


UO‘K: 665.7.038

 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.28

KISLOROD SAQLAGAN BENZINNI OKTAN SONINI OSHIRUVCHI ORGANIK QO‘SHIMCHALAR SINTEZI HAMDA EKSPLOATATSION XOSSALARINI TADQIQ ETISH



**Berdiyev Sanjar
Allanazarovich**

Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy
tadqiqot instituti, k.f.d., (DSc),
Toshkent, O‘zbekiston
E-mail:
sanjarberdiyev75@gmail.com
ORCID: 0009-0005-1516-2840
Science ID: DQD-0425-0006



**Jovliyev Sarvar
Mustafo o‘g‘li**

Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy
tadqiqot instituti, mustaqil
tadqiqotchi, Toshkent, O‘zbekiston
E-mail:
jovliyev19sarvar96@gmail.com
ORCID-0000-0002-9246-3795
Science ID: MQD-0625-0016



**Turg‘unov Ilhomjon
Ibroximjon o‘g‘li**

D.I.Mendelejev nodavlat ta‘lim
muassasasi, PhD, katta o‘qituvchi,
Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: ilhomjont387@gmail.com
Science ID: FFR-0326-0011



**Nurqulov Fayzulla
Nurmuminovich**

Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy
tadqiqot instituti, (DSc), professor,
Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: fnurkulov82@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6546-3431
Science ID: DQD-0525-0015

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishida mahalliy xomashyolar — izoamil spirti, ftalangidrid, glitserin va sirka kislotasi asosida kislorod saqlagan, benzinning oktan sonini oshiruvchi organik qo‘shimchalar sintez qilindi hamda ularning optimal olish sharoitlari aniqlandi. Sintezlangan moddalar tuzilishi IR, PMR va YaMR spektroskopiya usullari yordamida tasdiqlandi. Olingan diizoamilftalat (DIAF) va triatsetin (TA) qo‘shimchalari AI-80 markali benzina qo‘shilganda oktan sonining sezilarli darajada oshishi kuzatildi. DIAF 10% miqdorda qo‘shilganda oktan soni 7,5 birlikka, TA esa 5% miqdorda 4,3 birlikka oshgani aniqlangan. Tadqiqot natijalari mahalliy xomashyolar asosida ekologik xavfsiz va samarali oksigenat qo‘shimchalar ishlab chiqarish imkoniyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: izoamil spirti, ftalangidrid, triatsetin, diizoamilftalat, oktan soni, oksigenatlar, katalizator, benzin qo‘shimchalari, YaMR, IR spektri.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩЕГО БЕНЗИНА И СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК ПОВЫШАЮЩИХ ОКТАННОЕ ЧИСЛО

**Бердиев Санжар
Алланазарович**

DSc, Ташкентский научно-
исследовательский институт
химической технологии,
Ташкент, Узбекистан

**Жовлиев Сарвар
Мустафо угли**

Независимый исследователь,
Ташкентский научно-
исследовательский институт
химической технологии,
Ташкент, Узбекистан

**Тургунов Илхомжон
Иброхимжон угли**

PhD, старший преподаватель,
Негосударственное
образовательное учреждение
имени Д.И. Менделеева,
Ташкент, Узбекистан

**Нуркулов Файзулла
Нурмунинович**

DSc, профессор, Ташкентский
научно-исследовательский
институт химической
технологии, Ташкент,
Узбекистан

Аннотация. В данной работе на основе местного сырья — изоамилового спирта, фталангидрида, глицерина и уксусной кислоты синтезированы органические добавки, повышающие октановое число кислородсодержащего бензина, а также определены оптимальные условия их получения. Структура синтезированных соединений подтверждена методами ИК, ПМР и ЯМР спектроскопии. Установлено, что при добавлении ди изоамилфталата (DIAF) и триацетина (ТА) к бензину марки AI-80 наблюдается значительное увеличение октанового числа. При добавлении 10% DIAF октановое число увеличивается на 7,5

единиц, а при добавлении 5% ТА — на 4,3 единицы. Полученные результаты подтверждают возможность создания эффективных и экологически безопасных кислородсодержащих добавок на основе местного сырья.

Ключевые слова: изоамиловый спирт, фталангидрид, триацетин, ди изоамилфталат, октановое число, оксигенаты, катализатор, бензиновые добавки, ЯМР, ИК спектр.

STUDY OF THE SYNTHESIS AND OPERATIONAL PROPERTIES OF OXYGEN-CONTAINING GASOLINE WITH ORGANIC ADDITIVES THAT INCREASE THE OCTANE NUMBER

**Berdiyev Sanjar
Allanazarovich**

DSc, Tashkent Chemical
Technology Research Institute,
Tashkent, Uzbekistan

**Jovliev Sarvar Mustafo
ugli**

Independent Researcher, Tashkent
Chemical Technology Research
Institute, Tashkent, Uzbekistan

**Turgunov Ilkhomjon
Ibrokhimjon ugli**

PhD, Senior Lecturer, D.I.
Mendeleev Non-State Educational
Institution, Tashkent, Uzbekistan

**Nurkulov Fayzulla
Nurmuminovich**

DSc, Professor, Tashkent Chemical
Technology Research Institute,
Tashkent, Uzbekistan

Abstract. In this study, organic additives that increase the octane number of oxygen-containing gasoline were synthesized using local raw materials such as isoamyl alcohol, phthalic anhydride, glycerin, and acetic acid. The optimal conditions for the synthesis process were determined. The structure of the synthesized compounds was confirmed using IR, PMR, and NMR spectroscopy methods. The effect of diisoamyl phthalate (DIAP) and triacetin (TA) additives on AI-80 gasoline showed a significant increase in octane number. The addition of 10% DIAP increased the octane number by 7.5 units, while 5% TA increased it by 4.3 units. The results demonstrate the feasibility of producing efficient and environmentally friendly oxygenated additives based on local raw materials.

Keywords: isoamyl alcohol, phthalic anhydride, triacetin, diisoamyl phthalate, octane number, oxygenates, catalyst, fuel additives, NMR, IR spectroscopy.

Kirish. So‘nggi yillarda avtomobil transportining jadal rivojlanishi motor yoqilg‘ilariga bo‘lgan talabning keskin ortishiga olib kelmoqda. Zamonaviy ichki yonuv dvigatellari yuqori oktan soniga ega, ekologik talablarga javob beradigan benzinlardan foydalanishni talab qiladi. Benzinning muhim sifat ko‘rsatkichlaridan biri uning portlashga (detonatsiyaga) chidamliligidir. Ushbu ko‘rsatkich oktan soni orqali baholanadi va yoqilg‘ining detonatsiyaga qarshi barqarorligini tavsiflaydi.

Avtomobil benzinlari motor yoqilg‘ilarining asosiy turi hisoblanib, ularni ishlab chiqarish hajmi jahon miqyosida barqaror ravishda oshib bormoqda. Chet elda va mamlakatimizda yuqori oktan soniga ega benzin ishlab chiqarishning ortib borishi ushbu yoqilg‘ilarni ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish, yangi turdagi qo‘shimchalar ishlab chiqish va ularni amaliyotga joriy etish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlarni kengaytirishni talab etmoqda [1,2].

Hozirgi kunda avtomobil benzinining ekologik va ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilashning asosiy yo‘nalishlaridan biri ko‘p funksiyali qo‘-

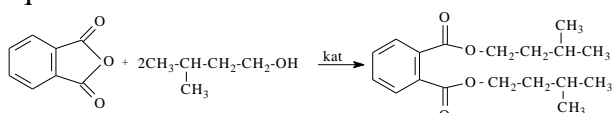
shimchalardan, xususan oksigenatlar — tarkibida kislorod saqlovchi moddalar (spirtlar, ketonlar, oddiy va murakkab efirlar va boshqalar)dan foydalanish hisoblanadi. Yoqilg‘i tarkibida kislorod mavjudligi yonish jarayonini yaxshilaydi, natijada uglerod oksidi chiqindilarini 30% gacha, yonmagan uglevodorodlarni esa 15% gacha kamaytirish imkonini beradi [3,4].

Shu bilan birga, kislorod saqlovchi oksigenatlar ayrim kamchiliklarga ega bo‘lishiga qaramay, hozirgi vaqtda benzin uchun eng istiqbolli detonatsiyaga qarshi qo‘shimchalardan biri sifatida qaraladi. Bunday qo‘shimchalardan foydalanish samaradorligi ularning ekologik xavfsizligi va ishlab chiqarish xarajatlari o‘rtasidagi muvozanatga bog‘liq bo‘ladi [6,7].

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Tadqiqot ishida dastlab yuqori haroratga chidamli, ikki og‘izli, tagi yassi kolbaga reagentlar 2,5:1 molyar nisbatda solindi. Reaksiya magnitli aralashtirgich, Dina–Stark qurilmasi va qaytarma sovutgich yordamida olib borildi. Magnitli aralashtirgichning aylanish tezligi 1500 ayl/min qilib belgilandi.

Reaksiya katalizator ishtirokida 8 soat davomida amalga oshirildi. Katalizator sifatida sulfat kislotaga qoʻllanilib, uning miqdori ftalandidrid moliga nisbatan 0,3% qilib olindi. Reaksiya jarayonida harorat bosqichma-bosqich oshirilib, 120–170°C oraligʻida olib borildi. Suv ajralib chiqishi 140–145°C haroratda boshlanishi kuzatildi.

Nazariy hisoblangan miqdorda suv ajralib chiqqandan soʻng reaksiya mahsuloti xona haroratigacha sovitildi va 5% li Na₂CO₃ eritmasi bilan neytrallandi. Keyinchalik diizoamilftalat 110–120°C haroratda va –0,08 MPa bosim ostida vakuumda reaksiyaga kirishmagan spirtlardan tozalandi. Natijada sintezlangan diizoamilftalatning chiqish unumi 85% ni tashkil etdi.



Ftalandidrid va izoamilspirti asosida gomojen katalizator ishtirokida diizoamilftalatning olinishini quyidagi tenglama asosida ifodalash mumkin.

Diizoamilftalat olish uchun bajarilgan dastlabki ilmiy tadqiqot ishimiz reaksiya uchun olingan xomashyolarning miqdoriy nisbatlari hamda reaksiya davomiyligining mahsulot chiqish unumiga taʼsirini oʻrganishdan iborat boʻldi. Reaksiya ftalandidrid va izoamilspirtining turli mol nisbatlarida va 4–10 soat vaqt oraligʻida xar-xil katalizatorlar ishtirokida amalga oshirildi. Diizoamilftalat sintez qilishda oʻtkazilgan reaksiyalarning natijalari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan va jadvaldagi maʼlumotlar 1-rasmda grafik tasvir holda ifodalangan.

1-jadval

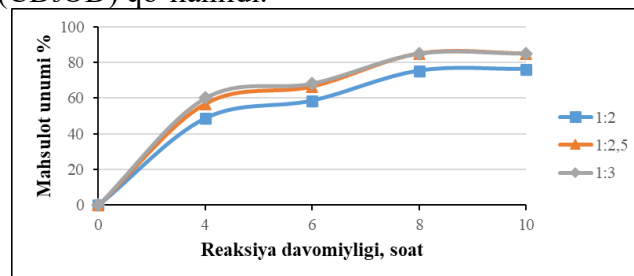
Reaksiya davomiyligi va mol nisbatlarining mahsulot unumiga taʼsiri

№	Mol nisbatlari	Reaksiya davomiyligi	Unum, %	№	Mol nisbatlari	Reaksiya davomiyligi	Unum, %
1	1:2	4	48,7	7	1:2	8	75,4
2	1:2,5		56,8	8	1:2,5		85
3	1:3		60	9	1:3		85
4	1:2	6	58,6	10	1:2	10	76,3
5	1:2,5		66,5	11	1:2,5		85
6	1:3		68,2	12	1:3		85

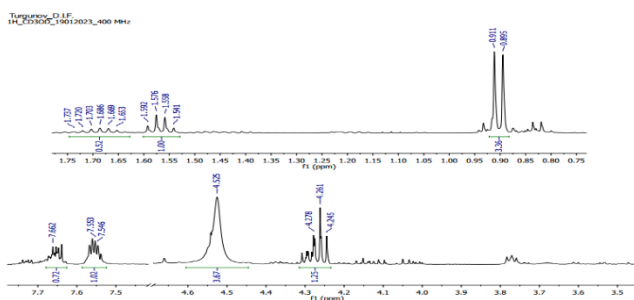
Olingan natijalar tahlili shuni koʻrsatadiki, reaksiya davomiyligi 8 soatgacha oshirilganda mahsulot chiqish unumi ortib boradi, undan keyin esa deyarli oʻzgarmas holatga keladi. Shuningdek, maksimal chiqish unumiga ftalandidrid va izoamil spirtining 1:2,5 mol nisbatida erishilishi aniqlandi.

Sintez qilingan diizoamilftalatning strukturaviy tuzilishi yadro magnit rezonans (YaMR) spektroskopiya usuli yordamida oʻrganildi. Diizoamilftalatning ¹H va ¹³C YaMR spektrlari mos ravishda 6–7-raslarda keltirilgan.

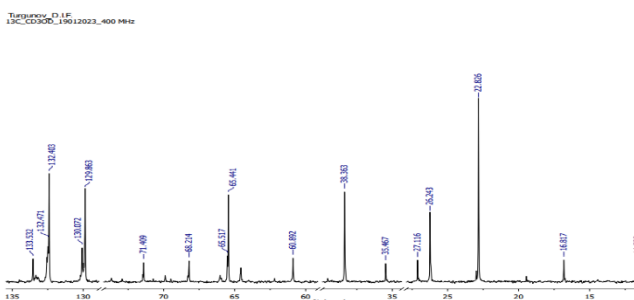
¹H YaMR spektri (δ, m.u., 400 MHz, CD₃OD) ni olishda erituvchi sifatida vodorod atomlari deyteriya almashtirilgan deyterometanol (CD₃OD) qoʻllanildi.



1-rasm. Mahsulot unumiga reaksiya davomiyligining va moddalar mol nisbatining bogʻliqlik grafiqi.



2-rasm. Diizoamilftalatning PMR spektri (CD₃OD).

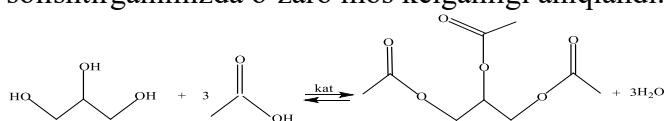


3-rasm. Diizoamilftalatning ¹³C spektri (CD₃OD).

Diizoamilftalatning PMR spektrida diizoamilftalat tarkibidagi benzol halqasida joylashgan protonlarning dublet-dublet signallari H-2,5=7,53–7,45(2H,m) m.u. va H-3,4=7,662 (2H, m, H-3,4) m.u. sohada kuzatildi. Hamda radikal tarkibidagi 8,14-simmetrik CH₂ guruhidagi protonlarning dublet-dublet signallari 4,525 m.u. sohalarda shu

bilan birga diizoamilftalat uchun eng xarakterli bo'lgan CH₃ guruhdagi protonlarining triblet-triblet signallari esa 4,245–4,278 m.u. va 4,261 m.u. sohalarda kuzatiladi. Deyteriyli xloroform protonining singlet signali 7,276 m.u. sohasida kuzatiladi.

Diizoamilftalat tarkibida jami 18-ta uglerod atomi bor, ammo simmetrik uglerodlar hisobiga 7-ta uglerod bo'yicha asosiy signallar kuzatiladi. Benzol halqasi tarkibidagi C-2,5 uglerodlar uchun 132,403 m.u., C-2,4 uglerodlar uchun 129,863 m.u., hamda asetat guruh tarkibidagi C-7,13 simmetrik uglerodlar uchun 65,441 m.u., C-8,12 simmetrik uglerod atomlarining signallari 38,363 m.u., sohada kuzatiladi. Radikal tarkibidagi tarmoqlangan CH₃ guruh uchun tegishli signallar C-11 va C-17 – 22,826 m.u. ni ko'rsatadi. Izoamil radikali tarkibidagi tarmoqlanmagan CH₃ guruh uchun esa 26,243 m.u. signali tegishlidir. Olingan spektr diizoamilasetat tuzilishini tasdiqlaydi. Olingan diizoamilasetatning YaMR spektrlari diizoamilasetatning standart YaMR spektrlari bilan solishtirganimizda o'zaro mos kelganligi aniqlandi.



4-rasm. Triatsetin sintezining reaksiya sxemasi (glitserin va sirka kislotasi asosida esterifikatsiya jarayoni).

2-jadval

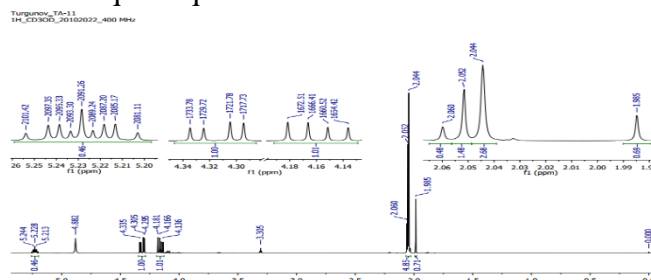
Triatsetin unumiga moddalar mol nisbatlari va reaksiya davomiyligining ta'siri

№	Glitserin va sirka k-ta mol nisbatlari	Reaksiya davomiyligi	Mahsulot unumi, %	№	Glitserin va sirka k-ta mol nisbatlari	Reaksiya davomiyligi	Mahsulot unumi, %
1	1:3	2 soat	18,7	11	1:3	6 soat	44,3
2	1:4		23,8	12	1:4		52,6
3	1:5		30,3	13	1:5		66,3
4	1:6		40,8	14	1:6		79,8
5	1:7		42,2	15	1:7		79,8
6	1:3	4 soat	30	16	1:3	8 soat	44,3
7	1:4		38,5	17	1:4		52,6
8	1:5		49,4	18	1:5		66,3
9	1:6		63,3	19	1:6		79,8
10	1:7		65,2	20	1:7		79,8

Triatsetin sintezi ham optimal sharoitlarda o'rganildi. Glitserin va sirka kislotasi asosida triatsetin olish jarayonida mahsulot chiqish unumiga dastlabki moddalar mol nisbatlari, harorat, reaksiya davomiyligi va katalizatorning ta'siri tadqiq etildi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, glitserin va sirka kislotasining mol nisbati 1:6 bo'lganda va jarayon 6 soat davom etganda triatsetinning

maksimal chiqish unumiga erishiladi. Mazkur parametrlar ushbu jarayon uchun optimal sharoitlar sifatida qabul qilindi.



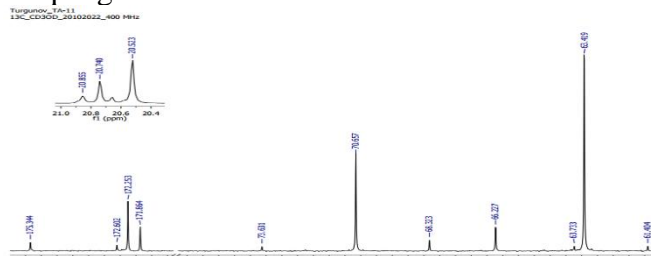
5-rasm. Triatsetinning (TA) PMR spektri (CD₃OD).

Shuningdek, sintez qilingan triatsetinning strukturaviy tuzilishi yadro magnit rezonans (YaMR) spektroskopiya usuli yordamida o'rganildi. Triatsetinning ¹H va ¹³C YaMR spektrlari mos ravishda 5 va 6-raslarda keltirilgan.

¹H YaMR spektri (δ, m.u., 400 MHz, CD₃OD) ni olishda erituvchi sifatida vodorod atomlari deyteriyga almashtirilgan deyterometanol (CD₃OD) qo'llanildi. Spektr tahlili natijasida triatsetin molekulasidagi simmetrik 1 va 3-uglerod atomlariga tegishli protonlarning dublet-dublet signallari 4,136–4,181 m.u. hamda 4,295–4,335 m.u. oraliqlarda kuzatildi.

Shuningdek, 2-uglerod atomiga tegishli proton signallari 5,213–5,244 m.u. diapazonda qayd etildi. Molekuladagi 7, 8 va 9-simmetrik uglerod atomlariga tegishli protonlarning triplet-triple t signallari esa 2,044–2,060 m.u. oraliqda kuzatildi.

Bundan tashqari, erituvchi — deyteriyli metanol protonining singlet signali 4,882 m.u. da aniqlangan.



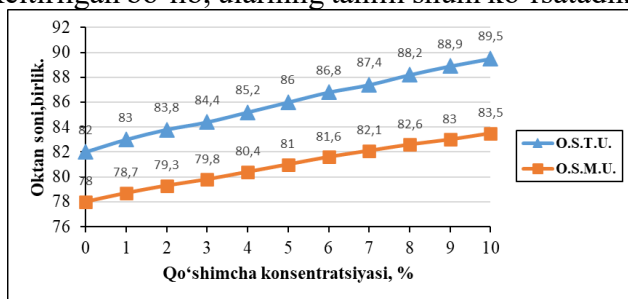
6-rasm. Triatsetinning (TA) ¹³C spektri (CD₃OD).

Triatsetin molekulasida jami 9 ta uglerod atomi mavjud bo'lib, simmetrik uglerod atomlari mavjudligi sababli ¹³C YaMR spektrida 6 ta asosiy signal kuzatiladi. Jumladan, 20,523 m.u. (C-5 va C-6), 63,419 m.u. (C-4), 70,657 m.u. (C-3)

hamda 171,865–172,602 m.u. (C-1 va C-2) diapazonlarda signal chiziqlari qayd etildi. Olingan natijalar triatsetinning strukturaviy tuzilishini tasdiqlaydi.

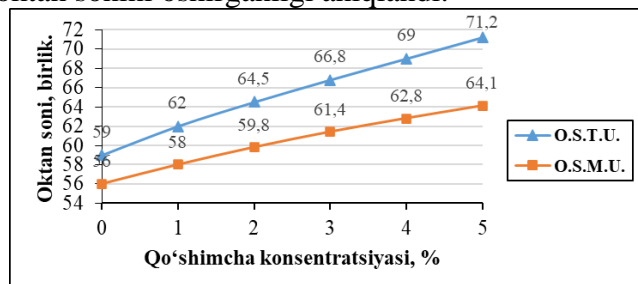
Sintez qilingan triatsetinning YaMR spektrlari standart triatsetin spektrlari bilan solishtirilganda, ularning o'zaro mos kelishi aniqlandi [7; 83–86-b].

Natijalar. Tajriba-sinov ishlari davomida ftalangidrid va izoamil spirti asosida sintez qilingan diizoamilftalat (DIAF) AI-80 markali (riformat va to'g'ridan-to'g'ri haydalgan fraksiyalar aralashmasi) benzina qo'shimcha sifatida 10% gacha hajmiy miqdorda qo'shib, uning oktan soniga ta'siri o'rganildi. Olingan natijalar 6-rasmda keltirilgan bo'lib, ularning tahlili shuni ko'rsatadiki:



7-rasm. Diizoamilftalat (DIAF) qo'shimcha sifatida qo'shilganda AI-80 benzinning oktan sonini o'zgarishi.

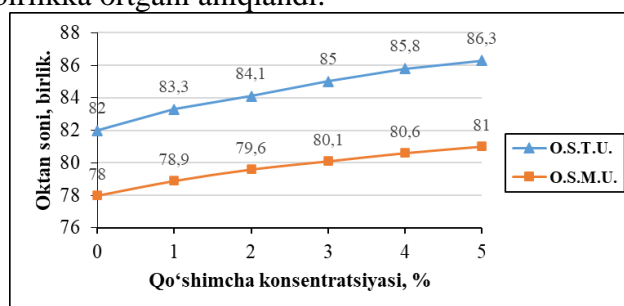
O'zDSt 3031:2015 "Avtomobil benzinlari. Texnik shartlar" ga muvofiq GOST 32339 va GOST 8226 bo'yicha bir slindrli universal UIT-85 qurilmasida OSTU(oktan soni tadqiqot usuli) usulida aniqlanganda 7,5 (birlik) ga 82 dan 89,5 (birlik) gacha oktan sonini oshirganligi aniqlandi. Shu bilan birga OSMU(oktan soni motor usuli) usulida aniqlanganda fraksiyasining oktan soniga ta'siri 5,5 (birlik) ga, 78 dan 83,5 (birlik) gacha oktan sonini oshirganligi aniqlandi.



8-rasm. TA qo'shilganda to'g'ridan-to'g'ri haydalgan benzinning oktan sonini o'zgarishi.

Kislorod saqlagan triatsetin (TA) organik qo'shimchasi to'g'ridan-to'g'ri haydalgan benzin tarkibiga qo'shilganda, turli konsratsiyalarda oktan sonining o'zgarishi kuzatildi. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, oktan soni OSTU bo'yicha 12,2 birlikka, OSMU bo'yicha esa 8,1 birlikka oshgan.

Shuningdek, TA qo'shimchasi AI-80 markali (riformat va to'g'ridan-to'g'ri haydalgan fraksiyalar aralashmasi) benzin tarkibiga qo'shilganda ham oktan sonining oshishi qayd etildi. Bunda oktan soni OSTU bo'yicha 4,3 birlikka, OSMU bo'yicha esa 3 birlikka ortgani aniqlandi.



8-rasm. TA qo'shilganda AI-80 benzinning oktan sonini o'zgarishi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot ishida AI-80 markali benzinning oktan sonini oshirish maqsadida izoamil spirti va ftalangidrid asosida kislorod saqlagan organik qo'shimchalar — diizoamilftalat (DIAF) va triatsetin (TA) sintez qilindi. DIAF ni olish jarayoni uchun optimal sharoitlar aniqlanib, maksimal 85% chiqish unumiga quyidagi parametrlar asosida erishildi: sulfat kislota miqdori ftalangidridga nisbatan 0,3%; ftalangidrid va izoamil spirtining molyar nisbati 1:2,5; reaksiya davomiyligi 8 soat; harorat 120°C.

Sintez qilingan moddalar fizik-kimyoviy tahlil usullari, xususan IR va YaMR spektroskopiya yordamida o'rganilib, ularning strukturaviy tuzilishi tasdiqlandi. DIAF qo'shimchasining AI-80 benzina ta'siri o'rganilganda, 10% miqdorda qo'shilganda oktan soni OSTU usuli bo'yicha 89,5 birlikka (7,5 birlikka oshish), OSMU usuli bo'yicha esa 85,5 birlikka (5,5 birlikka oshish) yetgani aniqlandi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, mahalliy xomashyo — fusel moyidan ajratib olingan izoamil spirti va ftalangidrid asosida ishlab chiqarilgan kislorod saqlagan organik qo'shimchalar past oktan sonli benzinlarni kompondlash orqali ularning sifat

ko'rsatkichlarini yaxshilash imkonini beradi. Shu bilan birga, ushbu qo'shimchalar ekologik xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi bilan ajralib turib, import qilinadigan oksigenatlar, xususan MTBE o'rni bosuvchi istiqbolli mahsulot sifatida qaraladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Lipin, P. V., et al. (2022). Joint cracking of vacuum gasoil with vegetable oils on zeolite-containing catalysts of various compositions. *Petroleum Chemistry*, 62(8), 886–895.
- [2] Брагинский, О. Б. (2008). Альтернативные моторные топлива: мировые тенденции и выбор для России. *Российский химический журнал*, 52(6), 137–146.
- [3] Каримов, Н., et al. (n.d.). Исследование и применение импортозамещающих продуктов переработки сивушных фракций на ректификационных установках.
- [4] Бабкин, К. Д. (2020). Влияние метил-трет-бутилового (МТБЭ) и метилтрет-амилового (МТАЭ) эфиров на свойства реформулированных бензинов (диссертация кандидата технических наук). РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, Москва.
- [5] Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ. (2020). Москва.
- [6] Быков, А. В., Степанова, Г. В., & Атласкина, Т. В. (2015). N-алкилирование анилина формальдегидом с использованием металлов платиновой группы, стабилизированных в сверхсшитом полистироле. *Успехи в химии и химической технологии*, 29(7), 124–126.
- [7] Liu, S., Zhao, Z., & Wang, Y. (2019). Construction of N-heterocycles through cyclization of tertiary amines. *Chemistry – A European Journal*, 25(10), 2423–2441.
- [8] Тургунов, И. И., Нуркулов, Ф. Н., & Джалилов, А. Т. (2023). Изучение влияния синтезированного триацетина на октановое число бензина. *Universum: химия и биология*, 6(108), 83–86.