

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

МАХМУДОВ МУХТОР ЖАМОЛОВИЧ

**ПАСТ ОКТАНЛИ БЕНЗИННИ ЭКОЛОГИК ВА ЭКСПЛУАТАЦИОН
ХОССАЛАРИНИ ЯХШИЛАШ УЧУН УНИ КОЛЛОИД-КИМЁВИЙ
МОДИФИКАЦИЯЛАШ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент– 2018

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Махмудов Мухтор Жамолович

Паст октанли бензинни экологик ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш
учун уни коллоид-кимёвий модификациялаш 5

Махмудов Мухтор Жамолович

Коллоидно-химическая модификация низкооктанового бензина для
улучшения его эколого-эксплуатационных характеристик..... 23

Makhmudov Mukhtor Jamolovich

Colloid-chemical modification of low-octane gasoline to improve its
environmental and operational characteristics..... 43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 47

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

МАХМУДОВ МУХТОР ЖАМОЛОВИЧ

**ПАСТ ОКТАНЛИ БЕНЗИННИ ЭКОЛОГИК ВА ЭКСПЛУАТАЦИОН
ХОССАЛАРИНИ ЯХШИЛАШ УЧУН УНИ КОЛЛОИД-КИМЁВИЙ
МОДИФИКАЦИЯЛАШ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент– 2018

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.1.PhD/K101 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида www.ionx.uz ва «Ziyonet» ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Нарметова Гульнора Розиккуловна
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Ахмедов Улуғ Каримович
кимё фанлари доктори, профессор

Игамкулова Наргиса Абдувалиевна
кимё фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

М. Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ва Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc27.06.2017.K/T.35.01 рақамли Илмий кенгашининг «16» май 2018 йил соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (13 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Диссертация автореферати 2018 йил «03» май куни тарқатилди.
(2018 йил «03» майдаги №13 рақамли реестр баённомаси).

Б.С. Закиров

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, к.ф.д.

Д.С. Салиханова

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш котиби, т.ф.д.

С.Т. Тухтаев

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси,
к.ф.д., проф., академик

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда йилдан йилга автомобил транспорт воситаларининг сони ошиб бораётганлиги сабабли автомобил бензинларига бўлган талаб ҳам кўпаймоқда. Мотор ёқилғиларига бўлган талабнинг ортиши эса ўз-ўзидан атмосферага чиқарилаётган заҳарли газларнинг кўпайишига олиб келмоқда. Америка, Европадаги давлатлар ва бошқа кўплаб ривожланган мамлакатлар экологияни ҳимоялаш мақсадида мотор ёқилғиларига бўлган экологик талабларни кучайтирмоқда.

Жаҳонда экологик тоза, турли эксплуатацион шароитларда ўзининг кимёвий ва дисперсион барқарорлигини сақлаб қолувчи, юқори октанли бензин ишлаб чиқаришда амалга оширилаётган йўналишларда тегишли ечимларни илмий асослаш, хусусан маҳаллий автомобил бензинларини кимёвий таркибини ва коллоид-кимёвий хоссаларини, уларнинг экологик ва эксплуатацион хусусиятларига таъсирини аниқлаш; енгил бензин фракцияси асосида бензин сифатини яхшиловчи турли диспергирловчи модификаторлар олишни ҳамда уларни оғир бензин фракцияси билан компаундлаб, янги бензин композицияларини олишнинг коллоид-кимёвий хоссаларини аниқлаш; маҳаллий паст октанли бензин асосида замонавий экологик талабларига жавоб берувчи бензин олиш жараёнини мақбул шароитларини ишлаб чиқиш зарур.

Ҳозирги пайтда республикамызда нефт ва газ саноатида янги турдаги ёқилғи маҳсулотларини олиш борасида илмий ва амалий натижаларга эришилди. Мазкур йўналишда амалга оширилган чора-тадбирлар асосида нефт маҳсулотлари ишлаб чиқариш ва қайта ишлаш жараёнларини жадаллаштиришни ноанъанавий усулларини ишлаб чиқариш жараёнларига тадбиқ қилиш борасида муҳим натижалар олинди. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, маҳаллий паст октанли бензин асосида замонавий экологик талабларга жавоб берувчи бензин ишлаб чиқаришга йўналтирилган илмий тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармонлари ва 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури» тўғрисидаги Қарори ҳамда мазкур фаолиятига тегишли бошқа меъёрий-

¹ Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича «Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисида. Ўзбекистон Республикаси Президенти фармони.

ҳуқукий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Автомобил бензинини физик-кимёвий, экологик ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш, унинг таркибидаги ароматик углеводородлар, хусусан бензол миқдорини камайтириш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича жаҳонда Jones E.M., Smith L.A., Емельянов В.Е., Ахметов А.Ф., Бяков А.Г., Петров И.Я., Абдульминев К.Г., Казаков М.О., Капизова Н.Б., Соловьев А.С., Герасимов Д.Н., Калдыгозов А.Е., Полетаева О.Ю. шу билан бирга маҳаллий олимлар Сайдахмедов Ш.М., Хамидов Б.Н., Юнусов М.П., Нарметова Г.Р. ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб борганлар.

Лекин ушбу олимлар томонидан бензинга коллоид-дисперс система сифатида эътибор қаратилмаган. Гарчи, дистиллят фракциялар аралаштирилаётган компонентларнинг коллоид-кимёвий хоссаларини инобатга олган ҳолда муқобил компаундлаш орқали нефт маҳсулотлари ҳолатини яхшилайти ва экологик ва коллоид-кимёвий хоссалари бўйича техник талабларга жавоб берувчи ёқилғи олиш имконини беради. Хомашёни қайта ишлаш технологияларини такомиллаштириш ҳамда нефт маҳсулотлари сифатини яхшилаш, нефтни қайта ишлаш саноатининг самарадорлигини оширишнинг асосий омилдир. Ўтказилган ҳам назарий ҳам амалий тадқиқотлар шуни кўрсатдики, маҳаллий хомашё асосида Европа спецификацияларига жавоб берувчи юқори октанли бензин олиш амалий, экологик ва иқтисодий зарурдир.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг ФА-Т024 «Турли ишлаб чиқаришларнинг қўшимча маҳсулотлари қўшиш орқали мотор ёқилғилари ресурсини ошириш ва сифатини яхшилаш» (2016-2017 йй.) мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади паст октанли бензинни экологик ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш учун уни коллоид-кимёвий модификациялашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

бензинни фракциялаш ва ҳар бир фракция таркибида бензол ва углеводород таркибини аниқлаш;

металларнинг каталитик хоссаларини ўрганиш ва бензиннинг бензолсаклаган фракциясини каталитик гидро қайта ишлаш учун катализаторлар олиш;

бензиннинг бензолсақлаган фракциясини каталитик гидро қайта ишлаш (гидроизомеризациялаш) жараёнларини лаборатория ва яхлитлашган шароитда ўтказиш ва уни сифатини Евро-4 ва Евро-5 меъёригача етказиш;

бензинни экологик ва эксплуатацион, углеводород-тузилмавий хоссаларини яхшилаш ва шу билан бир қаторда унинг ресурсини ошириш учун коллоид-кимёвий модификациялаш мақсадида гидро қайта ишлаш катализаторлари ва оғир бензин фракциясини компаундлашнинг энг мақбул усулини ишлаб чиқиш;

бензиннинг ароматик ва *n*-парафин углеводородлари индивидуал таркибини молекуладаги углерод атомлари сонининг сорбциянинг термодинамик параметрларига боғлиқлигини, қайнаш ҳарорати ва уларни идентификациялаш учун номограммалар тузиш орқали газ-суюқлик хроматографиясида аниқлаш;

n-парафин ва ароматик углеводород миқдорий ва сифат таркибининг автомобил бензинининг экологик ва эксплуатацион хусусиятларига таъсирини аниқлаш;

ишлаб чиқилган коллоид-кимёвий модификациялаш усулларини тажриба-саноат синовларидан ўтказиш ва ижтимоий ҳамда экологик самарадорлиги баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти АИ-80 автомобил бензини, AlNi-4%, AlNi-8%, AlNi-12%, AlNiW-Cl, AlNiWCr-Cl, AlNiWCu-Cl, AlNiWMo-Cl, AlNiMo-Cl катализаторлари, шу билан бирга ароматик ва *n*-парафин углеводородлар гомолик қатор эталонлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети коллоид-кимёвий модификация, идентификация, физик-кимёвий хоссалар, экологик ва эксплуатацион хусусиятлар, сорбция, гидрогенизация, катализаторнинг каталитик фаоллиги, компаундлаш.

Тадқиқотнинг усуллари. Физик-кимёвий, электрономикроскопик, коллоид-кимёвий, газ-суюқлик хроматографияси.

Диссертация тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат: турли эксплуатацион шароитларда автомобил бензинларининг детонацион барқарорлиги, унинг дисперсион тузилиши ва кимёвий таркибига боғлиқлиги аниқланган;

автомобил бензинларининг паст ҳароратлардаги физик-кимёвий ва дисперсион хоссалари, оғир смоласимон ва *n*-парафин углеводородлар миқдорининг ўзгариши даражаси билан боғлиқлиги исботланган;

гидроизомеризациялаш йўли билан енгил бензин фракциясидан, уни экологик ва эксплуатацион хоссаларини яхшиловчи модификаторлар олиш усуллари яратилган;

бензиннинг енгил фракциясини гидроизомеризациялаш жараёнида тадқиқ қилинган шароитларда нафтен углеводородларнинг ҳалқаси очилмаслиги исботланган;

олинган модификаторлар ва оғир бензин фракцияларини компаундлаш орқали экологик юқори октанли бензин олишнинг комбинацион усули ва унинг муқобил технологик шароитлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

саноат миқёсида бензиннинг бензолсақлаган фракциясини гидроизомеризациялаш жараёнини самарали ўтказиш имконини берувчи никел, вольфрам ва мис асосли муқобил катализатор аниқланган. Ушбу катализатор асосида юқори октанли экологик тоза бензин ёқилғисини олиш мақсадида, ҳайдалган бензин фракциясини янгича қайта ишлаш таклиф этилган: риформинг – фракциялаш – гидроизомеризация – компаундлаш ва тажрибалар билан исботланган.

маҳаллий АИ-80 автомобил бензини асосида Европа спецификацияларига экологик ва эксплуатацион хусусиятлари бўйича жавоб берувчи юқори октанли (октан сони 84,9) маҳсулот олинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Коллоид-кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари тажриба – лаборатория синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти модификацияланган юқори октанли автомобил бензин олиш учун асос яратди. Айниқса, бензиннинг бензолсақлаган фракцияларини (б.қ.х.-80°C, 80-90°C, 90-100°C, 100-110°C, 110-120°C ва 120°C-о.қ.х.) таркибини сифат ва миқдорий идентификацияси ҳамда бензиннинг бензолсақлаган фракциясини (б.қ.х.-120°C) каталитик гидро қайта ишлаш учун муқобил катализатор яратишнинг янги имкониятларини беради.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти маҳаллий паст октанли бензинни коллоид-кимёвий модификациялашнинг оптимал шароитлари ёрдамида юқори октанли экологик ва эксплуатацион хоссалари яхшиланган мотор ёқилғиси ишлаб чиқариш жараёнида комбинацион усулини қўллашдан иборат. Бу эса республикада мавжуд ишлаб чиқариш қурилмаларида замонавий экологик талабларга жавоб берувчи бензин ишлаб чиқариш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Паст октанли бензинни экологик ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш учун уни модификациялаш бўйича олинган илмий натижалари асосида:

паст октанли бензинни экологик ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш учун коллоид-кимёвий модификациялаш учун «Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи» МЧЖ да 2019-2020 йилларда амалиётга жорий этилувчи истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Ўзбекнефтегаз» АЖнинг 2018 йил 12 апрелдаги 02/12-1-70-сон ва «Ўзнефтьмаҳсулот» АЖнинг 2018 йил 19 апрелдаги 20/11-293-сон маълумотномалари). Натижада маҳаллий хомашёлар асосида юқори октанли ва замонавий экологик талабларга жавоб берувчи бензин олиш имконини беради;

паст октанли бензин таркибида бензол ва *n*-парафин углеводородлар миқдорини камайтириш учун уни бензолсаклаган фракциясини гидроизомеризациялаш жараёни «Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи» МЧЖ да 2019-2020 йилларда амалиётга жорий этилувчи истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Ўзбекнефтегаз» АЖнинг 2018 йил 12 апрелдаги 02/12-1-70-сон ва «Ўзнефтьмахсулот» АЖнинг 2018 йил 19 апрелдаги 20/11-293-сон маълумотномалари). Натижада бензол ва *n*-парафин миқдори бўйича Евро-4 ва Евро-5 талабларига жавоб берувчи бензин ишлаб чиқариш имкони яратилган;

бензолсаклаган бензин фракцияси асосида олинган модификаторлар ва оғир бензин фракциясини компаундлаб, янги экологик юқори октанли бензин композициялари олиш «Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи» МЧЖ ва «Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи» МЧЖ да 2019-2020 йилларда амалиётга жорий этилувчи истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Ўзбекнефтегаз» АЖнинг 2018 йил 12 апрелдаги 02/12-1-70-сон ва «Ўзнефтьмахсулот» АЖнинг 2018 йил 19 апрелдаги 20/11-293-сон маълумотномалари). Натижада хоссалари яхшиланган модификацияланган бензин таркибида бензол миқдори 8,46% дан 0,67% гача, ароматик углеводородлар миқдори эса 48,78% дан 32,43% гача камайтириш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Ушбу тадқиқотнинг асосий натижалари 5 та халқаро ва 8 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 25 та илмий иш чоп этилган, шундан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 12 та мақола, жумладан, 8 таси республика ва 4 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертация тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертация ҳажми 110 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ҚИСМИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурийлиги келтирилган, мақсад ва вазифалар, шунингдек, муаммонинг ўрганилганлик даражаси, тадқиқотнинг республика фан ва технологияларни ривожлантириш йўналишига мувофиқлиги келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, чоп этилган ишлар ва диссертациянинг ҳажми, тузилиши бўйича маълумотлар берилган.

Диссертациянинг «**Паст октанли бензинни коллоид-кимёвий модификациялаш**» деб номланган биринчи бобида, бензин ва бензин фракцияларида нефтнинг дисперс системалари сифатида учрайдиган

n-парафин, нафтен, *изо*-парафин ва ароматик углеводородлар хоссалари ҳақида маълумотлар келтирилган, шу билан бирга автомобиллардан атмосферага чиқарилаётган чиқинди газларнинг захарлилик хоссалари келтирилиб, ароматик углеводородлар, хусусан бензол ва уларнинг ёнишидаги маҳсулотларнинг захарлилик даражаси юқорилиги кўрсатилган.

Автомобил бензинларнинг экологик хусусиятларини яхшиланишига қўйилаётган мавжуд ва истикболли талаблар ҳақида таҳлил келтирилган. Ушбу талаблар таҳлили шуни кўрсатмоқдаки, бугунги кунда бензинларнинг экологик хусусиятларини яхшилашга қаратилаётган ишлар, асосан унинг таркибида ароматик углеводородлар, хусусан бензолнинг умумий суммасини камайтиришга қаратилган (жадвал 1).

1-жадвал

Бензин сифатига қўйилган замонавий талаблар

Кўрсаткичлар	Талаблар			
	Евро-2	Евро-3	Евро-4	Евро-5
Бензол миқдори, %	5,0	1,0	1,0	1,0
Олтингугурт миқдори, %	0,05	0,015	0,005	0,001
Ароматик углеводородлар миқдори, %	—	42	35	35
Олефин углеводородлар миқдори, %	—	18	14	14
Кислород миқдори, %	—	2,3	2,7	2,7
Фракцион таркиби, %:				
100°С гача ҳайдалувчи, кам бўлмаган	—	46	46	46
150°С гача ҳайдалувчи, кам бўлмаган	—	75	75	75
Тўйинган буғ босими, кПа	—	ёз 70 қиш 90	ёз 70 қиш 90	ёз 70 қиш 90

Сўнгра бензол миқдорини бензин ва риформинг катализати таркибида камайтиришнинг асосий усуллари келтириб ўтилган. Бензолни экстракция усулида ажратиб олиш, бензиннинг октан сонини пасайишига ва уни қайта ишлашдаги мавжуд харажатларнинг сезиларли даражада ошишига олиб келиши кўрсатилган. Бензолни алкиллаш умумий бензин чиқишининг ошишига олиб келсада, жараёнда метил-трет-бутил эфири ишлаб чиқариш ва кимё технологияси учун алкиллаш жараёнинг қимматли хомашёси ҳисобланган олефинсаклаган газларни қўллашни талаб этади.

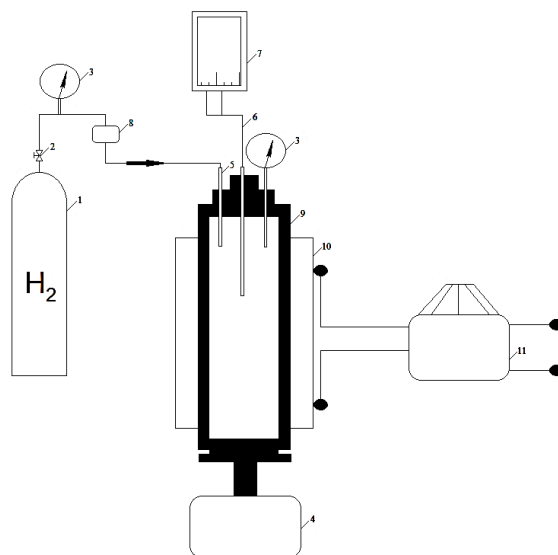
Бензинни коллоид-кимёвий модификациялаш усулида унинг таркибида ароматик углеводородлар, хусусан бензол миқдорини камайтиришнинг илмий асослари келтирилган.

Адабиётлар таҳлили тадқиқотни мақсади ва вазифаларини ифодалашга ёрдам берди. Диссертациянинг «**Тажрибавий тадқиқотлар ҳамда хомашё ва олинадиган маҳсулотлар таҳлил қилиш усуллари**» деб номланган иккинчи бобида илмий ишда қўлланилган катализаторларнинг турлари ва лаборатория қурилмасини тавсифи ёритилган.

Диссертация ишида бензин ва унинг фракцияларининг углеводород гуруҳ ва индивидуал таркибини, коллоид-кимёвий хусусиятларини, гидроизомеризация жараёнида турли шароитларда қўлланилган катализаторларнинг фаоллиги ва селективлигини аниқлаш имконини берувчи

замонавий ва классик тадқиқот усуллари мажмуи, шу билан бирга Давлат Стандартлари асосидаги нефт маҳсулотлари тадқиқ қилиш усулларидан фойдаланилган.

Бензиннинг бензолсақлаган фракциясини каталитик гидро қайта ишлаш тадқиқотларини ўтказишга мўлжалланган махсус лаборатория қурилмаси схемаси келтирилган (расм 1).



1-расм. Тажриба қурилмаси схемаси

1 – водород сақловчи сиғим; 2 – игнасимон клапан; 3 – манометр; 4 – айланувчи двигател; 5 – хомашё ва газ киритилувчи найча; 6 – термopара; 7 – милливольтметр; 8 – редуктор; 9 – реактор (автоклав); 10 – электр печ; 11 – трансформатор.

Шунингдек, катализаторларни синтез қилиш ва уларнинг мустаҳкамлигини аниқлаш методикаси келтирилган. Тажрибаларда ЎзР ФА УНКИ «Нефт кимёси» лабораториясида синтез қилинган AlNi-4%, AlNi-8%, AlNi-12%, AlNiW-Cl, AlNiWCr-Cl, AlNiWCu-Cl, AlNiWMo-Cl, AlNiMo-Cl катализаторлар қўлланилди. Олинган катализаторлар таркиби 2 жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Олинган катализаторлар таркиби

Катализатор намунаси	NiO миқдори, % масс	WO ₃ миқдори, % масс	MO ₃ миқдори, % масс	CrO ₃ миқдори, % масс	CuO миқдори, % масс	Хлорланган γ-Al ₂ O ₃ миқдори, % масс
Алюмоникель-4 (AlNi – 4) катализатор	4	—	—	—	—	96
Алюмоникель-8 (AlNi – 8) катализатор	8	—	—	—	—	92
Алюмоникель-12 (AlNi – 12) катализатор	12	—	—	—	—	88
Алюмоникельвольфраммисли (AlNiWCu-Cl) катализатор	4,0	3,5	—	—	0,8	91,7

Алюмоникельвольфрамхромли (AlNiWCr-Cl) катализатор	4,0	3,5	—	1,0	—	91,5
Алюмоникельвольфрамли (AlNiW-Cl) катализатор	4,0	5,0	—	—	—	91
Алюмоникельвольфраммолебденли (AlNiWMo-Cl) катализатор	4,0	3,5	2,0	—	—	90,5
Алюмоникельмолебденли (AlNiMo-Cl) катализатор	4,0	—	5,0	—	—	91

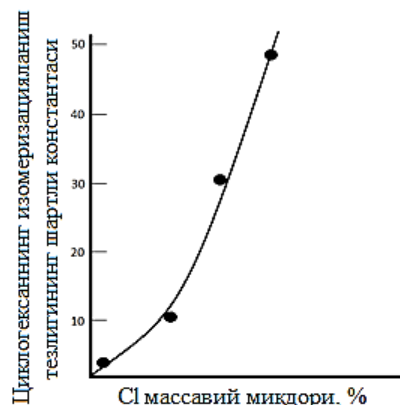
Тажрибаларда хомашё сифатида бензиннинг бензолсақлаган фракцияси б.қ.х. -120°С қўлланилган.

Жараённинг хомашё ва маҳсулотлари сифати стандарт аналитик усуллар ёрдамида тадқиқ қилинди. Хомашё ва маҳсулотларнинг углеводород гуруҳ таркиби адсорбцион-криоскопик усулда (ЎзР ФА УНКИ «Нефт кимёси» лабораториясида ишлаб чиқилган), бензолнинг ушбу намуналардаги миқдори эса газ-суюқлик хроматографияси ёрдамида аниқланди.

Диссертациянинг **«Бензиннинг бензолсақлаган фракциясини гидроизомеризациялаш жараёнига таъсир этувчи коллоид-кимёвий омиллар таъсирини тадқиқ қилиш»** деб номланган учинчи бобида бензиннинг бензолсақлаган фракциясини каталитик гидро қайта ишлаш жараёнидаги реакцияларнинг бориш механизми, шунингдек ишлаб чиқилган жараён натижаларини нисбий баҳолаш учун бензиннинг бензолсақлаган фракцияси б.қ.х. -120°Сни каталитик гидро қайта ишлаш (гидроизомеризациялаш)даги маҳсулот аралашмалари таркиби барқарорлигини термодинамик ҳисоблашлар натижалари келтирилган.

Гидрирлаш ва изомеризациялаш реакцияларига катализатор ташувчиси (Al_2O_3) таъсири ўрганилди. Бифункционал катализатор ишлаб чиқишда, изомеризация катализаторларига хос бўлган металл миқдори ва табиатини аниқлаш каби саволлар ечимига жавоб бўлиши, шу билан бир қаторда катализатор ташувчилари талабларини ўзида ифодалаши лозим. Ташувчи юқори танловчанлик хоссаси билан биргаликда изомеризация реакцияларини юқори тезликда боришини таъминловчи кучли кислоталик ва катализаторнинг эксплуатацияси даврида барқарор ишлашини таъминловчи гидрирлаш хоссаларини ўзида намоён этиши керак. Алюминий оксидини кислота типдаги реакцияларда каталитик фаоллигини, уни таркибига галоген моддалар киритиш орқали кучайтириш мумкин.

Бизнинг тадқиқотлар водород хлоридни алюминий гидрооксидини бемитли модификациясига таъсири, хлорланган никельвольфрамли γ -алюминий оксидида хлор миқдори $\approx 5\%$ гача бўлганида, циклогексаннинг изомеризацияланиши реакциясидаги каталитик фаоллиги ошишини кўрсатди. Бу эса бундан юқори хлор миқдори бўлганида углеводородларнинг изомеризациялаш реакцияларида каталитик фаол бўлмаган $AlCl_3$ фазалари ҳосил бўлиши билан англатади. γ -алюминий оксидини унинг таркибига хлор киритилиши билан изомеризациялаш хоссаларини ўзгаришига миқдорий баҳолашни циклогексаннинг изомеризациялаш реакцияси мисолида кўришимиз мумкин (2 расм).



2-расм. γ -алюминий оксидининг изомеризациялаш фаоллигига хлорнинг таъсири

Алюминий оксидини хлор киритилиши билан изомеризациялаш фаоллигини ошишини, унинг кислоталилигини ошиши билан бевосита боғлиқ. Коллоид-кимёвий таҳлил усуллари ёрдамида, кислотали марказларнинг изомеризациялаш хусусиятларини алюминий ионидаги кислородни кучлироқ электроманфий хлор ионлари алмашилиши ва бунинг оқибатида кислоталилик юзасини ортиши ҳисобига тезлашиши илмий исботланди.

Диссертациянинг «**АИ-80 автомобил бензинини коллоид-кимёвий модификациялаш орқали уни сифатини Евростандарт меъёрларигача етказиш**» деб номланган тўртинчи бобида АИ-80 бензини ва уни фракцияларининг физик-кимёвий хусусиятлари, шу билан биргаликда лаборатория қурилмасида олинган тажриба натижалари келтирилган.

Тадқиқот объекти сифатида маҳаллий нефтегазоконденсат хомашёси асосида Бухоро нефтни қайта ишлаш заводида ишлаб чиқарилган АИ-80 Tsh 39.3-203.2004 маркали автомобил бензини олинди.

Хомашё сифатида конденсат:нефть 70:30 нисбатида Кўкдумалоқ кони газоконденсати ва нефти аралашмаси олинган. Бугунги кунда нефть захираларидан оқилона фойдаланиш мақсадида газоконденсат миқдори 75-80% гача оширилди. Тадқиқот объектининг физик-кимёвий хоссалари 3 жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Тадқиқот объектининг физик-кимёвий хоссалари

№	Хоссалар	Кўрсаткичлар
1.	Ранги	Рангли –жигарранг, тоза, шаффоф
2.	Детонацион барқарорлиги:	
	Тадқиқот усулидаги октан сони	80
	Мотор усулидаги октан сони	76
3.	20°Сдаги зичлиги, $г/см^3$	0,772
4.	Нур синдириш кўрсаткичи, n_D^{20}	1,4632
5.	Мис пластинкасида синаш	чидамли
6.	Сув миқдори	йўқ

7.	Механик аралашмалар миқдори	йўқ
8.	Фракцион таркиб: Қайнаш ҳароратининг бошланиши, °C	37
	ҳайдаш чегаралари, °C: 10%	50
	50%	104
	90%	150
	Қайнаш охири, °C	180
	Колбадаги қолдиқ, %	1,5
	Йўқотилиш, %	3,0
9.	Олтингугуртнинг масса улуши, %	0,02
10.	Сувда эрувчи кислота ва ишқорлар миқдори	йўқ
11.	Кислоталилик, 100 $см^3$ бензинда КОН мг	3,0
12.	Оғир смоласимон углеводородлар миқдори, 100 $см^3/мг$	45-55
13.	Углеводород таркиби, % масс.: ароматик углеводородлар	48,78
	n-парафин углеводородлар	14,23
	изо-парафин + нафтенон углеводородлар	36,99

Юқоридаги кўрсаткичлардан кўриниб турибдики, бензин рангли-жигарранг, шаффоф, октан сони тадқиқот усулида 80, мотор усулида 76, зичлиги $0,772 г/см^3$, нур синдириш кўрсаткичи 1,4632, мисли пластинкадаги синовга чидамли, сув ва механик аралашмалари йўқ. Фракцион таркиби бўйича 50%и 104°C, 90%и 150°C ҳайдалади, сўнгги қайнаш ҳарорати 180°C.

Аммо, нефтегазоконденсат хомашёси таркибида нефт захирасининг камайиши сабабли газоконденсат миқдорининг 75-80% гача оширилиши, бензин таркибида ароматик углеводородлар миқдори 48,78% гача, хусусан бензол миқдори эса 8,46% гача ошишига олиб келди.

Ушбу кўрсаткичлардан келиб чиққан ҳолда, АИ-80 бензинини сифатини яхшилаш, унинг асосида Европа спецификациялари Евро-4 ва Евро-5 талабларига жавоб берувчи бензин олиш жараёнларини ишлаб чиқиш зарурияти намоён бўлди.

Тадқиқот объекти таркибида ароматик углеводородлар ва бензол миқдорини камайтириш мақсадида АИ-80 бензин таркибидан фракцион ҳайдаш йўли билан бензолсақлаган фракцияларни ажратиб олдик. Гарчи бензолнинг қайнаш ҳарорати 80,1°C бўлсада, молекулаларнинг тортилишини инобатга олган ҳолда ҳайдаш 120°C гача олиб борилди.

Бензиннинг енгил қайновчи фракциясини индивидуал таркибини тадқиқ қилиш ва ҳар бир ажратиб олинган фракция таркибида бензолнинг миқдорий улуши газ-суюқлик хроматографияси усули ёрдамида аниқланди. Олинган натижалар 4 жадвалда акс эттирилган.

АИ-80 бензинини фракциялар бўйича ҳайдашнинг моддий баланси ва бензол миқдори

Фракция	Миқдор, мл	Бензол миқдори %, об.
Бензин	100	8,46
80°С гача	29,5	17,2
80°С дан 90°С гача	9	15,9
90°С дан 100°С гача	12,5	11,8
100°С дан 110°С гача	1,5	8,7
110°С дан 120°С гача	7,5	5,1
Колбадаги қолдиқ	40	0,09

Юқоридаги кўрсаткичлардан кўриниб турибдики, бензол 120°С дан юқори ҳароратда деярли учрамайди, шу билан бирга ушбу бензин фракцияси бир қисм толуолни ўзида сақлайди.

АИ-80 бензини ва унинг фракцияларининг физик-кимёвий хоссалари

Намуна номи	Ҳажми, мл	Нур синдириш кўрсаткичи	Зичлиги, г/см ³	Углеводородлар миқдори, % масс.			Бензол миқдори, % об.
				ароматик	n-парафин	изо-парафин + нафтен	
Бензин АИ-80	100	1,4632	0,770	48,78	9,90	41,33	8,46
б.қ.х. – 120°С фракция	62,7	1,4550	0,741	42,85	11,90	45,25	13,55
120°С дан юқори фракция	37,3	1,4750	0,799	55,26	7,89	36,85	0,09

Ишнинг мақсади бензин таркибида нафақат бензол миқдорини камайтириш (1% гача), балки ароматик углеводородларнинг умимий миқдорини камайтириш (35% гача) бўлгани сабабли, гидроизомеризациялаш жараёни учун хомашё сифатида бензининг б.қ.х.-120°С фракциясини танлаб олдик. АИ-80 бензинини фракцион ҳайдаш тадқиқотлари натижалари ва бензин фракцияларининг айрим физик-кимёвий хоссалари 5 жадвалда келтирилган.

Тадқиқотларнинг дастлабки босқичида ЎзР ФА УНКИ «Нефт кимёси» лабораториясида синтез қилинган никел асосли катализаторларда гидроизомеризация жараёни ўтказилди ва натижалар таҳлил қилинди.

Тадқиқотларда никель оксиди миқдори бўйича бир-биридан фарқ қилувчи уч хил катализатор намуналари қўлланилди. Таҷриба натижалари 6 жадвалда келтирилган.

**Хомашё ва алюминикель катализаторлари ёрдамида олинган маҳсулотларнинг
углеводород гуруҳ таркиби**

Углеводородлар	Хомашё таркиби, % масс.	Турли ҳароратларда олинган маҳсулотлар таркиби, % масс.					
		160°C	180°C	200°C	220°C	240°C	260°C
Катализатор AlNi – 4%							
Ароматик углеводородлар	42,85	41,45	41,75	41,74	40,05	39,20	38,80
<i>n</i> -парафин углеводородлар	11,90	11,85	11,76	11,60	11,75	11,15	11,35
<i>изо</i> -парафин ва нафтен углеводородлар	45,25	46,7	46,49	46,66	48,2	49,65	49,85
Катализат чиқиши, %	100	100	99,5	98,5	97,5	96,8	95
Катализатор AlNi – 8%							
Ароматик углеводородлар	42,85	41,52	41,60	41,77	40,9	39,58	37,25
<i>n</i> -парафин углеводородлар	11,90	11,80	11,79	11,36	11,85	11	11,45
<i>изо</i> -парафин ва нафтен углеводородлар	45,25	47	46,61	46,87	47,25	49,42	51,3
Катализат чиқиши, %	100	99,9	99,2	97,5	97,4	96,2	95
Катализатор AlNi – 12%							
Ароматик углеводородлар	42,85	40,65	40,61	40,61	39,74	38,27	36,83
<i>n</i> -парафин углеводородлар	11,90	11,65	11,79	11,45	11,95	11,02	11,55
<i>изо</i> -парафин ва нафтен углеводородлар	45,25	47,7	47,6	47,94	48,31	50,71	51,62
Катализат чиқиши, %	100	99,9	99	98,5	97,6	96,4	95,2

Юқоридаги жадвалдан кўриниб турибдики, тадқиқ қилинган катализаторлар 160-200°C ҳарорат оралиғида жараёни саноат миқёсида жорий этиш даражасида фаоллик намоён этмаган сабабли, 200-260°C ҳароратлар оралиғида қўшимча тажрибалар ўтказилди.

Шундай қилиб, никелли катализаторлар ўзининг юқори ишчи ҳароратига эгаллиги ва паст кислоталилик хоссалари туфайли, саноат қурилмаларида қўллаш даражасида юқори самандорликка эга эмаслиги аниқланди.

Юқорида натижалардан келиб чиққан ҳолда, тадқиқотларнинг кейинги босқичларида АИ-80 бензинининг бензолсақлаган фракциясини гидроизомеризациялаш жараёни учун хлорланган оксид алюминий ташувчили, ўзида асосан никель ва вольфрам металлари сақлаган никелвольфрамли катализаторлар қўлланилди. Кўплаб изомеризация жараёнлари учун асосан юқори кислоталилик намоён этувчи ташувчилар ишлатилади. Бунинг учун ташувчини тайёрлаш вақтида унга турли цеолитлар қўшилади ёки 3 бобда келтирилганидек, ташувчига бирор галогенлар (Cl ёки F) билан ишлов берилади. Биз ташувчига (γ -алюминий оксиди) HCl билан ишлов бердик.

Катализаторнинг гидрирлаш-дегидрирлаш хоссалари селективлиги ошириш учун никель ва вольфрам, шунингдек бошқа катализатор намуналарида Cu, Cr, Mo металлари қўлланилди. Бензиннинг бензолсақлаган фракциясини, олинган катализаторлар билан гидроизомеризациялаш жараёни ўтказилди ва ушбу катализаторларнинг гидроизомеризация жараёнларидаги фаоллиги ва селективлиги баҳоланди.

Тажриба натижалари синтез қилинган катализаторларнинг гидроизомеризация жараёнида турлича фаоллик ва селективликни намоён этганини кўрсатди.

Катализаторнинг ишлаш самарадорлигини баҳолашда, ароматик ва *n*-парафин углеводородларнинг гидроизомеризация жараёни маҳсулоти таркибида камайиш даражаси, маҳсулотнинг чиқиши ва жараён шароитлари (ҳарорат ва босим) асосий кўрсаткичлар бўлиб ҳисобланади.

Гидроизомеризация жараёнидаги катализаторларнинг энг яхши намуналари 7 жадвалда келтирилган.

7-жадвал

Гидроизомеризация жараёнидаги катализаторлар ишлашининг таққослагандаги кўрсаткичлари

Катализатор	Жараён ҳарорати, °C	Жараён босими, МПа	Ароматик углеводородлар миқдори, % масс.	<i>n</i> -парафин углеводородлар миқдори, % масс.	<i>изо</i> -парафин ва нафтен углеводородлар миқдори, % масс.	Маҳсулотнинг чиқиши, %
AlNiWCu-Cl	200	5	16,5	0,8	82,7	99
AlNiWCr-Cl	260	5	30,23	8,44	61,33	81
AlNiW-Cl	200	5	18	1,2	80,8	99
AlNiWMo-Cl	200	5	21,45	3,45	77,23	93,4
AlNiMo-Cl	260	5	24,1	6,5	69,4	84,1

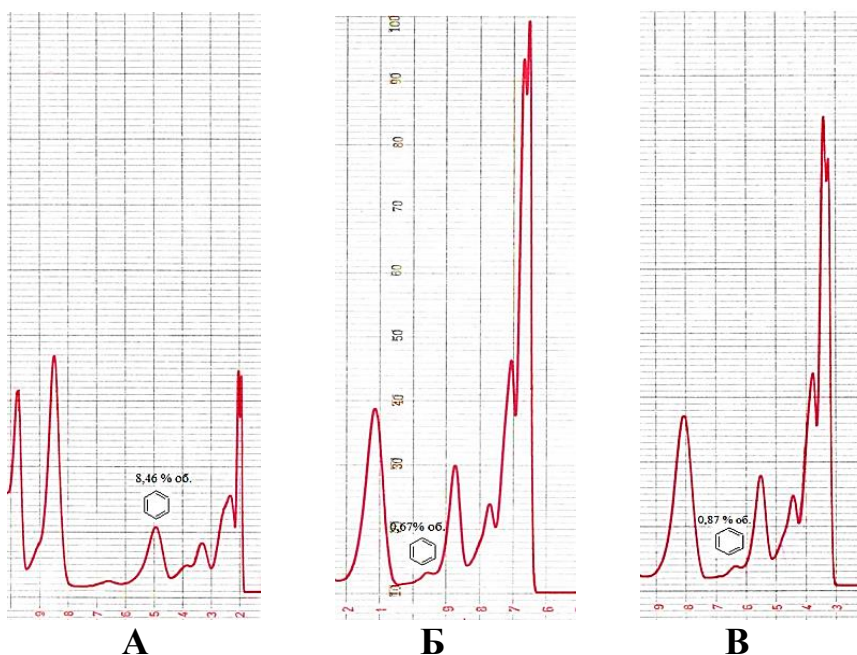
Шундай қилиб, Евро-4 ва Евро-5 талабларига жавоб берувчи бензин олиш имконини берувчи хлорланган γ -алюминий оксид асосли AlNiWCu-Cl ва AlNiW-Cl гидроизомеризация катализаторлари ишлаб чиқилди.

Ўтказилган тадқиқотлар асосида бензиннинг б.қ.х.-120°C фракциясини гидроизомеризациялаш жараёнида қўлланган катализаторлар учун қуйидаги муқобил шароитларни кўрсатишимиз мумкин: AlNiWCu-Cl – ҳарорат 200°C, босим 5МПа; AlNiW-Cl – ҳарорат 200°C, босим 5МПа.

Тадқиқотнинг кейинги босқичида гидроизомеризация маҳсулоти ва оғир бензин фракцияси катализати 62,7% ва оғир бензин фракцияси 37,3% нисбатида компаундланди. Шундан кейин, олинган янги модификацияланган бензинларнинг углеводород гуруҳлари ва физик-кимёвий хоссалари аниқланди.

Евро-4 ва Евро-5 талабларига мувофиқ бензин таркибида ароматик углеводородлар миқдори 35% масс. дан ошмаслиги лозим.

Модификацияланган бензинларнинг углеводород гуруҳи таркиби адсорбцион – криоскопик усулда аниқланди ва натижалар 8 жадвалда акс эттирилган.



3-расм. А – бензин АИ-80; Б – бензин (AlNiWCu-Cl да қайта ишланган); В – бензин (AlNiW-Cl да қайта ишланган)

Евростандарт талабларига мувофиқ бензин таркибида бензол миқдори 1% об. дан ошмаслиги лозим. Тадқиқот объекти ва олинган янги модификацияланган бензинлар таркибидаги бензол миқдорини газ-суюқлик хроматографияси ёрдамида аниқладик. Тадқиқот объекти (АИ-80 бензин) ва янги олинган бензинлар газ-суюқлик хроматографида олинган хроматограммалари 3 расмда келтирилган. Ушбу хроматограммалардан АИ-80 бензини таркибида бензол миқдори 8,46% об.ни, AlNiWCu-Cl катализатори ёрдамида олинган бензинда 0,67% об. ва AlNiW-Cl катализатори иштирокида олинган бензинда эса 0,87% об.ни ташкил этганини кўришимиз мумкин.

Модификацияланган бензинларнинг углеводород таркиби

Бензин намуналари	Ароматик углеводородлар микдори, % масс.	н-парафин углеводородлар микдори, % масс.	изо-парафин ва нафтен углеводородлар микдори, % масс.
Бензин (AlNiWCu-Cl да қайта ишланган)	32,43	2,78	64,79
Бензин (AlNiW-Cl да қайта ишланган)	33,33	3,89	62,78
Бензин (AlNiWMo-Cl да қайта ишланган)	39,5	5,1	55,4

Келтирилган кўрсаткичлардан кўриниб турибдики, 1-чи ва 2-чи бензин намуналари ароматик углеводородлар микдори бўйича Евро-5 талабларига тўлиқ жавоб беради.

Олинган янги модификацияланган бензинларнинг физик-кимёвий хоссалари 9 ва 10 жадвалларда келтирилган.

AlNiW-Cl катализатори катализатини қўшиш билан модификацияланган бензиннинг физик-кимёвий хоссалари

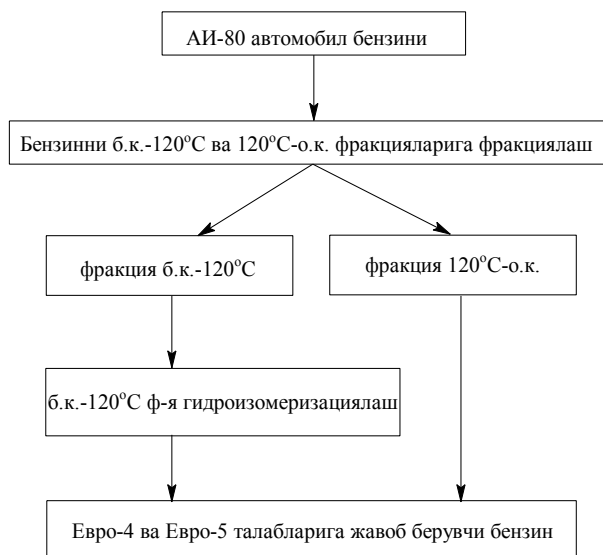
№	Хоссалари	Кўрсаткичлари
1.	Ранги	Рангли –жигарранг, тоза, шаффоф
2.	Тадқиқот усулида октан сони	
3.	20°C даги зичлиги, г/см ³	0,767
4.	Нур синдириш кўрсаткичи, n_D^{20}	1,4490
5.	Мис пластинкасида синаш	чидамли
6.	Сув микдори	Йўқ
7.	Механик заррачалар микдори	Йўқ
8.	Оғир смоласимон углеводородлар, 100 см ³ /мг	3-5
9.	Углеводород таркиби, % масс.: ароматик углеводородлар	33,33
	н-парафин углеводородлар	3,89
	изо-парафин + нафтен углеводородлар	62,78
10.	Бензол микдори, % об.	0,87

AlNiWCu-Cl катализатори катализатини қўшиш билан модификацияланган бензиннинг физик-кимёвий хоссалари

№	Хоссалари	Кўрсаткичлари
1.	Ранги	Рангли –жигарранг, тоза, шаффоф
2.	Тадқиқот усулида октан сони	
3.	20°C даги зичлиги, г/см ³	0,762
4.	Нур синдириш кўрсаткичи, n_D^{20}	1,4465

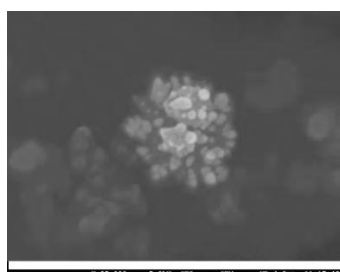
5.	Мис пластинкасида синаш	чидамли
6.	Сув миқдори	йўқ
7.	Механик заррачалар миқдори	йўқ
8.	Оғир смоласимон углеводородлар, 100 см ³ /мг	3-5
9.	Углеводород таркиби, % масс.: ароматик углеводородлар	32,43
	<i>n</i> -парафин углеводородлар	2,78
	<i>изо</i> -парафин + нафтен углеводородлар	64,79
10.	Бензол миқдори, % об.	0,67

Ўтказилган тажриба натижалари асосида маҳаллий АИ-80 бензинининг экологик ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш ҳамда уни сифатини Евро-4 ва Евро-5 меъёрларигача етказишнинг принципиал схемаси тузилди (4-расм).

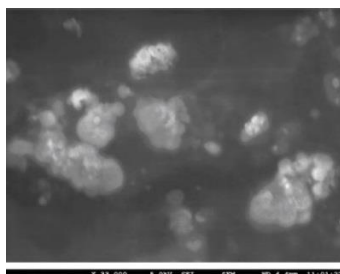


4-расм. Евро-4 ва Евро-5 стандартларига жавоб берувчи бензин олишнинг принципиал схемаси

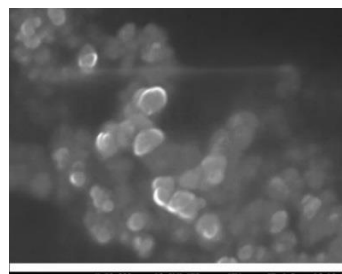
Маҳаллий бензин ва олинган янги бензин композицияларини эксплуатацион хоссаларини баҳолаш мақсадида, уларни турли паст ҳароратларда (-10, -20, -30°C) электрон микроскопда кузатдик.



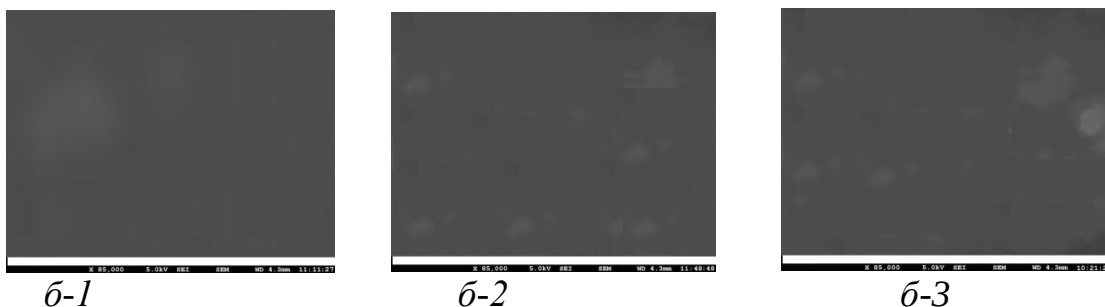
a-1



a-2



a-3



Расм. 5. Маҳаллий АИ-80 бензини ва унинг модификацияланган намунаси сурати:
а-1: АИ-80 бензини -10°C да; а-2: АИ-80 бензини -20°C да; а-3: АИ-80 бензини -30°C да; б-1: модификацияланган бензин -10°C да; б-2: модификацияланган бензин -20°C да; б-3: модификацияланган бензин -30°C да.

Юқорида келтирилган суратлардан кўриниб турибдики, маҳаллий паст октанли бензинда паст ҳароратларда кристаллар ҳосил бўлмоқда, янги модификацияланган бензин намунасида эса кристаллар ҳосил бўлиши деярли кузатилмади. Бензинда кристаллар ҳосил бўлиши унинг таркибидаги *n*-парафин ва оғир смоласимон углеводородлар борлиги билан тушунтирилади ва бу ҳолатда бензин гомоген ҳолатидан микрогетероген ҳолатига ўтади ва унинг физик-кимёвий хоссалари ҳам ўзгаради. Модификациялаб олинган бензин намунасида кристаллар ҳосил бўлиши кузатилмади, бензин ўзининг гомоген тузулишини сақлаб қолди.

Шундай қилиб, махсус тажриба қуримасида лаборатория шароитида AlNiW-Cu-Cl ва AlNiW-Cl катализаторларини қўллаб, АИ-80 автомобил бензинининг таркибидаги ароматик углеводородларни 35% масс. гача ва бензолни 1% об.гача етказиб, унинг асосида Евро-4 ва Евро-5 талабларига жавоб берувчи бензин олишнинг коллоид-кимёвий модификациялаш усули ишлаб чиқилди.

ХУЛОСА

1. Тадқиқот объекти сифатида экологик ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш ва уни сифатини Европа спецификацияларининг Евро-4 ва Евро-5 меъёрларигача етказиш мақсадида маҳаллий нефтгазоконденсат хомашёсидан олинган паст октанли саноат бензини танлаб олинди ва биринчи марта уни б.қ.х. -80°C , $80-90^{\circ}\text{C}$, $90-100^{\circ}\text{C}$, $100-110^{\circ}\text{C}$, $110-120^{\circ}\text{C}$, 120°C -о.қ.х. фракцияларига фракциялаб, ҳар бир фракциядаги бензол миқдори аниқланди.

2. Ишлаб чиқилган маҳаллий АИ-80 бензинини хлорланган алюмоникелвольфрамли катализаторлар иштирокида каталитик гидро қайта ишлаш усули ёрдамида, биринчи бор рақобатбардош модификацияланган автомобил бензинини олиш имконияти яратилди.

3. Гидроизомеризация жараёнини муқобил шароитлари аниқланди ва бензин таркибида ароматик углеводородларни сезиларли даражада камайиши ҳисобига, бензин ёнишидан чиқадиган чиқинди газлар миқдори камайиши аниқланди. Хоссалари яхшилانган модификацияланган бензин таркибида бензол миқдори 8,46% дан 0,67% гача, ароматик углеводородлар миқдори эса

48,78% дан 32,43% гача камайгани газ-суюқлик хроматография усулида исботланди.

4. Бензиннинг бензолсақлаган фракциясини гидроизомеризациялаш жараёнида тадқиқ қилинган шароитда нафтен ҳалқали углеводородларнинг очилиш реакциялари бормаслиги аниқланди.

5. Гидроизомеризация жараёнида қўлланилаган хомашё бир хил компонентдан таркиб топмаганини ва айрим углеводород гуруҳлари улушини унинг сифатига таъсирини инобатга олган ҳолда, ушбу жараённи турли фракцияларни қайта ишлашда ҳам қўллаш мумкинлиги аниқланди.

6. Экологик ва эксплуатацион хоссалари яхшиланган модификацияланган бензин олиш учун гидроизомеризация катализати ва оғир бензин фракциясини компаундлашнинг муқобил нисбатлари топилди.

7. Паст октанли бензинни модификациялашгача ҳамда уни модификациялашдан кейинги олиб борилган коллоид-кимёвий, экологик ва эксплуатацион комплекс тадқиқотлар натижалари, ушбу усулни нефтегазоконденсат хомашёсини қайта ишлашда тадбиқ этиш истиқболларини кўрсатди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

МАХМУДОВ МУХТОР ЖАМОЛОВИЧ

**КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ
НИЗКООКТАНОВОГО БЕНЗИНА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЕГО
ЭКОЛОГО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

02.00.11 – Коллоидная и мембранная химия

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО
ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент– 2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2018.1.PhD/K101.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

Аврореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (реюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.ionx.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Нарметова Гульнора Розиккуловна
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Ахмедов Улуғ Каримович
доктор химических наук, профессор

Игамкулова Наргиса Абдувалиевна
кандидат химических наук, доцент

Ведущая организация:

**Национальный Университет Республики
Узбекистан имени М. Улугбека**

Защита диссертации состоится «16» мая 2018 года в «10⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc27.06.2017.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан по адресу: 1000170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60, Факс: (99871) 262-76-57. e-mail: ionxanruz@mail.ru).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за №13, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а.) Тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-79-90.

Аврореферат диссертации разослан «03» мая 2018 года.
(реестр протокола рассылки №13 от «03» мая 2018 года.)

Б.С. Закиров

Председатель научного
совета по присуждению
ученой степени, д.х.н.

Д.С. Салиханова

Ученый секретарь научного
совета по присуждению
ученой степени, д.т.н.

С.Т. Тухтаев

Председатель Научного семинара
при научном совете
по присуждению ученой степени,
д.х.н., проф., академик

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире из года в год спрос на автомобильный бензин растет из-за увеличения количества автомобильных транспортных средств. В результате увеличение спроса на моторное топливо приведет к увеличению вредных выбросов в атмосферу. Многие развитые страны Америки, Европы и других под защитой экологии ужесточают требования к топливам.

В мире по производству экологически чистых автомобильных бензинов, который сохраняет свою химическую и дисперсионную стабильность в различных эксплуатационных условиях, необходимо обосновать ряд решений в этой области, в частности определение влияния химического состава и коллоидно-химических свойств отечественных автомобильных бензинов на их экологические и эксплуатационные свойства; определение коллоидно-химических свойств получения диспергирующих модификаторов улучшающих качество бензина на основе легких бензиновых фракций, а также получение компаундированием их с фракцией тяжелого топлива новых бензиновых композиции; разработка оптимальных условий процесса получения бензина, отвечающих современным экологическим требованиям на основе местного низкооктанового бензина.

На сегодняшний день в республике по разработке новых видов топлив в нефтегазовой промышленности достигнуты теоретические и практические результаты. В этом направлении на основе проведенных работ по разработке нефтепродуктов и применение нетрадиционных способов для интенсификации процессов переработки достигнуты важные результаты. В третьем направлении Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан намечены важные задачи «дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленные на опережающее развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов»². В этом аспекте, в частности, важную роль играет научное исследование, направленное на производство бензина, отвечающего современным экологическим требованиям, на основе местного низкооктанового бензина.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и Постановлением Президента Республики Узбекистан от 23 августа 2017 года ПП-3236 «О программе развития химической промышленности на 2017-2021», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

² Указ Президента Республики Узбекистан «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Научными исследованиями по разработке технологий улучшения физико-химических, экологических и эксплуатационных свойств автомобильного бензина, уменьшению в его составе содержания ароматических углеводородов, в частности бензола, занимались за рубежом Jones E.M., Smith L.A., Емельянов В.Е., Ахметов А.Ф., Бяков А.Г., Петров И.Я., Абдульминев К.Г., Казаков М.О., Капизова Н.Б., Соловьев А.С., Герасимов Д.Н., Калдыгозов А.Е., Полетаева О.Ю., а также отечественные ученые Сайдахмедов Ш.М., Хамидов Б.Н., Юнусов М.П., Нарметова Г.Р. и др.

Однако, этими авторами не уделялось внимание бензинам как коллоидно-дисперсным системам. Хотя, оптимальное компаундирование дистиллятных фракций с учетом коллоидно-химических свойств смешиваемых компонентов улучшит состояние нефтепродуктов и позволит получить топливо, отвечающее техническим требованиям по экологическим и структурным свойствам. Важным резервом повышения эффективности нефтеперерабатывающей промышленности является совершенствование технологии переработки сырья и улучшения качества нефтепродуктов.

Проведенные исследования как в теоретическом, так и в прикладном планах показало, что для получения высококачественного автомобильного бензина на основе местного сырья, отвечающего Европейским стандартам, является практичным, экологически и экономически целесообразным.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии по темам: ФА-Т024 «Улучшения качества и увеличения ресурса моторных топлив с добавлением побочных продуктов различных производств» (2016-2017 гг.).

Целью исследования является коллоидно-химическая модификация низкооктанового бензина для улучшения его эколого-эксплуатационных характеристик.

Задачи исследования:

фракционирование бензина и определение для каждой фракции количества бензола и группового углеводородного состава;

изучение каталитических свойств металлов и получение катализаторов для каталитической гидрообработки бензолсодержащей фракции бензина;

проведение процессов каталитической гидрообработки (гидроизомеризации) бензолсодержащей фракции бензина в лабораторных условиях и в укрупненном масштабе с доведением его до норм Евро-4 и Евро-5;

разработка способа оптимального компаундирования катализаторов гидрообработки и тяжелой бензиновой фракции с целью коллоидно-химической модификации бензина для улучшения эколого-эксплуатационных и углеводородно-структурных свойств, а также увеличения его ресурса;

определение индивидуального состава ароматических и *n*-парафиновых углеводородов бензина методом ГЖХ с составлением зависимостей их термодинамических параметров сорбции от числа углеродных атомов в молекуле, температур кипения и соответствующих номограмм для их идентификации;

выявление влияния качественного и количественного состава ароматических углеводородов и *n*-парафинов на эколого-эксплуатационные характеристики автомобильного бензина;

проведение лабораторных и опытно-промышленных испытаний разработанного метода коллоидно-химической модификации и оценка социальной, а также экологической эффективности.

Объекты исследования: бензин АИ-80, катализаторы AlNi-4%, AlNi-8%, AlNi-12%, AlNiW-Cl, AlNiWCr-Cl, AlNiWCu-Cl, AlNiWMo-Cl, AlNiMo-Cl, а также эталоны гомологических рядов ароматических и *n*-парафиновых углеводородов.

Предметом исследования является коллоидно-химическая модификация, идентификация, физико-химические свойства, эколого-эксплуатационные характеристики, сорбция, гидрогенизация, каталитическая активность катализатора, компаундирование.

Методы исследования. Физико-химический, электронномикроскопический, коллоидно-химический, газожидкостная хроматография.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

определена зависимости детонационной стабильности автомобильного бензина от его дисперсионной структуры и химического состава в различных эксплуатационных условиях;

доказана зависимость физико-химических и дисперсионных свойств автомобильных бензинов при низких температурах от степени изменения количества тяжелых смолистых и *n*-парафиновых углеводородов;

созданы методы получения диспергирующих модификаторов для улучшения эколого-эксплуатационных характеристик бензина, на основе легкой бензиновой фракции путем его гидроизомеризации;

установлена в исследованных условиях не протекают реакции раскрытия нафтеновых колец углеводородов в процессе гидроизомеризации;

разработан комбинированный способ и оптимальные технологические режимы получения экологически высокооктанового бензина путем компаундирования полученных модификаторов и тяжелых бензиновых фракций.

Практические результаты исследования:

на основе изучения коллоидно-химических показателей носителя оксида алюминия определен оптимальный катализатор на основе никеля, вольфрама и меди для эффективной гидроизомеризации промышленных бензолсодержащих бензиновых фракций. На базе данного катализатора предложен и экспериментально обоснован новый способ переработки прямогонных бензиновых фракций по последовательной схеме риформинг – фракционирование – гидроизомеризация – компаундирование для получения высокооктановых компонентов экологически чистых бензиновых топлив.

на основе местного автомобильного бензина АИ-80 получен продукт с более высоким О.Ч. 84,9, который был испытан с положительным эффектом и отвечал требованиям Европейских спецификаций по экологическим и эксплуатационным характеристикам.

Достоверность результатов исследования. Результаты коллоидно-химических и физико-химических анализов подтверждены опытно-лабораторными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что оно заложило основу для получения модифицированного высококачественного автомобильного бензина. Большое научное значение имеет качественная и количественная идентификация состава бензолсодержащих фракций бензина (н.к.-80°C, 80-90°C, 90-100°C, 100-110°C, 110-120°C и 120°C-к.к.) и создание оптимальных катализаторов для каталитической гидрообработки бензолсодержащей фракции бензина (н.к.-120°C).

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что с помощью оптимальных условий коллоидно-химической модификации местного низкооктанового бензина разработан комбинированный способ в производстве высокооктанового моторного топлива с улучшенными эколого-эксплуатационными характеристиками. Это позволяет производить бензин, отвечающий современным экологическим требованиям на базе существующих установок республики.

Внедрение результатов исследования: На основе полученных результатов исследования по модификации низкооктанового бензина для улучшения его эколого-эксплуатационных характеристик:

модификация низкооктанового бензина для улучшения его эколого-эксплуатационных характеристик входит в перечень перспективных разработок в ООО «Бухарском нефтеперерабатывающем заводе» (справки АО «Узбекнефтегаз» от 12.04.2018 года и АО «Узнефтепродукт» от 19.04.2018 года) на 2019-2020гг. Результаты внедрения дают возможность получить на основе местного сырья высокооктанового бензина, отвечающего современным экологическим требованиям;

процесс гидроизомеризации бензолсодержащей фракции низкооктанового бензина для уменьшения в его составе бензола и

n-парафиновых углеводородов, входит в перечень перспективных разработок в ООО «Ферганском нефтеперерабатывающем заводе» (справки АО «Узбекнефтегаз» от 12.04.2018 года и АО «Узнефтепродукт» от 19.04.2018 года) на 2019-2020гг. В результате можно производить бензин, отвечающих требованиям Евро-4, Евро-5 по количеству бензола и *n*-парафиновых углеводородов;

на основе компаундирования модификаторов полученных из бензолсодержащей фракции бензина и тяжелой бензиновой фракции получение новых высокооктановых бензиновых композиций входит в перечень перспективных разработок на ООО «Бухарском нефтеперерабатывающем заводе» и ООО «Ферганском нефтеперерабатывающем заводе» (справки АО «Узбекнефтегаз» от 12.04.2018 года и АО «Узнефтепродукт» от 19.04.2018 года) на 2019-2020гг. Данное внедрение даст возможность снижать содержание бензола с 8,46% до 0,67% об., а содержание ароматических углеводородов с 48,78% до 32,43% масс, в модифицированном бензине с улучшенными свойствами.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследования доложены и обсуждены на 5 Международных и 8 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме и материалам диссертации опубликованы всего 25 научных работ. Из них 12 научных статей, в том числе 8 в республиканских и 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем основного текстового материала составляет 110 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам, структуре и объему диссертации.

В первой главе диссертации «Коллоидно-химическая модификация низкооктанового бензина» приводятся характеристики *n*-парафиновых, нафтеновых, *изо*-парафиновых, ароматических углеводородов как нефтяных дисперсных системах (НДС), встречающихся в бензиновых фракциях и приведены характеристики токсичности автомобильных выбросов в атмосферу и показано, что наибольшую опасность представляют ароматические углеводороды, в особенности бензол и продукты их сгорания.

Представлен обзор существующих и перспективных требований к автомобильным бензинам с улучшенными экологическими свойствами. Как показывает их анализ, основные усилия по улучшению экологических характеристик бензинов направлены в настоящее время на снижение содержания в них как суммы ароматических углеводородов, так и в частности, бензола (табл. 1).

Таблица 1

Современные требования к качеству бензинов

Показатели	Требования			
	Евро-2	Евро-3	Евро-4	Евро-5
Содержание бензола, %	5,0	1,0	1,0	1,0
Содержание серы, %	0,05	0,015	0,005	0,001
Содержание ароматических углеводородов, %	—	42	35	35
Содержание олефиновых углеводородов, %	—	18	14	14
Содержание кислорода, %	—	2,3	2,7	2,7
Фракционный состав, %:				
до 100°C перегоняется, не менее	—	46	46	46
до 150°C перегоняется, не менее	—	75	75	75
Давление насыщенных паров, кПа, не более	—	лето 70 зима 90	лето 70 зима 90	лето 70 зима 90

Далее представлены основные способы снижения содержания бензола в составе бензинов и катализаторов риформинга. Показано, что в случае экстракции бензол приводит к снижению октанового числа бензина и существенному увеличению затрат на переработку. Алкилирование бензола, хотя и приводит к увеличению общего выхода бензина, требует дополнительного вовлечения в переработку олефинсодержащих газов, являющихся ценным сырьем алкилирования, производства МТБЭ (метил-трет-бутиловый эфир) и химической технологии.

Приведено обоснование снижения содержания ароматических углеводородов, в частности, бензола в составе бензина методом коллоидно-химической модификации бензина.

Анализ литературных данных позволил сформулировать цель и задачи исследования. Во второй главе диссертации «Экспериментальные исследования и методики анализов сырья и получаемых продуктов» представлены описания лабораторной установки и видов катализаторов, использованных в работе.

В диссертации использован комплекс современных и классических методов исследования, позволяющих определить коллоидно-химические характеристики, групповой и индивидуальный состав бензина и его фракций, каталитическую активность и селективность в процессе гидроизомеризации использованных в работе катализаторов в различных условиях, а также методы исследования нефтепродуктов согласно ГОСТам.

Приводится схема пилотной установки для проведения исследований каталитический гидрообработки бензолсодержащей фракции бензина (рис. 1).

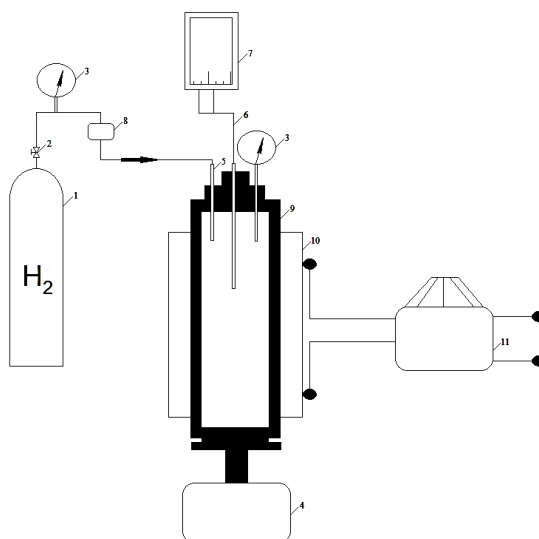


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для гидроизомеризации

1 – баллон с водородом; 2 – игольчатый клапан; 3 – манометр; 4 – вращающий мотор; 5 – трубка для подачи сырья и газа; 6 – термопара; 7 – милливольтметр; 8 – редуктор; 9 – автоклав; 10 – электрический печь; 11 – трансформатор.

Приводятся методики синтеза катализаторов и определение их прочности. Эксперименты проводились на AlNi-4%, AlNi-8%, AlNi-12%, AlNiW-Cl, AlNiWCr-Cl, AlNiWCu-Cl, AlNiWMo-Cl, AlNiMo-Cl катализаторах, синтезированных в лаборатории Химии нефти ИОНХ АН РУз. Состав полученных катализаторов приведен в табл. 2.

Таблица 2

Состав полученных катализаторов

Наименование образца катализатора	Содержание NiO, % масс	Содержание WO ₃ , % масс	Содержание MO ₃ , % масс	Содержание CrO ₃ , % масс	Содержание CuO, % масс	Содержание хлорированного- Al ₂ O ₃ , % масс
Алюмоникелевый-4 (AlNi – 4) катализатор	4,0	—	—	—	—	96
Алюмоникелевый-8 (AlNi – 8) катализатор	8,0	—	—	—	—	92
Алюмоникелевый-12 (AlNi – 12) катализатор	12,0	—	—	—	—	88
Алюмоникельвольфрамовомедный (AlNiWCu-Cl) катализатор	4,0	3,5	—	—	0,8	91,7
Алюмоникельвольфрамовохромовый (AlNiWCr-Cl) катализатор	4,0	3,5	—	1,0	—	91,5
Алюмоникельвольфрамовый (AlNiW-Cl) катализатор	4,0	5,0	—	—	—	91
Алюмоникельвольфрамовомолебденный (AlNiWMo-Cl) катализатор	4,0	3,5	2,0	—	—	90,5
Алюмоникельмолебденный (AlNiMo-Cl) катализатор	4,0	—	5,0	—	—	91

В качестве сырья при проведении исследований использовалась бензолсодержащая фракция бензина н.к.-120°C.

Исследование качества сырья и продуктов реакции проводилось с использованием стандартных аналитических методов. Углеводородный групповой состав сырья и продуктов определялся адсорбционно-криоскопическим методом (разработка лаб. химии нефти ИОНХ АН РУз), а содержание бензола в этих образцах определяли методом газожидкостной хроматографии.

В третьей главе **«Исследование влияния коллоидно-химических факторов на процесс гидроизомеризации бензолсодержащей фракции бензина»** приведён механизм реакции процесса каталитический гидрообработки бензолсодержащей фракции бензина, а также для предварительной оценки результатов разработанного процесса были проведены термодинамические расчеты равновесного состава продуктовой смеси при каталитической гидрообработке (гидроизомеризации) бензолсодержащей фракции бензина н.к.-120°C.

Установлено влияние носителя катализатора (Al_2O_3) в реакции гидрирования и изомеризации. При разработке бифункционального катализатора, каким является катализатор изомеризации, должны быть решены вопросы выбора природы и количества металла, а также сформулированы требования к носителю. Носитель должен обладать сильными кислотными свойствами, обеспечивающими высокую скорость протекания реакции изомеризации в сочетании с максимально возможной избирательностью и гидрирующими свойствами, обеспечивающими стабильную работу катализатора в процессе его эксплуатации. Каталитическую активность оксида алюминия в реакциях кислотного типа можно усилить путем введения в его состав галогенов.

Наши исследования о взаимодействии хлороводорода с гидроксидом алюминия бемитной модификации указывают также на рост каталитической активности никельвольфрамиррованного хлорированного γ -оксида алюминия в реакции изомеризации циклогексана до массовой доли хлора $\approx 5\%$, из чего следует, что если при больших количествах хлора и образуется фаза AlCl_3 , то она не является каталитически активной в реакции изомеризации углеводородов. Количественная оценка усиления изомеризирующих свойств γ -оксида алюминия при введении в его состав хлора была показано на примере реакции изомеризации циклогексана (рис. 2.).

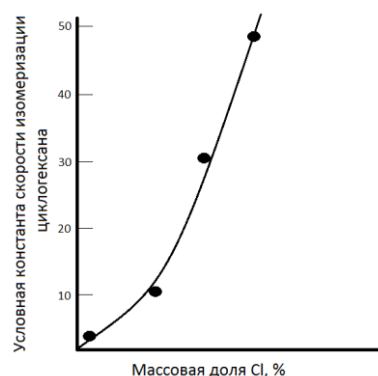


Рис. 2. Влияние хлора на изомеризующую активность γ -оксида алюминия

Увеличение изомеризующей активности оксида алюминия при введении хлора связано с повышением его кислотности. С помощью коллоидно-химических методов анализа установлено, что хлор усиливает изомеризующие свойства кислотных центров носителя за счет замены кислорода при ионе алюминия более электроотрицательным ионом хлора, что выражается в увеличении кислотности поверхности.

В четвертой главе диссертации «Коллоидно-химическая модификация низкооктанового бензина АИ-80 по доведению его до норм Евростандартов» приведена физико-химическая характеристика бензина АИ-80 и его фракции, а также результаты опытов на лабораторной установке.

В качестве объекта исследования был автомобильный бензин марки АИ-80 Tsh 39.3-203.2004, производимый из местного нефтегазоконденсатного сырья на Бухарском нефтеперерабатывающем заводе и соответствующий всем требованиям на продукцию сертификата Uz SMT 01.164.0678712 от 22.11.07.

Исходным сырьем была смесь газоконденсата и нефти месторождения Кокдумалак в соотношении газоконденсат:нефть 70:30. В настоящее время из-за стратегии рационального использования нефтяных запасов это соотношение изменилось в сторону увеличения количества газоконденсата до 75-80%.

Кокдумалакская нефть относится к нефтям средней плотности с содержанием воды и температурой застывания минус 20°C.

В табл. 3 дана физико-химическая характеристика объекта исследования.

Таблица 3

Физико-химическая характеристика объекта исследования

№	Показатели	АИ-80
1.	Цвет	Светло-желтый, чистый, прозрачный
2.	Детонационная стойкость:	
	О.Ч. по исследовательскому методу	80
	О.Ч. по моторному методу	76
3.	Плотность при 20°C, г/см ³	0,772

4.	Показатель преломления, n_D^{20}	1,4632
5.	Испытание на медной пластинке	выдерживает
6.	Содержание воды	отсутствие
7.	Содержание механических примесей	отсутствие
8.	Фракционный состав: температура начала перегонки, °С	37
	пределы перегонки, °С: 10%	50
	50%	104
	90%	150
	Конец кипения, °С	180
	Остаток в колбе, %	1,5
	Потери, %	3,0
9.	Массовая доля серы, в %	0,02
10.	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие
11.	Кислотность, мг КОН на 100 см ³ бензина	3,0
12.	Содержание фактических смол, мг/100 см ³	45-55
13.	Углеводородный состав, % масс.: ароматические углеводороды	48,78
	<i>n</i> -парафиновые углеводороды	14,23
	<i>изо</i> -парафиновые + нафтеновые	36,99

Как видно из представленных данных, бензин имеет светло-желтый цвет, он прозрачен, О.Ч. по исследовательскому методу 80, моторному 76, с плотностью 0,772 г/см³ и показателем преломления 1,4632, испытание на медной пластинке выдерживает, воды и механических примесей нет. По фракционному составу 50% перегоняется при 104°C, 90% перегоняется при 150°C, конец кипения 180°C.

Однако, при изменении состава нефтегазоконденсатного сырья в сторону увеличения газоконденсата до 75-80% из-за сокращения запасов нефти, суммарное содержание ароматических углеводородов доходило до 48,78% и, в частности, содержание бензола увеличилось до 8,46% масс.

В связи с этим, возникла необходимость разработки процессов облагораживания бензина АИ-80 с целью соответствия бензина Европейским спецификациям Евро-4 и Евро-5.

С целью уменьшения в составе объекта исследования содержания бензола и ароматических углеводородов нами из бензина АИ-80 путем фракционной перегонки отогнаны низкокипящие фракции, в которых высокое содержание бензола. Хотя температура кипения бензола 80,1°C, перегонка проводилась до 120°C, т.к. учитывалась его упругость паров.

Для исследования индивидуального состава низкокипящих фракций бензина с целью определения количественного содержания бензола в каждой

полученной фракции использовали метод газожидкостной хроматографии. Полученные результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Материальный баланс перегонки автобензина АИ-80 по фракциям и содержания бензола

Фракция	Количество, мл	Количество бензола%, об.
Исходный бензин	100	8,46
до 80°C	29,5	17,2
от 80°C до 90°C	9	15,9
от 90°C до 100°C	12,5	11,8
от 100°C до 110°C	1,5	8,7
от 110°C до 120°C	7,5	5,1
Остаток в колбе	40	0,09

Как видно из представленных данных, бензола после 120°C почти не остается, а также в этой фракции бензина есть часть толуола. Так как наша цель в составе бензина уменьшить не только количество бензола (до 1%), а также уменьшить содержание ароматических углеводородов (до 35%), поэтому мы для процесса гидроизомеризации как сырье использовали фракцию бензина н.к. – 120°C.

Результаты исследования фракционной перегонки бензина АИ-80 и некоторые физико-химические характеристики фракций бензина представлены в табл. 5.

Таблица 5

Физико-химическая характеристика бензина АИ-80 и его фракций

Наименование образцов	Объём, мл	Показатель преломления	Плотность, г/см ³	Содержание углеводородов, % масс.			Количество бензола, % об.
				ароматических углеводородов	н-парафиновых углеводородов	изо-парафиновых + нафтеновых углеводородов	
Бензин АИ-80	100	1,4632	0,770	48,78	9,90	41,33	8,46
Фракция н.к. – 120°C	62,7	1,4550	0,741	42,85	11,90	45,25	13,55
Фракция выше 120°C	37,3	1,4750	0,799	55,26	7,89	36,85	0,09

На начальном этапе исследований была проанализирована возможность проведения процесса гидроизомеризации на никельсодержащих катализаторах, полученных нами в лаборатории «Химии нефти» ИОНХ АН РУз.

Для исследований были использованы три образца катализатора, отличающихся содержанием оксида никеля. Результаты исследований представлены в табл. 6.

Таблица 6

Групповой углеводородный состав сырья и продуктов, полученных с использованием алюмоникелевых катализаторов

Углеводороды	Состав сырья, % масс.	Состав и выход продуктов, полученных при различных температурах, % масс.					
		160°C	180°C	200°C	220°C	240°C	260°C
Катализатор AlNi – 4%							
Ароматические углеводороды	42,85	41,45	41,75	41,74	40,05	39,20	38,80
<i>n</i> -парафиновые углеводороды	11,90	11,85	11,76	11,60	11,75	11,15	11,35
<i>изо</i> -парафиновые и нафтеновые углеводороды	45,25	46,7	46,49	46,66	48,2	49,65	49,85
Выход катализата	100	100	99,5	98,5	97,5	96,8	95
Катализатор AlNi – 8%							
Ароматические углеводороды	42,85	41,52	41,60	41,77	40,9	39,58	37,25
<i>n</i> -парафиновые углеводороды	11,90	11,80	11,79	11,36	11,85	11	11,45
<i>изо</i> -парафиновые и нафтеновые углеводороды	45,25	47	46,61	46,87	47,25	49,42	51,3
Выход катализата	100	99,9	99,2	97,5	97,4	96,2	95
Катализатор AlNi – 12%							
Ароматические углеводороды	42,85	40,65	40,61	40,61	39,74	38,27	36,83
<i>n</i> -парафиновые углеводороды	11,90	11,65	11,79	11,45	11,95	11,02	11,55
<i>изо</i> -парафиновые и нафтеновые углеводороды	45,25	47,7	47,6	47,94	48,31	50,71	51,62
Выход катализата	100	99,9	99	98,5	97,6	96,4	95,2

Как видно из табл. 6, исследованные катализаторы не проявили большой активности в области температур 160 – 200°C, представляющих интерес для промышленного внедрения процесса, поэтому дополнительно были проведены опыты при температурах 200 – 260°C.

Таким образом, исследованные никельсодержащие катализаторы не представляют интерес для использования на промышленных установках из-за высокой области рабочих температур и низких кислотных свойств.

Исходя из вышеизложенных результатов, на последующем этапе коллоидно-химических исследований была проведена гидроизомеризация бензолсодержащей фракции бензина АИ-80 на никельвольфрамсодержащих катализаторах, представляющих собой основной никель и вольфрам, нанесенный на хлорированный оксид алюминия. Для многих процессов изомеризации используют носители, обладающие высокой кислотностью. Для этого во время его приготовления добавляют разные цеолиты или

носитель, которые обрабатываются галогенами (Cl или F). Мы обрабатывали носитель (γ -оксид алюминия) HCl.

Для повышения селективности гидрирующе-дегидрирующих свойств катализатора использовали металлы никель и вольфрам, а в другие образцы катализаторов еще добавляли металлы Cu, Cr, Mo. Была проведена гидроизомеризация бензолсодержащей фракции бензина на полученных катализаторах и дана оценка активности и селективности этих катализаторов в процессе гидроизомеризации.

Результаты исследования показали, что синтезированные катализаторы в процессе гидроизомеризации обладают разной активностью и селективностью.

Для оценки эффективности работы катализатора такие показатели, как степень уменьшения количества ароматических и н-парафиновых углеводородов в составе продукта гидроизомеризации, а также выход продукта и условия процесса (температура и давление) считаются основными и определяющими.

Сравнение показателей работы лучших образцов катализаторов гидроизомеризации представлено в табл. 7.

Таблица 7

Сравнение показателей работы катализаторов в процессе гидроизомеризации

Катализатор	Температура процесса, °C	Давление процесса, МПа	Содержание ароматических углеводородов, % масс.	Содержание н-парафиновых углеводородов, % масс.	изо-парафиновые и нафтеновые углеводороды	Выход продукта, %
AlNiWCu-Cl	200	5	16,5	0,8	82,7	99
AlNiWCr-Cl	260	5	30,23	8,44	61,33	81
AlNiW-Cl	200	5	18	1,2	80,8	99
AlNiWMo-Cl	200	5	21,45	3,45	77,23	93,4
AlNiMo-Cl	260	5	24,1	6,5	69,4	84,1

Таким образом, были разработаны катализаторы гидроизомеризации на основе хлорированного γ -оксида алюминия AlNiWCu-Cl и AlNiW-Cl, которые позволяют получить бензин, соответствующий требованиям Евро-4 и Евро-5.

На основании проведенной работы для процесса гидроизомеризации фракции бензина н.к.-120°C с использованием катализаторов могут быть рекомендованы следующие условия: AlNiWCu-Cl – температура 200°C, давление 5,0 МПа; AlNiW-Cl – температура 200°C, давление 5 МПа.

На следующем этапе полученные продукты гидроизомеризации и тяжелые фракции бензина компаундировали при соотношении: катализат 62,7%, тяжелой фракции бензина 37,3%. После этого определяли физико-химические свойства и групповой углеводородный состав полученных новых модифицированных бензинов.

Согласно требованиям Евро-4 и Евро-5 содержание ароматических углеводородов в составе бензина должно быть не более 35% масс.

Групповой углеводородный состав модифицированных бензинов, определенных адсорбционно-криоскопическим методом приведен в табл. 8.

Таблица 8

Групповой углеводородный состав полученных бензинов

Образцы бензинов	Содержание ароматических углеводородов, % масс.	Содержание <i>n</i> -парафиновых углеводородов, % масс.	Содержание нафтеновых + <i>изо</i> -парафиновых углеводородов, % масс.
Бензин (обработан с AlNiWCu-Cl)	32,43	2,78	64,79
Бензин (обработан с AlNiW-Cl)	33,33	3,89	62,78
Бензин (обработан с AlNiWMo-Cl)	39,5	5,1	55,4

Как видно из приведенных данных, по содержанию ароматических углеводородов 1-ый и 2-ой образцы отвечают требованиям Евро-5.

По требованию Евростандартов в бензине содержание бензола должно быть 1% об. Для установления содержания бензола методом газожидкостной хроматографии определяли количество бензола в исходном и модифицированном бензинах. Хроматограммы ГЖХ объектов исследования (бензин АИ-80) и новых полученных бензинов приведены на рис. 3. Как видно из этих хроматограмм, количество бензола в бензине АИ-80 составило 8,46% об., а в бензинах, полученных с помощью использования катализаторов AlNiWCu-Cl – 0,67% об., AlNiW-Cl – 0,87% об.

Физико-химические характеристики полученных новых модифицированных бензинов приводится в табл. 9 и 10.

Таблица 9

Физико-химическая характеристика бензина, модифицированного с добавкой катализата (обработан с AlNiW-Cl)

№	Характеристика	Показатели
1.	Цвет	Светло-желтый, чистый, прозрачный
2.	О.Ч. по исследовательскому методу	84,5
3.	Плотность при 20°C, г/см ³	0,767
4.	Показатель преломления, n_D^{20}	1,4490
5.	Испытание на медной пластинке	выдерживает
6.	Содержание воды	отсутствие
7.	Содержание механических примесей	отсутствие
8.	Содержание фактических смол, мг/100 см ³	3-5
9.	Углеводородный состав, % масс.: ароматические углеводороды	33,33
	<i>n</i> -парафиновые углеводороды	3,89
	<i>изо</i> -парафиновые + нафтеновые	62,78
10.	Содержание бензола, % об.	0,87

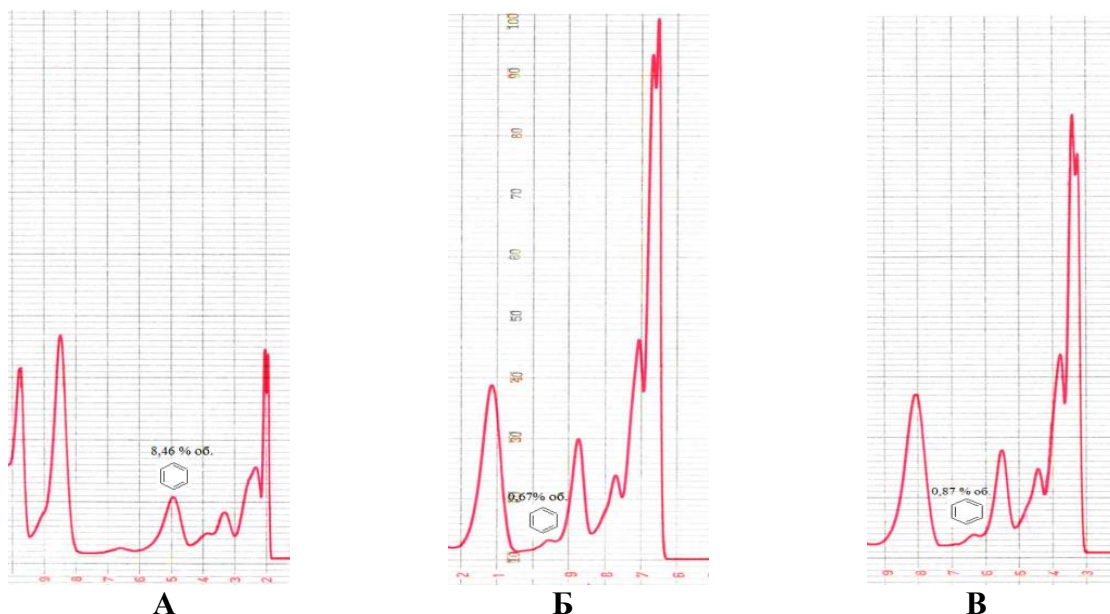


Рис. 3. А – бензин АИ-80; Б – бензин (обработан с AlNiWCu-Cl);
В – Бензин (обработан с AlNiW-Cl)

На основании проведенных лабораторных и опытно-укрупненных исследований по улучшению эколого-эксплуатационных характеристик местного бензина АИ-80 и по доведению его до норм Евро-4 и Евро-5 составлена принципиальная схема, которая представлена на рис. 4.

Таблица 10

Физико-химическая характеристика бензина, модифицированного с добавкой катализатора (обработан с AlNiWCu-Cl)

№	Характеристика	Показатели
1.	Цвет	Светло-желтый, чистый, прозрачный
2.	О.Ч. по исследовательскому методу	84,9
3.	Плотность при 20°C, г/см ³	0,762
4.	Показатель преломления, n_D^{20}	1,4465
5.	Испытание на медной пластинке	выдерживает
6.	Содержание воды	отсутствие
7.	Содержание механических примесей	отсутствие
8.	Содержание фактических смол, мг/100 см ³	3-5
9.	Углеводородный состав, % масс.: ароматические углеводороды	32,43
	н-парафиновые углеводороды	2,78
	изо-парафиновые + нафтеновые	64,79
10.	Содержание бензола, % об.	0,67

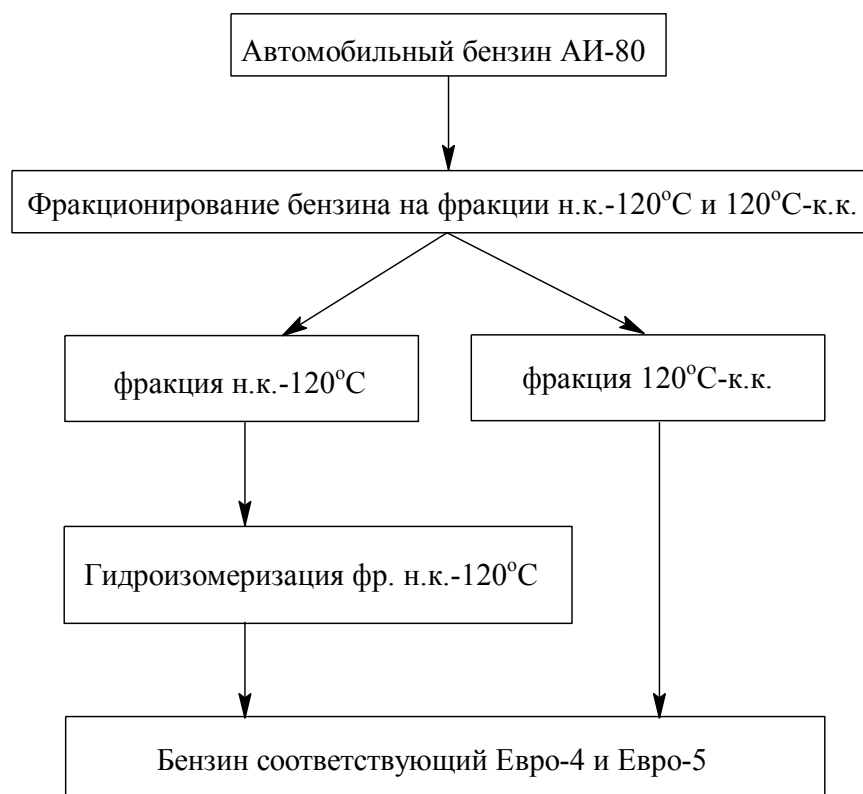


Рис. 4. Принципиальная схема получения бензина, соответствующего требованиям Евро-4 и Евро-5

Для оценки эксплуатационных характеристик местного бензина и новых полученных бензиновых композиции они рассматривались на электронном микроскопе при разных низких температурах (-10, -20, -30°C).

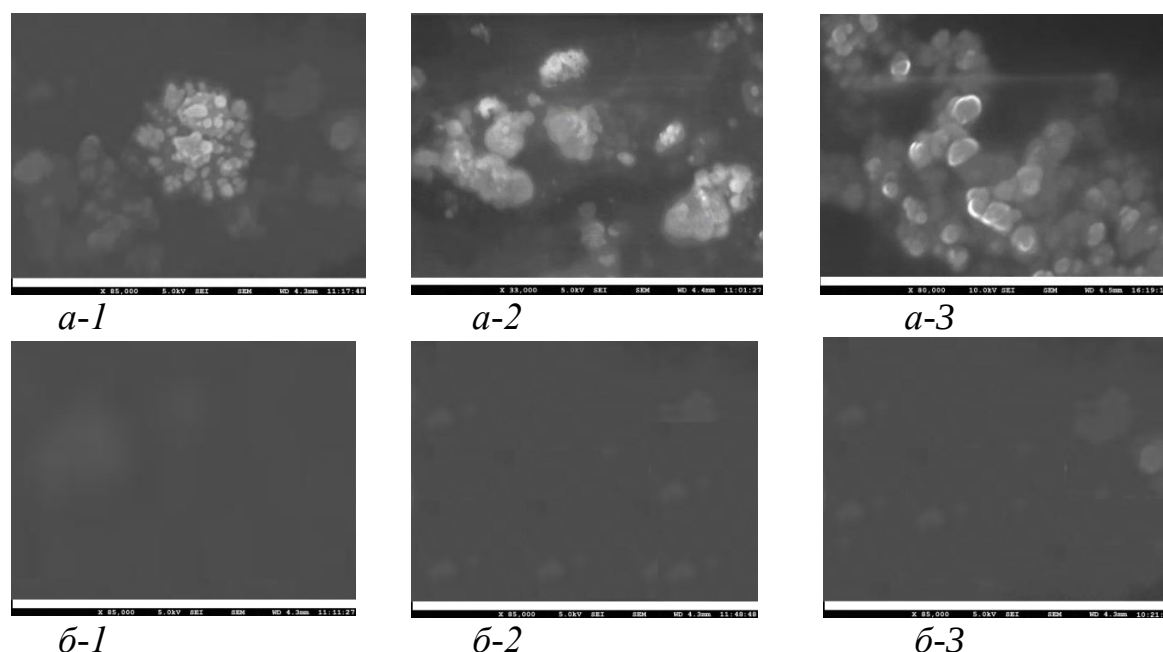


Рис. 5. Снимки местного бензина АИ-80 и его нового модифицированного образца: *a-1*: бензин АИ-80 при -10°C; *a-2*: бензин АИ-80 при -20°C; *a-3*: бензин АИ-80 при -30°C; *б-1*: модифицированный бензин при -10°C; *б-2*: модифицированный бензин при -20°C; *б-3*: модифицированный бензин при -30°C.

Как видно, из приведенных снимков, в местном низкооктановом бензине при низких температурах образуются кристаллы, а в образце новом модифицированном бензине появление кристаллов почти не наблюдается. Образование кристаллов в составе бензине объясняется содержанием *n*-парафиновых и тяжелых смолистых углеводородов, т.к. в этом случае бензин превращается из гомогенной состояний в микрогетерогенное состояние и изменяется его физико-химические характеристики. В полученном модифицированном бензине не наблюдается образования кристаллов, т.к. бензин сохраняет гомогенную структуру.

Таким образом, разработан способ коллоидно-химической модификации автомобильного бензина АИ-80 с применением катализаторов AlNiW-Cu-Cl, AlNiW-Cl и доведением содержания ароматических углеводородов в нем до 35% масс. и бензола 1% об., т.е. до соответствия его требованиям Евро-4 и Евро-5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В качестве объекта исследования выбран низкооктановый бензин АИ-80 получаемый из местного нефтегазоконденсатного сырья, который с целью улучшения эколого-эксплуатационных свойств и доведения его до норм Европейских спецификаций Евро-4 и Евро-5 был впервые разделён на следующие фракции н.к.-80°C, 80-90°C, 90-100°C, 100-110°C, 110-120°C, 120°C-к.к. и где в каждом из них определено содержание бензола.

2. Разработанный с применением хлорированных алюмоникельвольфрамовых катализаторов способ гидроизомеризации бензолсодержащей фракции бензина АИ-80, позволил впервые получить конкурентноспособный модифицированный автомобильный бензин.

3. Установлены оптимальные условия гидроизомеризации и показано, что снижение содержания ароматических углеводородов в бензине способствует существенному уменьшению вредных выбросов при его сгорании, что благоприятно сказывается на экологии окружающей среды. Методом ГЖХ доказано, что содержание бензола в модифицированном бензине с улучшенными свойствами снижается с 8,46 до 0,67% об., а содержание ароматических углеводородов с 48,78 до 32,43% масс.

4. Определено, что в процессе гидроизомеризации бензолсодержащей фракции бензина в исследованных условиях, не протекают реакции раскрытия нафтенного кольца углеводородов.

5. Установлено, что использованное сырье (бензолсодержащая фракция бензина) в процессе гидроизомеризации не является единым компонентом, поэтому целесообразно учесть вклад отдельных групп углеводородов в его качество и дифференцированно подходить к переработке и применению различных фракций.

6. Найдено оптимальное соотношение компаундирования катализата гидроизомеризации и тяжелой бензиновой фракции для получения

модифицированного бензина с улучшенными эколого-эксплуатационными характеристиками.

7. Результаты комплексного исследования коллоидно-химических и эколого-эксплуатационных характеристик до и после модификации низкооктанового бензина показали перспективность данного приёма при переработке нефтегазоконденсатного сырья.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc 27.06.2017.K/T.35.01 AT INSTITUTE
OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY AND TASHKENT
CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

MAKHMUDOV MUKHTOR JAMOLOVICH

**COLLOID-CHEMICAL MODIFICATION OF LOW-OCTANE GASOLINE
TO IMPROVE ITS ECOLOGICAL AND EXPLOITATION
CHARACTERISTICS**

02.00.11 – Colloid and membrane chemistry

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON CHEMICAL SCIENCES**

Tashkent – 2018

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2018.1.PhD/K101.

Dissertation was carried out at Institute of General and Inorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the scientific council website www.ionx.uz and Information-education portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisors:

Narmetova Gulnora Rozikulovna
doctor of chemical sciences, professor

Official opponents:

Akhmedov Ulug Karimovich
doctor of chemical sciences, professor

Igamkulova Nargisa Abduvaliyevna
doctor of philosophy chemical sciences, assistant professor

Leading organization:

**National university of Uzbekistan named after
M. Ulugbek**

The defense will take place on «16» May 2018 at 10⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council DSc27.06.2017.K/T.35.01 at Institute of General and Inorganic Chemistry, Tashkent Chemical-technological Institute. Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug`bek district, Mirzo Ulug`bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru.

The dissertation can be reviewed at the Information Resource center of the Institute of General and Inorganic Chemistry, (is registered number No.13). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug`bek district, Mirzo Ulug`bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90.

Abstract of dissertation sent out on «03» May 2018 year.
(mailing report No.13 on «03» May 2018 year).

B.S. Zakirov

Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees, d.ch.s.

D.S. Salikhanova

Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees, d.t.s.

S.T. Tukhtayev

Chairman of scientific seminar at scientific council
on award of scientific degrees,
d.ch.s., prof., academician

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is a colloid-chemical modification of low-octane gasoline to improve its ecological and exploitation characteristics.

The objects of the research work: gasoline AI-80, catalysts AlNi-4%, AlNi-8%, AlNi-12%, AlNiW-Cl, AlNiWCr-Cl, AlNiWCu-Cl, AlNiWMo-Cl, AlNiMo-Cl, as well as standards for homological series of aromatic and *n*-paraffin hydrocarbons.

The scientific novelty of dissertation research consists is the following:

the dependencies of detonation stability of automobile gasoline on its dispersion structure and chemical composition in various operating conditions are determined;

the dependence of physicochemical and dispersion properties of automotive gasoline's at low temperatures on the degree of change in the number of heavy tar and *n*-paraffin hydrocarbons has been proved;

methods for obtaining dispersant modifiers for improving the environmental performance of gasoline, based on a light gasoline fraction by its hydroisomerization, have been developed;

it has been established that under the investigated conditions no reaction of opening the naphthenic rings of hydrocarbons occurs during hydroisomerization;

The combined method and optimal technological regimes for obtaining ecologically high-octane gasoline by compounding the resulting modifiers and heavy gasoline fractions are developed.

Implementation of the research results. On the basis of the obtained results of the research on the modification of low-octane gasoline to improve its ecological and operational characteristics:

modification of low-octane gasoline to improve its environmental and operational characteristics is included in the list of prospective developments in Bukhara Oil Refinery (references JSC «Uzbekneftegaz» dated 12.04.2018 and JSC «Uzneftmahsulot» from 19.04.2018) for 2019-2020. The results of the implementation make it possible to obtain high-octane gasoline based on local raw materials that meets modern environmental requirements;

the process of hydroisomerization of the benzene-containing fraction of low-octane gasoline in order to reduce benzene and *n*-paraffinic hydrocarbons in its composition is included in the list of promising developments at Fergana Oil Refinery (references JSC «Uzbekneftegaz» dated 12.04.2018 and JSC «Uzneftmahsulot» from 19.04.2018) for the years 2019-2020. As a result, it is possible to produce gasoline that meets the Euro-4, Euro-5 requirements for benzene and *n*-paraffin hydrocarbons;

based on the compounding of modifiers derived from the benzene-containing fraction of gasoline and a heavy gasoline fraction, the production of new high-octane gasoline compositions is included in the list of promising developments at Bukhara Oil Refinery and Fergana Oil Refinery (references JSC «Uzbekneftegaz» dated 12.04.2018 and JSC «Uzneftmahsulot» from 19.04.2018) for the years 2019-

2020. This introduction will give an opportunity to receive gasoline for the hydrocarbon composition meeting the European environmental standards.

The structure and volume of the thesis. The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of used literature and applications. The volume of the main textual material is 110 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, I parts)

Илмий мақолалар (научные статьи, scientific articles)

1. М.Ж. Махмудов. Методы снижения содержания ароматических углеводородов в бензиновых фракциях // Мир нефтепродуктов. Научно-технический журнал. Вестник нефтяных компаний. – Москва, 2016. -№6. -С. 31-36. (02.00.00, №13);
2. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Исследование автомобильного бензина АИ-80 с целью улучшения его свойств // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2016. -№4. -С. 85-90. (02.00.00, №6);
3. М.Ж. Махмудов. Исследование влияния октаноповышающих присадок на качество бензина АИ-80 // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2016. -№5. -С. 91-96. (02.00.00, №6);
4. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Использование полученных никельсодержащих катализаторов с целью гидрообработки бензолсодержащих фракций бензина АИ-80 // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2016. -№6. -С. 74-80. (02.00.00, №6);
5. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Исследование синтетического цеолита NaX для адсорбционной деароматизации автобензина с целью доведения его до норм Евро-5 // Мир нефтепродуктов. Научно-технический журнал. Вестник нефтяных компаний. – Москва, 2016. -№9. -С. 18-22. (02.00.00, №13);
6. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Снижение количества бензола в автобензине АИ-80 растворителями ДМФА и ДМСО методом селективной экстракции // Научный вестник СамДУ. – Самарканд, 2016. -№5. -С. 94-98. (02.00.00, №9);
7. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Фракционирование бензина с целью улучшения его качества // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2017. -№1. -С. 46-48. (02.00.00, №7);
8. М.Ж. Махмудов. Пути снижения содержания бензола в составе бензина АИ-80 // Научный вестник АГУ. – Андижан, 2017. -№1. -С. 33-37. (02.00.00, №13);
9. М.Ж. Махмудов. Паст октанли бензин таркибида бензол микдорини камайтиришининг замонавий усуллари // Ўзбекистон нефт ва газ журнали. – Тошкент, 2017. -№2. -С. 42-45. (02.00.00, №7);
10. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Снижение содержания бензола автомобильного бензина АИ-80 методом гидроизомеризации // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2017. -№4. С. 28-30. (02.00.00, №3);
11. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова, Р.Р. Хайитов. Выделение ароматических углеводородов из автомобильного бензина с целью доведения

его качества до норм Евро-5 // Технология нефти и газа. – Москва, 2017. -№1. -С. 20-22. (02.00.00, №20);

12. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Определение количества бензола и группового углеводородного состава фракций бензина АИ-80 с целью доведения его до норм Евро-5 // Нефтепереработка и нефтехимия. – Москва, 2017. -№2. -С. 14-16. (02.00.00, №16).

II бўлим (II часть, II part)

13. М.Ж. Махмудов. Перспективы получения биодизельного топлива // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 4-ой международной научно-практической конференции. – Курск, 2014, С. 92-93.

14. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова, Р.Р. Хайитов. Современные требования к моторным топливам // Молодой учёный. Ежемесячный научный журнал. – Москва, 2014. -№ 21 (80). -С. 179-181.

15. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова, Р.Р. Хайитов. Исследование физико-химических свойств автомобильного бензина, полученного из нефтегазоконденсатного сырья // Молодой учёный. Ежемесячный научный журнал. – Москва, 2014. -№ 21 (80). -С. 181-183.

16. М.Ж. Махмудов. Химическая стабильность автомобильного бензина // XXI аср – интеллектуал авлод асри худудий илмий-амалий анжумани тўплами. – Бухоро, 2015, С. 202-204.

17. М.Ж. Махмудов. Извлечения бензола из автомобильного бензина с экстракционным методом // XXI аср – интеллектуал авлод асри худудий илмий-амалий анжумани тўплами. – Бухоро, 2015, С. 233-235.

18. М.Ж. Махмудов. Мотор ёқилғиларига қўйилган замонавий экологик талаблар ва уларнинг экологияга таъсирини камайтириш усулларини ишлаб чиқиш // «Таълим ва ишлаб чиқариш интеграцияси асосида меҳнат бозори талабларига мувофиқ кичик мутахассислар тайёрлаш сифатини ошириш ва бандликни таъминлашдаги мавжуд муаммолар ва уларнинг ечимлари»га бағишлаб республика миқёсида ўтказилган тадбир. – Бухоро, 2015, С. 151-153.

19. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Выделение бензолсодержащей фракции из автобензина АИ-80 с целью определения содержания бензола // Международная научно-техническая конференция «Состояние и перспективы инновационных идей и технологий в области нефтехимии». – Фергана, 2015, С. 114-116

20. М.Ж. Махмудов. Влияние сернистых соединений на коррозионную активность автобензина АИ-80 // Республика илмий-техник анжумани «Иқтисодиёт тармоқлари ривожланишини таъминловчи фан, таълим ҳамда модернизациялашган энергия ва ресурс тежамкор технологияла, техника воситалари: муаммолар, ечимлар, истиқболлар». – Жиззах, 2016, С. 299-301.

21. М.Ж. Махмудов. Снижение содержания бензола в автобензине АИ-80 с целью соответствия его Евростандарту -5 // Республика илмий-техник анжумани «Иқтисодиёт тармоқлари ривожланишини таъминловчи фан,

таълим ҳамда модернизациялашган энергия ва ресурс тежамкор технологияла, техника воситалари: муаммолар, ечимлар, истиқболлар». – Жиззах, 2016, С. 299-301.

22. М.Ж. Махмудов. Испаряемость автомобильного бензина // Республиканская научная конференция молодых ученых «Высокотехнологические разработки в производстве». – Ташкент, 2016, С. 17-18.

23. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Повышения экологического качества автомобильного бензина АИ-80 // Республиканская научно-технической конференция «Переработка нефти и газа, альтернативное топливо». – Ташкент, 2016, С. 102-105.

24. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Исследование сорбционной емкости синтетического цеолита NaX по бензолу в динамических условиях из жидкой фазы // «Нефтепереработка-2016». Международная научно – практическая конференция. – Уфа, 2016, С. 112-113.

25. М.Ж. Махмудов, Г.Р. Нарметова. Химическая модификация низкооктанового бензина для улучшения его эколого-эксплуатационных характеристик // II Международная научно-техническая конференция «Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов». – Бухара, 2017, С. 80-86.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» тахририятида
тахрирдан ўтказилди.

Бичими 60x84 ¹/₈. «Times New Roman» гарнитураси. Офсет усулида босилди.
Шартли босма табағи 3. Адади: 100. Буюртма: №10.

«ЎзР Фанлар академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилди.
100170, Тошкент, Зиёлилар кўчаси, 13 уй.