



**AVTOMOBIL BENZINZINLARI UCHUN SINTEZ QILINGAN OKTAN  
SONINI OSHIRUVCHI VA INGIBITOR VAZIFASINI BAJARUVCHI ORGANIK  
KOMPLEKS QO'SHIMCHANI IQ-SPEKTRI, XROMATOMASS VA AI-80  
MARKALI BENZINGA TA'SIRINI O'RGANISH**

*Ahmedov Orif Jumanazar o'g'li,*

*<sup>1</sup>Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti doktranti*

*Beknazarov Hasan Soyibnazarovich,*

*<sup>2</sup>Texnika fanlari doktori, professor toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti*

*Djalilov Abdulahat Turapovich.*

*<sup>3</sup>O'zR fanlar akademiyasi akademigi, Kimyo fanlari doktori, professor toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti direktori.*

*Fayziyev Jahongir Bahromovich*

*<sup>4</sup>t.f.f.d (PhD), katta ilmiy*

*[ahmedovorif686@gmail.com](mailto:ahmedovorif686@gmail.com)*

*+99899 456-73-60*

*YDK 662.767+662.769.21+665.58*

*ORCID: 0009-0000-0346-997X*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolani yozishda jahonda avtomobil benzinlarini oktan sonini oshirish, benzin saqlash joylaridagi sesternalar va avtomobil baklaridagi, mator qismidagi korroziyaga uchraydigan qismlari, benzenlarni oktan sonini oshiruvchi qo'shimchalar va ularni olish usullari haqida adabiyotlar tahlil qilindi. Yangi tarkibli oktan sonini oshiruvchi va ingibitor xususiyatli organik kompleks qo'shimchalar sintez qilindi va ularni tarkibi fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish uchun IQ-spektri, xromatomass analizi tahlillari o'rganib chiqildi. Olingan yangi tarkibli kompleks qo'shimchani GOST 511-82 motor usulida AI-80 markali benzina turli foizlarda qo'llab ko'rilib, oktan soniga ta'siri o'rganildi va bunda eng yaxshi natijani 5% qo'llaganilda oktan sonini 15.5 birlikka oshirganligi isbotlandi. GOST OKII 421598 bo'yicha esa OKTIS-2 apparati yordamida benzinni oktan sonini aniqlash uchun laboratoriya sharoitida tezkor sinov natijalari olindi va bu usulda 5% massa miqdorida sinab ko'rilganda 18.5 birlikka oshirganligi o'rganildi.

**Kalit so'zlar:** Natriy xlorat, natriy gidroksid, analitik tarozi, Byuxner voronkasi, etil spirti, vakuum nasosi, stearilamin, IQ-spektri, Xromatomass spektroskopiyasi, UIT-85M, Oktis-2, benzin, oktan soni, Van Der Vals kuchlari, deformatsiya.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИК-СПЕКТРА, ХРОМАТОМАССЫ И ВЛИЯНИЯ  
КОМПЛЕКСНОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ, ПОВЫШАЮЩЕЙ  
ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО И ВЫПОЛНЯЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬ ИНГИБИТОРА  
АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ, НА БЕНЗИН МАРКИ АИ-80**

**Аннотация:** При написании статьи была проанализирована литература по повышению октанового числа автомобильных бензинов, подверженным коррозии деталям бензохранилищ и автомобильных баков, деталям двигателей, присадкам, повышающим октановое число бензинов, и способам их получения. Синтезированы новые органические комплексные присадки с октаноповышающими и ингибирующими свойствами, проведен анализ их состава с использованием ИК-спектров и хроматомасс-анализа для изучения их физико-химических свойств. Полученную комплексную присадку вносили в бензин марки АИ-80 в различных процентных соотношениях по моторному методу ГОСТ 511-82 и изучали ее влияние на октановое число, и наилучший результат показал увеличение октанового числа на 15,5 единиц при норме внесения 5%. Согласно ГОСТ ОКП 421598 получены результаты лабораторного экспресс-определения октанового числа бензина с помощью прибора ОКТИС-2, и установлено, что при испытании в массовой концентрации 5% этот метод повышает его на 18,5 единиц.

**Ключевые слова:** Хлорат натрия, гидроксид натрия, аналитические весы, воронка Бюхнера, этиловый спирт, вакуумный насос, стеариламин, ИК-спектр, хроматомасс-спектрометрия, УИТ-85М, Октис-2, бензин, октановое число, силы Ван-дер-Ваальса, деформация.

**STUDY OF THE IR SPECTRUM, CHROMATOMASS AND EFFECT OF AN  
ORGANIC COMPLEX ADDITIVE THAT INCREASES OCTANE NUMBER AND  
PERFORMS AN INHIBITOR FOR AUTOMOBILE GASOLINES ON AI-80 BRAND  
GASOLINE**

**Abstract:** In writing this article, the literature on increasing the octane number of automobile gasolines, corrosion-resistant parts of gasoline storage tanks and automobile tanks, engine parts, additives that increase the octane number of benzenes and methods for their production was analyzed. New organic complex additives with octane number increasing and inhibitory properties were synthesized and their composition was studied by IR-spectrum and chromatomass analysis to study their physicochemical properties. The obtained new complex additive was applied to AI-80 gasoline in different percentages according to the GOST 511-82 motor method, and its effect on the octane number was studied, and the best result was shown when using 5%, which increased the octane number by 15.5 units. According to GOST ОКП 421598, rapid laboratory test results were obtained using the OKTIS-2 apparatus to determine the octane number of gasoline, and it was found that when tested in a mass concentration of 5%, this method increased it by 18.5 units.

**Keywords:** Sodium chlorate, sodium hydroxide, analytical balance, Buchner funnel, ethyl alcohol, vacuum pump, stearylamine, IR spectrum, Chromatomass spectroscopy, UIT-85M, Oktis-2, gasoline, octane number, Van Der Waals forces, deformation.

## KIRISH

Xalqaro energetika agentligi (XEA) prognozlariga ko‘ra, 2020 yilda yengil avtomobillar orasida 70% benzinli dvigatellar bilan ishlaydi va deyarli barcha avtomobil modellarida benzin yoki dizel dvigatellari ishlatiladi. Xitoyda mahalliy ishlab chiqarilgan yengil avtomobillar uchun maksimal yoqilg‘i iste‘moli standarti 6,9 l/100 km ni tashkil etadi, bu 2020 yilda 5,0 l/100 km, 2025 yilda 4,0 l/100 km va 2030 yilda 3,2 l/100 km ga qisqartirilishi kutilmoqda [1].

Benzinning oktan sonini oshirish uchun kompozitsion qo‘shimchalar mavjud bo‘lib, u alkogol va karbonil birikmasining kamida ikkita gidroksil guruhini o‘z ichiga olgan birikma bilan reaksiya mahsuloti bo‘lgan karbonil birikmalari bilan halqalarni yoki ularning aralashmalarini hosil qiladi, karbonil birikmalari bilan halqalarni hosil qilish imkonini beruvchi kamida ikkita gidroksil guruhini o‘z ichiga olgan birikmalar sifatida mono- yoki oligosaxaridlar yoki ikki atomli, uch atomli va ko‘p atomli spirtlar qo‘llaniladi [2].

Oksigenat benzina 2% miqdorida qo‘shilganda, qo‘shimcha tarkibida kislorod borligi uchun yoqilg‘ining to‘liq yonishiga yordam beradi, buning natijasida yonish mahsulotlaridagi uglerod oksidlari miqdori 30% ga kamayadi. Antidetanatsion xususiyatga ega bo‘lgan kislorodli birikmalar benzindagi yuqori aromatik birikmalarni yonishiga yordam beradi, shu bilan chiqindi gazlardagi benzopiren miqdorini kamaytiradi [3].

Quyidagi moddalarni kislorod saqlagan antidetanatsion qo‘shimchalar sifatida keltirishimiz mumkin: aseton, anizol, etilsellozol (ES), etilkarbitol (EK), butilsellosol (BS), butilkarbitol (BK). Metil tert-butil efir (MTBE). Metil tert-butil efir ( $\text{CH}_3\text{OC}(\text{CH}_3)_3$ ) efirlarning eng muhim vakillaridan biridir. Metanolni izobutilen bilan kislotali katalizatorlar ishtirokida reaksiyaga kiritish orqali olinadi. MTBE ning jahonda ishlab chiqarilishi yiliga 20-22 million tonna darajasida va sezilarli istiqbolga ega bo‘lgan o‘shishda davom etmoqda [4].

Dvigatel yoqilg‘ilariga qo‘shimchalar sifatida ishlatiladigan oksigenatlar orasida eng keng tarqalgan oddiy va murakkab efirlar, atsetallardir. Bulardan tashqari boshqa efirlarni benzin va dizel yoqilg‘isiga qo‘shimchalar sifatida ishlatish keng o‘rganilmoqda. Antidetanatsion xususiyatga ega bo‘lgan samaradorligi nuqtai nazaridan, sinovdan o‘tgan kislorodli qo‘shimchalarni quyidagi tartibda joylashtirish mumkin: butilkarbitol > etilkarbitol > etil tsellozol > butil tsellozol [5].

Butil spirtlari va metil tert-butil efiri samarali oksigenatlardir, ammo efirlar va spirtlarning bir-birini to‘ldirishi, ular aralashmalarining benzina qo‘shilganda benzinni ishlashiga ta’siri ilgari o‘rganilmagan. O‘rganilayotgan ikki komponentli aralashmaning kuzatilgan sinergetik ta’sirini shu bilan izohlash mumkin, Aralashmaning tarkibiy qismlarining

qaynash nuqtasi va molekulyar og‘irlik xususiyatlari ularning benzinning barcha (past molekulyar va yuqori molekulyar) fraktsiyalarida ishtirok etishiga olib keladi [6].

Ingibitorning samaradorligi uning tabiati, shuningdek, korroziyaga uchragan metallning tabiati bilan bog‘liq. Korroziya asosan korroziyaviy muhitning tarkibi va xossalari, ba’zi hollarda esa muhit haroratiga bog‘liq. Uglevodorodlarda eruvchan korroziyaga qarshi ingibitorlar neft-gaz va benzin ishlab chiqarish sanoatida eng samarali hisoblanadi. [7].

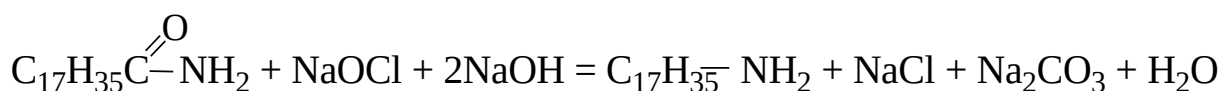
Korroziyaga qarshi inhibitorlarni samarali qo‘llash uchun ularning ta’sir mexanizmini bilish muhim ahamiyatga ega, chunki barcha korroziya muhitlari yoki barcha materiallar uchun samarali bo‘luvchi universal ingibitor mavjud emas. Samarali ingibitor qiluvchi moddani tanlashda muhitning xususiyatlari, inhibitorning xususiyatlari, korroziya agentlarining mavjudligi va boshqa omillarni hisobga olish zarur [8].

Ingibitorlarni umumiy holatda tasniflash mumkin emas. Shuning uchun, ko‘plab mavjud ingibitorlar orasida osonlik bilan sinflarga ajratish uchun ularni sanoat turi va korroziya muhitlari bo‘yicha guruhlash maqsadga muvofiqdir. Korroziya muhitlarini asosan suvli va suvsiz muhitlarga ajratish mumkin, chunki korroziya jarayonlarning tabiati va intensivligi bunday muhitlarda keskin farq qiladi. Suvli muhitlarda asosan elektrokimyoviy korroziya ro‘y beradi, suvsiz muhitlarda esa elektrokimyoviy va kimyoviy korroziya bir vaqtning o‘zida sodir bo‘lishi mumkin [9].

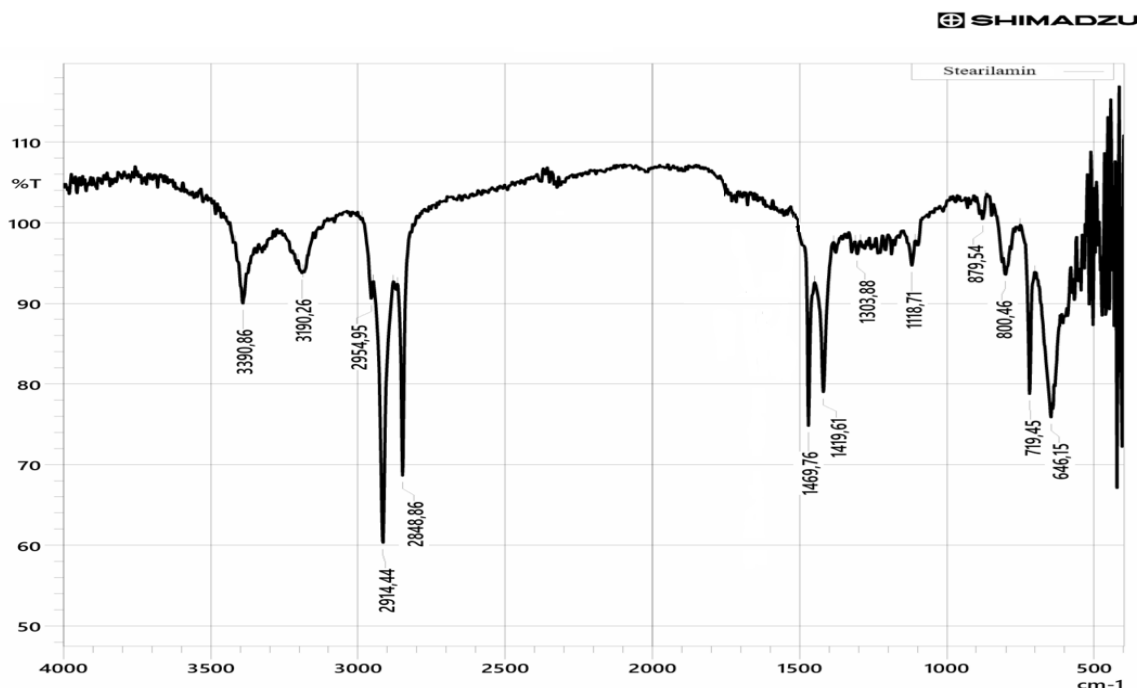
Korroziya ingibitorlari sovutish tizimlari, issiq suv tizimlari, neftni qayta ishlash zavodlari va umumiy qilib olganda kimyoviy ishlab chiqarish sanoati kabi ko‘plab jarayonlarda qo‘llaniladi [10, 11].

Korroziya jarayonlari sekinlashtirish uchun mos materiallar, korroziyaga qarshi qoplamalar, elektrokimyoviy himoya, korroziya ingibitorlari va boshqa usullar kombinatsiyasi bilan ingibirlanadi. Korroziya ingibitorlari metall yuzasida sorbsiyalash yoki korroziyaga qarshi faol birikmalar bilan reaksiyaga kirishish orqali himoya qiladi [12].

Natriy xloratning 18,625 gramm 12% li eritmasi va natriy gidroksidning 48 gramm 5% li eritmasi oldindan sovitilgan suv muhitida (2–7 °C haroratda) magnitli aralashtirgich yordamida aralashtirildi. Harorat va aralashtirish tezligi (1200–1400 r/min) doimiy nazoratda bo‘ldi. Tayyorlangan aralashmaga analitik tarozida tortib olingan 2,84 gramm yangi sintez qilingan stearilamid qo‘shildi. Aralashma doimiy magnitli aralashtirgich yordamida 4 soat davomida bir xil tezlikda aralashtirildi. Harorat 2–7 °C oralig‘ida ushlab turildi. Reaksiya yakunlangandan so‘ng, aralashma ehtiyotkorlik bilan olinib, hosil bo‘lgan stearilamin suv muhitida erimasligi sababli suv yuzasida flotatsiya holatida ajralib chiqdi. Suvli eritma ajratgichli voronka yordamida ajratib olindi. Ajratilgan modda bir necha bosqichda yuvildi: Distillangan sovuq suvda besh marotaba yuvilib, vakuum nasosi yordamida Byuxner voronkasida filtrlab olindi. Shundan so‘ng yana uch marotaba sovuq holdagi etil spirtida yuvib olindi va yana vakuum nasosi yordamida filtrlab olindi.



Sintez qilingan stearylaminning IQ-spektrini quyidagicha tahlil qilishimiz mumkin. Ushbu analiz stearylamin molekulasida mavjud bo‘lgan funksional guruhlariga mos keladigan tebranish natijasida hosil bo‘lgan bir qator xos yutilish sohalarini o‘z ichiga oladi.



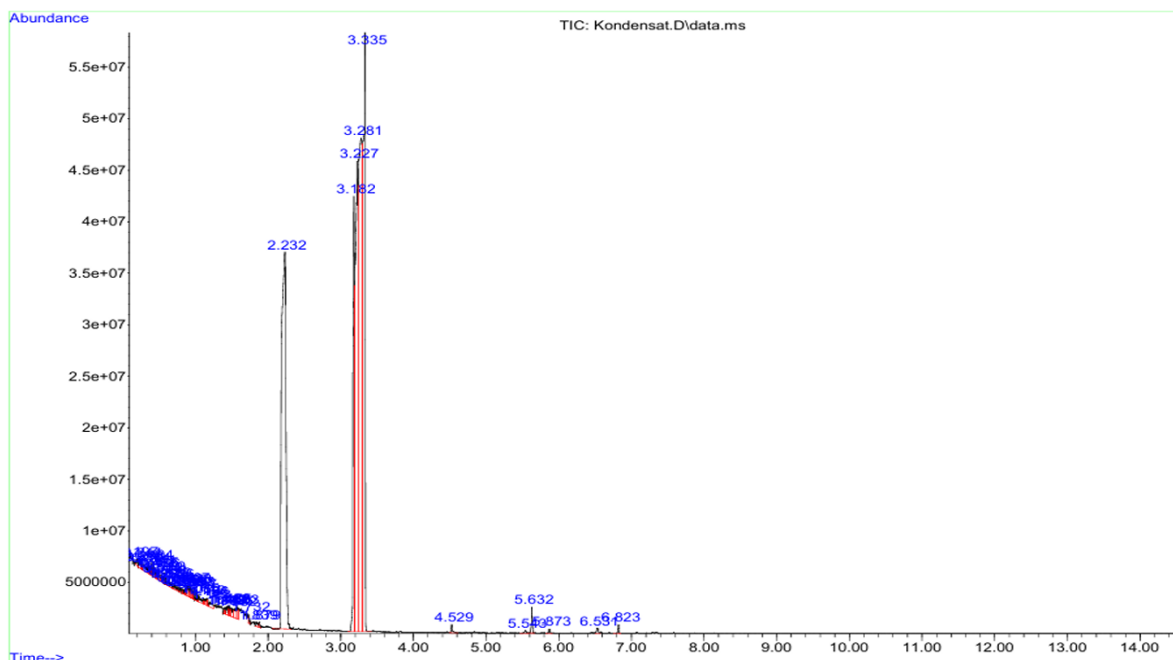
**1-rasm. Stearylaminning IQ-spektri**

$3390.86\text{ cm}^{-1}$  va  $3190.26\text{ cm}^{-1}$  sohadagi yutilish cho‘qqilarini ko‘radigan bo‘lsak,  $3400\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$  sohasida o‘rtacha intensivlikdagi ikkita pik kuzatiladi. Ular birlamchi aminoguruhdagi azot va vodorod (N-H)ni bog‘lanishlarining valentlik tebranishlarini xarakterlaydi.  $3390.86\text{ cm}^{-1}$  yutilish sohasi amin ( $\text{NH}_2$ ) guruhdagi azot va vodorod (N-H)ning asimmetrik tebranishlariga,  $3190.26\text{ cm}^{-1}$  yutilish sohasida esa amino guruhdagi azot va vodorod (N-H)ning simmetrik tebranishlariga mos keladi.

$2954.95\text{ cm}^{-1}$  yutilish sohasi,  $2914.44\text{ cm}^{-1}$  yutilish sohasi va  $2848.86\text{ cm}^{-1}$  yutilish sohalarni ko‘rib chiqadigan bo‘lsak,  $3000\text{--}2800\text{ cm}^{-1}$  yutilish sohasida molekulaning alifatik "dumi"dagi C-H bog‘lanishlarining valentlik tebranishlariga mos keluvchi uchta intensiv pik mavjud.  $2954.95\text{ cm}^{-1}$  soha va  $2914.44\text{ cm}^{-1}$  yutilish sohalarida  $\text{CH}_2$  va  $\text{CH}_3$  guruhlarining asimmetrik tebranishlariga,  $2848.86\text{ cm}^{-1}$  cho‘qqisida esa  $\text{CH}_2$  guruhlarining simmetrik tebranishlariga mosdir. Ushbu cho‘qqilarning mavjudligi molekulada uzun alifatik  $(\text{CH}_2)_n$  zanjiri borligini ko‘rsatadi.

$1643.35\text{ cm}^{-1}$  dagi yutilish cho‘qqisini tahlil qiladigan bo‘lsak,  $1650\text{--}1580\text{ cm}^{-1}$  sohalarida o‘rtacha intensivlikdagi pik kuzatiladi, uni birlamchi aminoguruhdagi N-H bog‘lanishlarining deformatsion tebranishlarisifatida qarash mumkin.  $1303.88\text{ cm}^{-1}$  ushbu sohadagi yutilish nuqtasi amindagi uglerod va azot (C-N) bog‘lanishining valent tebranishlariga mos keladi.  $1469.76\text{ cm}^{-1}$  va  $1419.61\text{ cm}^{-1}$ :  $\text{CH}_2$  guruhlarining deformatsiya tebranishlariga tegishli bo‘lsa,

1118.71  $\text{cm}^{-1}$  sohadagi yutilish esa alifatik qatorni "dum"dagi C-C bog‘lanishining tebranishlari deyish mumkin. 879.54  $\text{cm}^{-1}$ , 800.46  $\text{cm}^{-1}$ , 719.45  $\text{cm}^{-1}$  va 646.15  $\text{cm}^{-1}$  yutilish cho‘qqilari esa 1000  $\text{cm}^{-1}$  dan past sohadagi kam intensivlikdagi ushbu cho‘qqilar uglerod va vodorod (C-H) bog‘lanishlarining turli xil deformatsion va Van Der Vals kuchlari ta’siri natijasida kelib chiqadigan tebranishlaridagi yutilish sohalari shuningdek, molekulaning skelet tebranishlariga tegishlidir.



## 2-rasm. Olingan kompleks qo‘shimchanning xromatomass spektroskopiyasi

Xromatomass spektroskopiyasi analiza tahlilini quyidagi jadvalda keltirilgan.

### 1-jadval

#### Olingan kompleks qo‘shimchanning xromatomass spektroskopiyasi tahlili

| Modda nomi      | Formulasi                                    | Yutilish sohasi | Massasi %da | CAS raqami |
|-----------------|----------------------------------------------|-----------------|-------------|------------|
| Butilglikol     | $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}_3$          | 6.823           | 8.90        | 112-34-5   |
| Propanol        | $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$              | 3.227           | 12.56       | 67-63-0    |
| Etilbenzol      | $\text{C}_8\text{H}_{10}$                    | 5.873           | 9.01        | 100-41-4   |
| Dimetilformamid | $(\text{CH}_3)_2\text{NC}(\text{O})\text{H}$ | 5.632           | 11.08       | 68-12-2    |
| Izoamil spirti  | $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$           | 3.281           | 12.76       | 5830-79    |
| Toluol          | $\text{C}_7\text{H}_8$                       | 4.529           | 3.85        | 108-88-3   |
| Izobutil spirti | $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$            | 3.335           | 14.44       | 78-83-1    |
| Metanol         | $\text{CH}_3\text{OH}$                       | 2.232           | 14.44       | 67-56-1    |
| Etanol          | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$              | 3.182           | 12.76       | 64-17-5    |
| Stearilamin     | $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{NH}_2$      | 6.531           | 0.2         | 124-30-1   |

Quyidagi jadvalda yuqoridagi moddalarni alohida-alohida holatda AI-80 markali benzina GOST 511-82 bo‘yicha motor usulida UIT-85M uskunasida sinab ko‘rilganda oktan soniga ta‘siri o‘rganildi.

## 2-jadval

### Olingan kompleks qo‘shimcha tarkibidagi moddalarning oktan soniga ta‘siri

| Modda nomi      | Benzina qo‘shilgan miqdori (%da) | Oktan soniga ta‘siri | Benzina qo‘shilgan miqdori (%da) | Oktan soniga ta‘siri |
|-----------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|
| butilglikol     | 5                                | -1                   | 10                               | -3                   |
| propanol        | 5                                | 1-3                  | 10                               | 3-5                  |
| etilbenzol      | 5                                | 3                    | 10                               | 6                    |
| DMFA            | 5                                | 1                    | 10                               | 3                    |
| izoamil spirti  | 5                                | 1                    | 10                               | 2-3                  |
| toluol          | 5                                | 1-3                  | 10                               | 3-5                  |
| izobutil spirti | 5                                | 1                    | 10                               | 2-3                  |
| metanol         | 5                                | 2-5                  | 15-20                            | 6-10                 |
| etanol          | 5                                | 1-3                  | 10                               | 3-5                  |
| stearilamin     | 0.005                            | 0.4                  | 0.01                             | 1                    |

GOST 511-82 motor usulida AI-80 markali benzina kompleks qo‘shimchani turli miqdor(%)da sinash (oktis-2 OKII 421598).

## 3-jadval.

### Olingan kompleks qo‘shimchani AI-80 markali benzinning oktan soniga ta‘siri

| №                   | 1%  | 2%  | 3%   | 4%   | 5%   | 6%   | 7%   | 8%   | 9%   | 10%  |
|---------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Oktan soni (UIT-85) | 4.2 | 8.4 | 12.6 | 14.1 | 15.5 | 16   | 16.4 | 17   | 17.2 | 17.5 |
| Oktis-2             | 7.4 | 11  | 12.7 | 17.1 | 18.5 | 19.1 | 19.5 | 20.2 | 20.4 | 20.7 |

## Xulosa:

Ushbu maqolani yozishda dunyoda benzinlarni oktan sonini oshirish va korrozion xususiyatlarini yaxshilash borasida qilingan ishlar bo‘yicha adabiyotlar tahlil qilindi va ingibirlilik xususiyatiga ega bo‘lgan stearilamini sintez qilindi, oktan sonini oshirish uchun organik kompleks birikmalar olindi va olingan bu birikmalarni xromatomass spektrlari o‘rganilib tahlil qilindi. Sintez qilingan ushbu ingibitorli kompleks qo‘shimchani GOST 511-82 motor usulida UIT-85M markali oktanni o‘lchash uskunasida 1 dan 10% gacha bo‘lgan massa nisbatda oktan soniga ta‘siri o‘rganildi va eng yuqori natijaga 5% bo‘lganda erishildi. Oktan soni motor usulida 15.5 birlikka ortganligi o‘rganildi, bundan tashqari GOST OKII

421598 bo‘yicha OKTIS-2 tezkor oktan sonini aniqlash usulida shu foizlarda qo‘llab ko‘rildi va 5% da qo‘llab ko‘rilganda oktan sonini 18.5 birlikka oshirganligi o‘rganildi.

### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Wang Z., Liu H., Reitz R.D. Knocking combustion in spark-ignition engines //Progress in Energy and Combustion Science. – 2017. – T. 61. – P. 78-112.
2. Garifzyanov G. F. et al. Creation of agents that increase the octane rating of gasoline. Technologies for the production of high-octane gasoline components // Bulletin of the Kazan Technological University. - 2014. - V. 17. - No. 18. - P. 204-208.
3. Butaev H. Sh. et al. COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF OCTANE-BOOSTING ADDITIVES BASED ON OXYGEN- AND NITROGEN-CONTAINING RAW MATERIALS //Universum: technical sciences. - 2021. - No. 8-2 (89). - P. 27-32.
4. Khamidullin R. F. et al. Oxygenate additives to gasoline fractions that increase the octane numbers of motor fuels // Bulletin of the Kazan Technological University. - 2014. - V. 17. - No. 21. - P. 295-300.
5. Oparina L. A. et al. Oxygenate additives to fuel based on renewable raw materials // News of universities. Applied chemistry and biotechnology. - 2018. - Vol. 8. - No. 1 (24). - P. 19-34.
6. Ганина А. А. Новые компоненты и присадки для производства автомобильных бензинов на базе доступного отечественного сырья: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: спец. 05.17. 07 : дис. – 2021.
7. Bobir O., Gulnoz G., Oston Q. Neft va gaz sanoatida korroziya inhibitörlerinin ishlab chiqarilishi va xossalari //Universum: kimyo va biologiya. – 2022. – Yo‘q. 2-2 (92). – B. 47-51.
8. Finsgar, M.; Jackson, J. Application of corrosion inhibitors for steels in acidic media for the oil and gas industry: a review. Corros. Sci. 2014, 86, 17-41.
9. Migahed, M. A.; Al-Sabagh, A. M. Beneficial role of surfactants as corrosion inhibitors in petroleum industry: a review article. Chem.Eng. Commun. 2009, 196, 1054–1075.
10. Dariva CG, Galio AF Korroziya inhibitörleri - printsiplar, mexanizmlar va ilovalar // Korroziyadan himoya qilish bo‘yicha ishlanmalar. – 2014. – T. 16. – S. 365-378.
11. Askari M. et al. Film former corrosion inhibitors for oil and gas pipelines-A technical review //Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2018. – T. 58. – C. 92-114.
12. Rajeev P., Surendranathan A. O., Murthy C. S. N. Corrosion mitigation of the oil well steels using organic inhibitors—a review //J. Mater. Environ. Sci. – 2012. – T. 3. – №. 5. – C. 856-869.