYWORDS

*Diesel, fuel, depressor,
dispersive additives.*

ABSTRACT

This article analyzes the process of obtaining effective depressor dispersive additives for diesel fuel. Relevant facts and examples are presented, and finally, substantiated conclusions and suggestions are given.

ЗАКУПКА ЭФФЕКТИВНЫХ ДЕПРЕССОРНО-ДИСПЕРСИОННЫХ ПРИСАДОК ДЛЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Сироджиддинов И.Л.

Вафоев О.Ш.

Нуркулов Ф.Н.

Ташкентский научно-исследовательский химико-технологический институт

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15235661>

ARTICLE INFO

Received: 10th April 2025

Accepted: 16th April 2025

Online: 17th April 2025

KEYWORDS

*Дизельное топливо,
депрессорные,
диспергирующие
присадки.*

ABSTRACT

В статье анализируется процесс получения эффективных депрессорно-диспергирующих присадок к дизельному топливу. Приводятся соответствующие факты и примеры, а в заключение делаются обоснованные выводы и предложения.

DIZEL YOQILG'ISI UCHUN SAMARALI DEPRESSOR DISPERGIRLOVCHI QO'SHIMCHALAR OLIH

Sirojiddinov I.L.

Vafojev O.SH.

Nurqo'lov F.N.

Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15235661>

ARTICLE INFO

Received: 10th April 2025

Accepted: 16th April 2025

Online: 17th April 2025

KEYWORDS

ABSTRACT

Mazkur maqolada dizel yoqilg'isi uchun samarali depressor dispergirlovchi qo'shimchalar olish jarayoni tahlil etiladi.



*Dizel, yoqilg'i, depressor,
dispersirolovchi
qo'shimchalar.*

*Tegishli fakt va misollar keltirilib, yakunda asoslantirilgan
xulosa va takliflar beriladi.*

Depressor qo'shimchalarga ma'lum talablar qo'yiladi, dizel yoqilg'isida filtrlash haroratining cheklanishi (FHCH) va qotish harorati (Tq) ni kamaytirish shuningdek, qattiq fazaning kichik kristallarini suspenziyada ushlab turish va ularning yoqilg'i hajmi bo'ylab yaxshi taqsimlanishiga yordam berish [1]. Past haroratda dizel yoqilg'isini uzoq muddatli saqlash vaqtida yoqilg'ida ikkita qatlam hosil bo'ladi: ustki qismi yengilroq rangli va pastki qismi esa xira parafinli. Ikkala qatlam ham harakatchan bo'lib, agar yoqilg'i yuqori qatlamdan olingan bo'lsa, u holda yoqilg'ining ushbu qismining sitan soni (SS) kamayishi mumkinligiga qaramay, dvigatelning ishga tushirilishi va ishlashi juda yaxshi davom etadi. Ko'p miqdorda kerosin kristallarini o'z ichiga olgan pastki qatlamdan yoqilg'i olinganda, bu qatlamda to'plangan kerosin kristallari yonilg'i filtrini yopib qo'yadi va dvigatel yomon ishlaydi yoki umuman ishga tushmaydi. Yoqilg'i segregatsiyasini oldini olish uchun parafinli dispersanlardan foydalanish kerak. Parafin dispersirolovchilari Tq va FHCHga juda kam ta'sir qiladi va ammo shunga qaramay, depressor qo'shimchalarga qo'shilganda, ular ikkinchisining samarali konsentratsiyasini 1,5 baravar kamaytirishga imkon beradi [2].

Shuni ta'kidlash kerakki, kerosin dispersirolovchilari nisbatan yangi turdagi qo'shimchalardir. Birinchi marta Exxon Chem ularning yaratilishini 1989 yilda nashr etdi [3]. Chet elda va Rossiyada depressor qo'shimchalar bilan qo'shimchalarning ushbu kompozitsiyalarining afzalliklari va kamchiliklari chuqur o'rganilmagan. Ba'zi tadqiqotlar N.N. Xvostenko [4] depressor qo'shimcha va dispersirolovchini to'g'ri tanlash va ularning tarkibidagi ma'lum nisbati bilan uzoq muddatli saqlash vaqtida dizel yoqilg'isining barqarorligini sezilarli darajada oshirish mumkinligini isbotladi. Shu bilan birga, agar depressor qo'shimcha noto'g'ri tanlansa yoki nisbatlar optimal nisbatdan chetga chiqsa, kerakli effekt o'rniga depressor qo'shimcha va dispersirolovchi o'rtasida qarama-qarshilik paydo bo'lishi mumkin [5].

Dispersirolovchilarining rivojlanishida, hosil bo'lgan kristallar yuzasida elektr zaryadini olish g'oyasi paydo bo'ldi, buning natijasida ular katta klasterlar hosil qilmasdan bir-birlarini itaradilar. Shu maqsadda kerakli funksional guruhlar, masalan, amin guruhlari, depressor qo'shimcha qo'shimchalarning molekulariga ko'p miqdorda qo'shildi. Bugungi kunga qadar parafin dispersirolovchilarining ta'sir qilish mexanizmi bo'yicha batafsil natijalar yo'q, chunki ularning ta'sir qilish jarayoni kam o'rganilgan. Bundan tashqari, ko'plab parafin dispersirolovchilarining sifati va miqdori sir saqlanadi, bu tabiiy ravishda ilmiy tadqiqotlarga hissa qo'shmaydi [2].

n-parafinlariga nisbatan dispersirolovchilarning ko'rsatadigan ta'siri qiziq, chunki bu birikmalar "qisqich" tuzilishga (shaklga) ega. Mavjud "panja" yordamida dispersirolovchi n-parafin molekularini ushlaydi, shu bilan ularning to'planishi va past muhit haroratida dizel yoqilg'isining cho'kindi barqarorligini yo'qotishining oldini oladi. n-parafinlar yoki alkilnaftalinlarning birdan bir nechta molekulari bu "qisqich" bo'shlig'iga kirishi mumkin. DYO n-parafin molekularining dispersirolovchi tomonidan bunday tutilishi tufayli ularning yoqilg'i hajmidagi konsentratsiyasi pasayadi va dispersirolovchi qo'shimchalar mavjud



bo'lmaganda DYO da katta hajmlarda hosil bo'lgan mikrokristallarning koagulyatsiya chegarasi pasayadi [6].

Muallif depressor qo'shimchalar bilan birgalikda kristallanish jarayoniga va qutblangan mayda kristallar hosil bo'lishiga yordam berishini taklif qiladi. Elektrostatik itaruvchi kuchlarning paydo bo'lishi tufayli hosil bo'lgan kristallar qo'shimcha ravishda tarqaladi va yoqilg'i hajmi bo'ylab teng ravishda taqsimlanadi.

Tadqiqotlarda dizel yoqilg'isida DDQ ning harakati kompyuter kimyosi usullari yordamida tuzilgan. Ko'rsatilgan EVA va maleynimid alkilaminlar, itacon kislotasi alkilaminlar va alkilsuksinimidlar asosida tashkil dispergirlovchilar asoslangan depressor qo'shimcha bilan kerosin komplekslari uch o'lchovli modellari. Eksperimental tadqiqotlar ma'lumotlari shuni ko'rsatdiki, depressor qo'shimcha molekulalar kerosin kristallari yuzasida adsorbsiyalanadi, ularning o'sishiga to'sqinlik qiladi va dispergirlovchi molekulalar kerosin kristallari yuzasida depressor qo'shimcha molekulalarining adsorbsion qatlami bilan adsorbsiyalanib, dispers tizimni barqarorlashtiradi va shu bilan, katta kerosin kristallarining shakllanishiga to'sqinlik qiladi. Ish shuni ko'rsatadiki, depressor qo'shimcha molekulasi uglevodorod radikali tomonidan parafin kristalining yuzasiga va vinilatsetat guruhlari tomonidan dispersiya muhitining hajmiga yo'naltiriladi va bu vaqtda aralashmadagi. DQ molekulalarining qutb qismiga funksional guruh dispergirlovchi yo'naltiriladi [7].

Tadqiqot dizel yoqilg'isiga ko'p funksiyali qo'shimchani qo'llashni ko'rsatadi, uning asosiy dispers komponenti C-5A suksinimiddir (qo'shimchani tarkibi 5% ni tashkil qiladi). Qo'shimchani ta'sir qilish mexanizmi ko'rsatildi, mualliflar sirt faol moddasi bo'lgan qo'shimchani dizel yoqilg'isiga kiritilganda, u fazalarni ajratish chegarasida adsorbsiyalanishini, qutb qismini qutbli fazaga yo'naltirishini va bo'lmaganligini isbotlaydilar. Qutbsiz faza tomon qutb qismi. Bu holatda, fazalar chegarasida sirt tarangligi pasayadi, yoqilg'ining dispersiyasi va uning barqarorligi kuchayadi (shu bilan birga, tarqalish usuli bilan aniqlanadigan dispers zarrachalarning o'rtacha qiymati mavjud bo'lganda deyarli 2 baravar past bo'ladi. qo'shimcha [8].

Odatda dispergirlovchi molekulasi uzun uglevodorod radikali va gidrofil funksional guruhdan iborat. Misol uchun, BASF Keroflux ES 3502 asosan etilendiamintetrauksus kislota tetraamiddan iborat. Oddiy tuzilishdagi juda uzun uglevodorod zanjiriga ega alkilfenollardan olingan rezollarga asoslangan dispergirlovchilar ham mavjud mualliflari malein angidridni oddiy α -olefin bilan dietanolamin bilan alkilash natijasida hosil bo'lgan alkil angidridning reaksiya mahsulotlarini kerosin dispergirlovchi sifatida ko'rib chiqdilar [9].

Depressor qo'ndirma olish

BUA sintezi. Uch og'izli kolbani meshalka va qaytarma sovutgich bilan jihozlandi, kolbaga butanol-1 dan 10ml va sirka kislotadan 10 ml solinib 90-100°C haroratda 30 minut davomida qizdirib meshalka bilan aralastiriladi. Keyin ajratgich varonka yordamida 0,005ml miqdorda sulfat kislotasi tomchilab qo'shildi, hosil bo'lgan aralashma 90-100°C haroratda 30 minut qizdiriladi. So'ngra aralashmani sulfat kislota anionlaridan tozalash maqsadida NaOH ning 5% eritmasidan 3 ml solindi va natriy sulfat tuzi hamda murakkab efir hosil bo'ldi. Hosil bo'lgan mahsulotni tuzdan ajratib toza holda ajratib olindi.

PDP sintezi. Uch og'izli kolbani meshalka va qaytarma sovutgich bilan jihozlandi, kolbaga nonanol-1 spirtidan 24 ml va akril kislotadan 9,5 ml solinib 80-90°C haroratda 30 minut



davomida qizdirib meshalka yordamida aralashiriladi. Reaksiyon aralashmaga ajratgich varonka bilan 0,016 ml miqdorda sulfat kislotasi tomchilab qo'shildi, hosil bo'lgan aralashma 80-90°C haroratda 30 minut qizdirib aralashirildi. So'ngra aralashma tarkibidan sulfat kislota anionlaridan tozalash maqsadida NaOH ning 5% eritmasidan 8 ml solindi va natriy sulfat tuzi hamda murakkab efir hosil bo'ldi. Hosil bo'lgan mahsulot natriy sulfat tuzidan ajratib tozalab olindi.

Natijalar tahlili. Shunday qilib, past haroratli xususiyatlarni yaxshilaydigan qo'shimchalar sintez qilish dizel yoqilg'isining samarali ishlashini ta'minlaydi. Biroq, saqlash sharoitida, tortishish ta'sirida qattiq kerosinlarning mayda maydalangan kristallarini bak tubiga cho'ktirish jarayoni sodir bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, transport vositasining yonilg'i bakining pastki qismida qattiq parafinlarning cho'kishi uning past haroratlarda ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

So'nggi o'n yillikda ishlab chiqilgan WASA (qattiq parafinlarning cho'kishiga to'sqinlik qiluvchi) va WAFI (qattiq parafinlarning cho'kishini kamaytirish orqali oquvchanlikni yaxshilovchi) qo'shimchalari eng yangi turdagi qo'shimchalarni ifodalaydi. Ularni saqlash baklari va transport vositalarining yonilg'i baklari tubida qattiq kerosinlarning cho'kishiga qarshi turishga qodir.

Bu erda WAFI va WASA qo'shimchalaridan foydalanishning sinergizmini (qo'shma harakat) qayd etish kerak.

Sinergizmi shundan iboratki, ikkinchisining qo'shilishi kristal o'lchamini standart WAFI ga qaraganda ancha katta darajada cheklashga qodir.

WASA/WAFI qo'shimchalari FHCH bilan erishilganidan ancha yuqori ish faoliyatini ta'minlaydi.

Dizel yoqilg'isi uchun talab qilinadigan past harorat ko'rsatkichlariga yuqori qaynaydigan alkanlar uchun erituvchilar bo'lgan C₁₀-C₁₅ parafinlari, izo-strukturali uglevodorodlar va monosiklik arenlarga nisbatan yuqori qaynaydigan normal parafin C₁₈ va undan yuqori miqdorini kamaytirish orqali erishiladi.

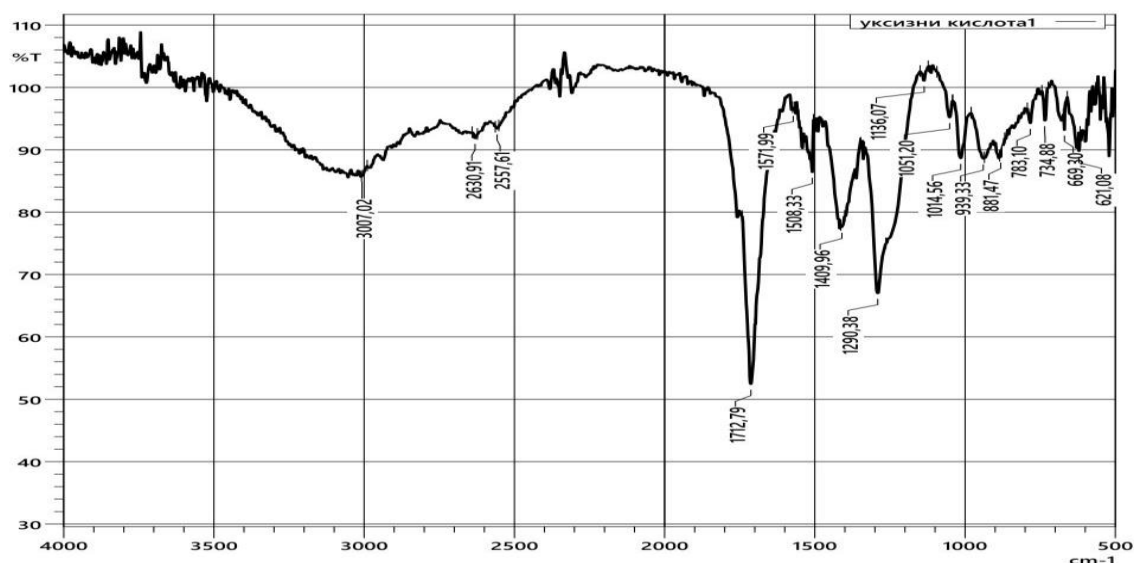
An'anaviy ravishda ishlatiladigan quyma nuqtasi depressant qo'shimchalari (akril kislota va sirka kislota murakkab efirlari) dizel yoqilg'ilarining quyilish nuqtasini va maksimal filtrlash haroratini pasaytiradi. Biroq, ular sovuq saqlash vaqtida ularni ajratishga to'sqinlik qilmaydi. Buning sababi shundaki, nozik dispers tizimlar sirt energiyasining katta ortiqcha bo'lishi va ularda zarrachalarning kattalashishi jarayonlari o'z-o'zidan sodir bo'ladi. Parafin zarralarining kattalashishi natijasida ularning cho'kishi sodir bo'ladi va yoqilg'i ikki qatlamga bo'linadi: yuqori (engil) va pastki (bulutli), parafinlar bilan boyitilgan. Har ikkala qatlam ham harakatchan, lekin quyi qatlamdan yoqilg'i olinganda, vosita vaqti-vaqti bilan ishlaydi. Sovuq saqlash vaqtida dizel yoqilg'isining cho'kindi barqarorligini oshirish muammosi maxsus qo'shimchalar, kerosin dispersantlari yordamida hal qilinadi. Ulardan foydalanishning ta'siri juda kichik kerosin kristallarining shakllanishidan va uzoq vaqt davomida ularning to'planishining oldini olishdan iborat bo'lib, buning natijasida dizel yoqilg'isidagi kerosin dispersiyasining cho'kindi barqarorligi yuqori bo'ladi.

Shunday qilib, zamonaviy yonilg'i kompozitsiyalarida depressant qo'shimcha va kerosin dispersant bo'lishi kerak. Depressant- dispergirlovchi qo'shimchalar sovuq saqlash sharoitida

dizel yoqilg'isida kerosin dispersiyasining kerakli darajada cho'kindi barqarorligini ta'minlash uchun mo'ljallangan.

Depressant - dispergirlovchi qo'shimchalar sintez qilish va ularni toza holda ajratib olib ulani tuzilishlarini o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlar olib borildi.

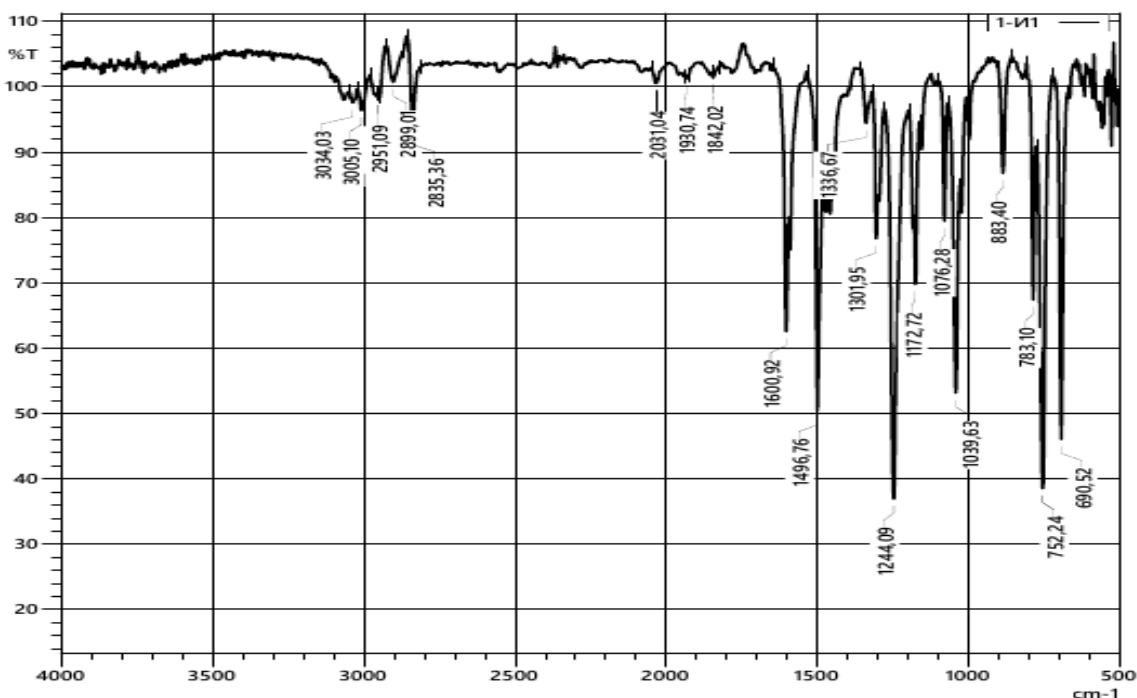
Depressant - dispergirlovchi qo'shimchalar ustida olib borilgan ishlar natijasida **BUA** va **PDP** dispergirlovchi qo'shimchalar sintez qilindi. Ularning tuzilishini o'rganish maqsadida boshlang'ich moddalar bilan solishtirish orqali sintez qilingan qo'shimchalarning tuzilishi o'rganildi. Olingan natijalarni 1-rasmdagi sirka kislota IQ spektri yordamida tahlil qilinganda olingan qo'shimchalardagi spektr o'zgarishlarni ko'rish mumkin bo'ladi.



1-rasm. Sirka kislota IQ spektri.

Sirka kislota IQ spektrida o'rtacha kuchli sohada -CH_3 guruhiga xos asimmetrik valent tebranishlarning $2630,91 \text{ cm}^{-1}$ sohada, -CH_3 guruhiga xos simmetrik valent tebranishlari $2557,61 \text{ cm}^{-1}$ kuchsiz intensivlikda, -CH_3 guruhining asimmetrik deformatsion tebranishi $1290,38 \text{ cm}^{-1}$ sohada hamda CH_3 - guruhiga xos simmetrik deformatsion tebranishi $1051,21 \text{ cm}^{-1}$ kuchsiz intensivlikda namayon bo'ladi. -OH guruhiga xos valent tebranish $3007,02 \text{ cm}^{-1}$ sohada keng intensivlikda namayon bo'ladi, bo' esa vodorod bog' hosil qilganidan dalolat beradi, -OH guruhiga xos deformatsion tebranishlarni $1409,96 \text{ cm}^{-1}$ sohada namayon bo'lishini aniqlandi. Karbonil -C=O guruhiga xos valent tebranishlar $1712,79 \text{ cm}^{-1}$ kuchli intensivlikda namayon bo'ladi.

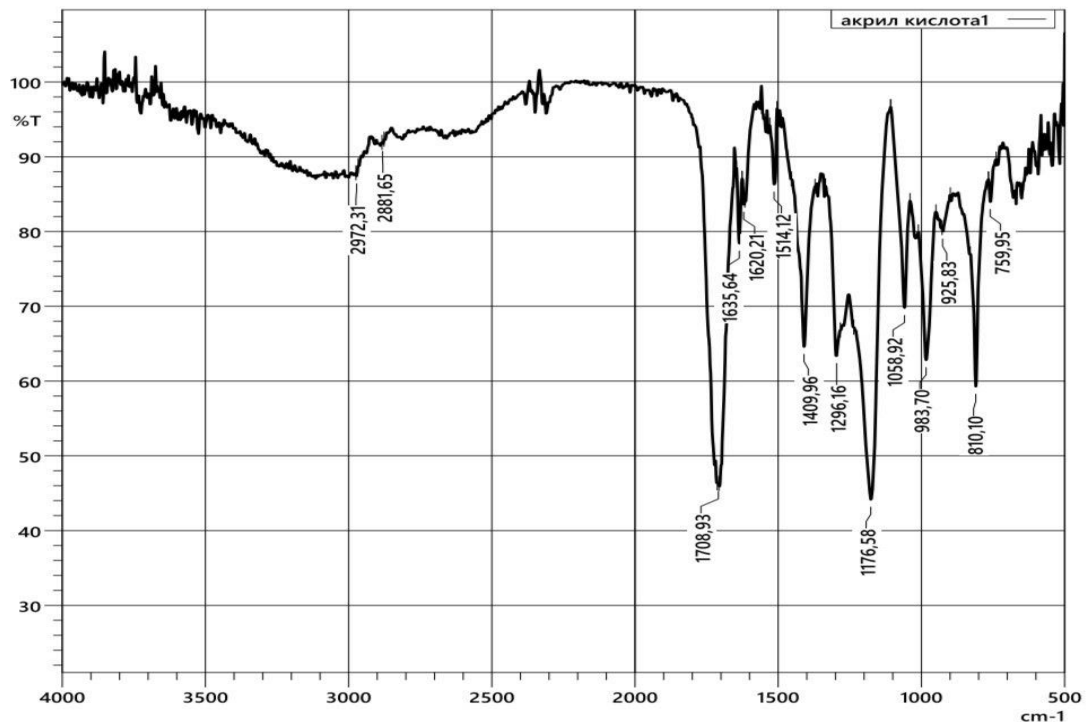
BUA qo'shimchani o'zaro ta'sir mexanizmini o'rganish maqsadida sirka kislota bilan solishtirib, murakkab efirning IQ spektri o'rganildi (2-rasm).



2-rasm. BUA qo'shimchanning IQ spektri

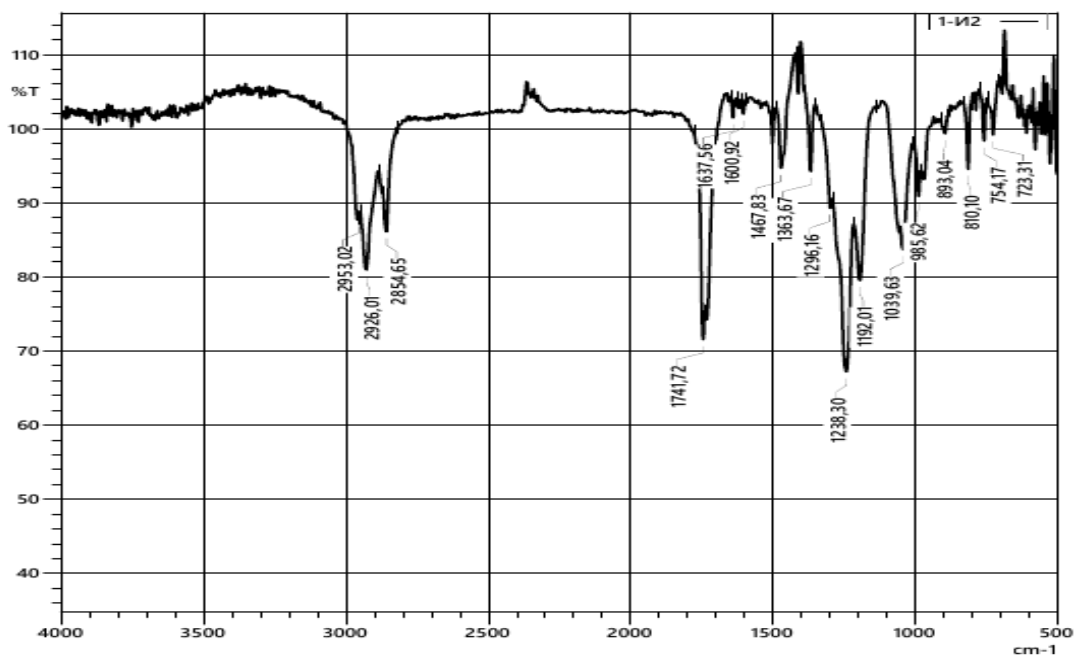
BUA qo'shimchanning asosiy tarkibi sirka kislota va butil spirt iborat bo'lganligi sababli, sirka kislotaning spektri bilan solishtirilib tuzilishi o'rganildi. BUA qo'shimchanning IQ spektrida CH_3 - guruhiga xos asimmetrik valent tebranishlarning $3034,03 \text{ cm}^{-1}$ sohada, $-\text{CH}_3$ guruhiga xos simmetrik valent tebranishlarning $3005,10 \text{ cm}^{-1}$ sohada, $-\text{CH}_3$ guruhining asimmetrik deformatsion tebranishi $1301,95 \text{ cm}^{-1}$ sohada hamda CH_3 - guruhiga xos simmetrik deformatsion tebranishi $1244,09 \text{ cm}^{-1}$ kuchsiz intensivlikda namayon bo'ladi. Butil radikalidagi CH_3 - guruhiga xos asimmetrik valent tebranishlarning $2951,09 \text{ cm}^{-1}$ sohada, $-\text{CH}_3$ guruhiga xos simmetrik valent tebranishlarning $2899,01 \text{ cm}^{-1}$ sohada namayon bo'lishi, $-\text{CH}_3$ guruhining asimmetrik deformatsion tebranishi $1172,72$ sohada hamda CH_3 - guruhiga xos simmetrik deformatsion tebranishi $1076,28 \text{ cm}^{-1}$ kuchsiz intensivlikda namayon bo'lishi $-\text{CH}_3$, valent tebranishlari kuchsiz sohaga gibsaxrom siljish hosil qiladi. Butil radikalidagi xos $\text{O}-\text{CH}_2$ guruhining valent tebranishi $2835,36 \text{ cm}^{-1}$ sohada namayon bo'lishi murakkab efir bog'i hosil bo'lganligini asoslaydi. Butil radikalidagi xos $-\text{CH}_2-$ valent tebranishlarning $2031,04 \text{ cm}^{-1}$ sohada namayon bo'lishi $-\text{CH}_2-$ valent tebranishlari kuchli sohaga bataxrom siljish hosil qiladi. **BUA** ning IQ spektrida karbonil $-\text{C}=\text{O}$ guruhiga xos valent tebranishlar $1602,92 \text{ cm}^{-1}$ kuchli intensivlikda bataxrom siljish hosil bo'lishi murakkab efir bog'ini hosil bo'lganligini ko'rsatadi.

Olingan natijalarni 3-rasmdagi akril kislota IQ spektri yordamida tahlil qilinganda olingan qo'shimchalardagi spektr o'zgarishlarni ko'rish mumkin bo'ladi.



3-rasm. Akril kislota IQ spektri

Akril kislota IQ spektrida oʻrtacha kuchli sohada $=CH_2$ guruhiga xos valent tebranishlarning $1620,21\text{ cm}^{-1}$ sohada, $=CH$ guruhiga xos valent tebranishlari $1635,64\text{ cm}^{-1}$ kuchsiz intensivlikda, $=CH_2$ guruhining asimmetrik deformatsion tebranishi $1296,16\text{ cm}^{-1}$ sohada hamda $=CH_2$ - guruhiga xos simmetrik deformatsion tebranishi $1176,58\text{ cm}^{-1}$ kuchli intensivlikda namayon boʻladi. $-OH$ guruhiga xos valent tebranish $2972,31\text{ cm}^{-1}$ sohada keng intensivlikda namayon boʻladi, boʻ esa vodorod bogʻ hosil qilganidan dalolat beradi, $-OH$ guruhiga xos deformatsion tebranishlarni $1409,96\text{ cm}^{-1}$ sohada namayon boʻlishini aniqlandi. Karbonil $-C=O$ guruhiga xos valent tebranishlar $1708,93\text{ cm}^{-1}$ kuchli intensivlikda namayon boʻladi.





4-rasm. PDP prisatkaning IQ spektri

PDP prisatkani olishda akril kislota va nonanol-1 foydalanildi. PDP prisatkani tuzilishini va fizik – mexanik xossalarini urganish maqsadida 4-rasmdagi IQ spektri o'rganildi.

PDP qo'shimchanning asosiy tarkibi akril kislota va nonanol spirt iborat bo'lganligi sababli, akril kislotaning spektri bilan solishtirilib tuzilishi o'rganildi. PDP qo'shimchanning IQ spektrida o'rtacha kuchli sohada $=CH_2$ guruhiga xos valent tebranishlarning $1600,92\text{ cm}^{-1}$ sohada, $=CH$ guruhiga xos valent tebranishlari $1637,56\text{ cm}^{-1}$ kuchsiz intensivlikda, $=CH_2$ guruhining asimmetrik deformatsion tebranishi $1296,16\text{ cm}^{-1}$ sohada hamda $=CH_2$ - guruhiga xos simmetrik deformatsion tebranishi $1238,30\text{ cm}^{-1}$ kuchli intensivlikda namayon bo'ladi. Nonanil radikalidagi CH_3 - guruhiga xos asimmetrik valent tebranishlarning $2953,02\text{ cm}^{-1}$ sohada, $-CH_3$ guruhiga xos simmetrik valent tebranishlarning $2926,01\text{ cm}^{-1}$ sohada namayon bo'lishi, $-CH_3$ guruhining asimmetrik deformatsion tebranishi $1238,30$ sohada hamda CH_3 - guruhiga xos simmetrik deformatsion tebranishi $1192,01\text{ cm}^{-1}$ kuchsiz intensivlikda namayon bo'lishi $-CH_3$, valent hosil qiladi. Nonanil radikalidagi $O-CH_2$ guruhining valent tebranishi $2854,65\text{ cm}^{-1}$ sohada namayon bo'lishi murakkab efir bog'i hosil bo'lganligini asoslaydi. Nonanil radikalidagi xos $-CH_2$ - valent tebranishlarning $1363,57\text{ cm}^{-1}$ sohada namayon bo'lishi $-CH_2$ - valent tebranishlari kuchli sohaga bataxrom siljish hosil qiladi. PDP ning IQ spektrida karbonil $-C=O$ guruhiga xos valent tebranishlar $1741,72\text{ cm}^{-1}$ kuchli intensivlikda bataxrom siljish hosil bo'lishi murakkab efir bog'ini hosil bo'lganligini ko'rsatadi.

Ushbu depressor qo'shimchanning IQ yutilish spektri organik kislota va spirtlar asosidagi murakkab efirlarga xos bo'lgan barcha chastotalarni o'z ichiga oladi va qo'shimcha karbon kislota guruhlari mavjudligi sababli yangi turdagi birikmalarga (PDP va BUA) xos bo'lgan bir qator chastotali tebranishlar mavjudligi aniqlandi.

References:

1. Гришин Д. Ф. Депрессорные, противоизносные и антиокислительные присадки к гидроочищенным дизельным топливам с низким и ультранизким содержанием серы (Обзор) // Нефтехимия. – 2017. – Т. 57. – №. 5. – С. 489-502.
2. Данилов, А.М. Применение присадок в топливах: Справочник / М. Данилов. - 3-е изд., доп. - СПб: ХИМИЗДАТ, 2010. - 368 с.
3. Danilov A. M. Progress in research on fuel additives // Petroleum Chemistry. – 2015. – Т. 55. – С. 169-179.
4. Interactions between n-alkanes and cloud point-cold filter plugging point depressants in a diesel fuel. A thermodynamic study / P. Claudy, J.M. Letoffe, B. Bonardi, A.Vassilakis // Fuel. - 1995. - Vol. 74. - No. 12. - P. 1830-1833.
5. Гришина, Н.Н. Физико-химические основы и закономерности синтеза, производства и применения присадок, улучшающих качество топлив / Н.Н. Гришина. - М.: «Нефть и газ», 2007. - 230 с.
6. Любименко, В.А. Компьютерное моделирование структуры и свойств межмолекулярных комплексов в топливах в присутствии депрессорно-диспергирующих присадок / В.А. Любименко // Труды РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. - 2014. - № 2. - С. 43-51.



7. Многофункциональная присадка к дизельным топливам / И.Н. Гришина, С.Т. Башкатова, Л. Эррера, И.М. Колесников // Химия и технология топлив и масел. - 2007. - № 3. - С. 25-27.
8. Андрюхова, Н.П. Разработки ООО «Пластнефтехим» в области присадок к топливам / Н.П. Андрюхова, М.В. Ермолаев, В.А. Ковалев, М.В. Финелонова // Мир нефтепродуктов. - 2010. - № 1. - С. 16-18.
9. Oswald, A.A. Dialkyl amine derivatives of phthalic acid (U.S. Patent No. 4,402,708). U.S. Patent.