

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

МИРЗАҚУЛОВ ҒУЛОМҚОДИР РАХМАТУЛЛОЕВИЧ

**ИШЛАТИЛГАН ТРАНСПОРТ ШИНАЛАРИДАН МУҚОБИЛ ЁҚИЛҒИ
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.13- Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси
02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

УДК 665.6.502.; 678.5.502.

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии(PhD)

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

Мирзакулов Гуломқодир Рахматуллоевич

Ишлатилган транспорт шиналаридан муқобил ёқилғи олиш технологиясини
ишлаб чиқиш 3

Мирзакулов Гуломқодир Рахматуллоевич

Разработка технологии получения альтернативного топлива из отработанных
транспортных шин 21

Mirzakulov Gulomkodir

Development of technology for obtaining alternative fuel from used transport
tires 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 43

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

МИРЗАҚУЛОВ ҒУЛОМҚОДИР РАХМАТУЛЛОЕВИЧ

**ИШЛАТИЛГАН ТРАНСПОРТ ШИНАЛАРИДАН МУҚОБИЛ ЁҚИЛҒИ
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.13- Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси
02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий Аттестация Комиссиясида В2022.4.PhD/Т1914 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Фарғона политехника институти ва Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбарлар:

Юсупов Фарход Маҳкамович
техника фанлари доктори, профессор

Хамдамова Шоҳида Шерзодовна
техника фанлари доктори, доцент

Расмий оппонентлар:

Эшметов Иззат Дўсимбатович
техника фанлари доктори, профессор

Ахмадалиев Махамаджон Ахмадалиевич
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Наманган муҳаддислик-технология институти

Диссертация химояси Фарғона политехника институти ҳузуридаги DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 рақамли Илмий кенгаш асосидаги бир марталик Илмий кенгашнинг «21» февраль 2023 йил соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 150107, Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86. Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz).

Диссертация билан Фарғона политехника институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№187-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 150107, Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86. Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz.

Диссертация автореферати 2023 йил «08» февраль куни тарқатилди.
(2023 йил « 08 » февральдаги 02- рақамли реестр баённомаси).



З.А.Хамракулов
Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий кенгаш раиси, т.ф.д.

Р.М.Назирова
Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий кенгаш котиби, т.ф.ф.д. (PhD), доц.

Р.Р.Тожиёв
Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий семинар раиси, т.ф.д. (DSc), доц.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда бугунги илм-фан, техника ва технологиялар ривожланган глобаллашув жараёнида энергияга бўлган талабни ошиб бораётган даврда, табиий хом-ашё захираси камайиши, экологиянинг бузилиши инсоният дуч келаётган ва ечимини топиш долзаб бўлган асосий муаммолардир. Мавжуд муаммоларни ҳал қилиш учун қаттиқ маиший чиқиндиларни қайта ишлаш орқали муқобил ёқилғи маҳсулотларини олиш бўйича технологияларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Дунёда қаттиқ маиший чиқиндилар, хусусан, яроқсиз автошиналарни қайта ишлаб муқобил ёқилғилар ва бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқариш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, автошиналарнинг жаҳон миқёсида ишлаб чиқарилиши ва чиқиндиларнинг тўпланиши бўйича статистик маълумотларни ўрганиш; чиқинди шиналарни экология ва атроф муҳитга зарарли таъсирларини таҳлил қилиш; ишлатилган транспот шиналарини кимёвий таркиби ва хоссаларини аниқлаш; яроқсиз шиналарни қайта ишлашнинг бугунги кундаги усулларини таҳлил қилиш ва самарали усулларни танлаб олиш; термокаталитик қайта ишлаш учун турли хил ноорганик катализаторларни синовдан ўтказиш; автошиналарни қайта ишлашнинг термокаталитик жараёнининг оптимал параметрларини аниқлаш; ишлатилган транспорт шиналаридан муқобил ёқилғи олишнинг техник ва иқтисодий самарадорлигини баҳолаш зарур.

Республикада ишлатилган транспорт шиналарини ноорганик фаол моддалар билан модификация қилиб фаоллантирилган катализатор ёрдамида термокаталитик қайта ишлаш орқали муқобил ёқилғи олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясининг учинчи йўналишида «Нефт-газ соҳасида трансформация жараёнларини жадаллаштириш орқали табиий газ таъминотида ижтимоий химоя кафолатлари белгиланган ҳолда бозор механизмларини жорий этиш»¹ вазифалари белгиланган. Бу борада, ишлатилган катализаторларни регенерация қилиш ва улар ёрдамида ишлатилган шиналардан муқобил ёқилғи олиш технологиясини яратишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг Тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора тадбирлари тўғрисида» ва 2020 йил 12 августдаги ПҚ-4805-сон «Кимё ва биология йўналишларида узлуксиз таълим сифатини ва илм-фан натижадорлигини ошириш чора тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, ҳамда 2022 йилнинг 2 феврал куни давлатимиз раҳбари бошчилигида «Чиқиндилар билан ишлаш тизимини

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги фармони

такомиллаштириш ва ҳудудлардаги экологик ҳолатни яхшилаш, “Яшил макон” умуммиллий лойиҳасини амалга ошириш” бўйича 2022 йилдаги устувор вазифалар юзасидан видеоселектор йиғилишида чиқиндиларни йиғиш, саралаш, олиб чиқиш, қайта ишлаш ва утилизация қилишни яхшилаш бўйича топшириқлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммони ўрганилганлик даражаси. Дунёда яроқсиз транспорт шиналарни қайта ишлаш бўйича, хусусан каталитик усулда автошиналардан муқобил ёқилғи олиш технологияси ишлаб чиқиш соҳасида мақсадли тадқиқотлар prof. Dr. Asraruddin Gulzad, MS. Debalaxmi Pradhan, Derakhshan Z., Ghaneian M.T., Mahvi A.H., Fang Y., Zhan U.M., Wang Y, Williams P., Rodriguez I.M., Laresgoiti M.F., Cabrero M.A., Torres A., Chomon M.J., Caballero B., Machin E.B., Pedroso D.T., de Carvalho J.A., Levendis Y.A., Atal A., Carlson J., Dunayevskiy Y., Vouros P., Zhang X., Wang T., Ma L., Chang J. , Kabir M.J., Chowdhury A.A., Rasul M.G. Kar Y. , Dung N.A., Elbaba I.F., Луговой Ю.В., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М. , Islam M.R, Haniu H. , Pakdel H., Макаревич Е.А., Dongyi Liua, Linbo Qina, Wangsheng Chena, Futang Xinga ва бошқаларнинг илмий мактаблари томонидан фаол изланишлар олиб борилмоқда.

Ўзбекистон олимларидан К.С.Ахмедов, Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекел, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамхўжаев, У.К.Ахмедов, Г.У.Рахматқариев, С.З.Муминов, С.А.Абдурахимов, Б.Н. Ҳамидов, В.П.Гуро, Г.Р.Нарметова, Р.Х.Гумаров, Ф.М.Юсупов, И.К.Сатаев, Д.С.Салиханова, О.К.Бисенбаев, И.Д.Эшметов, Ш.Ш.Хамдамова, О.К.Эргашев, Д.Ж.Жумаевалар ўзларининг тадқиқотлари билан маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида углеводородга бой маҳсулотлар ишлаб чиқиш, турли жараёнларда ноорганик катализаторларни фаоллигини ошириш ва қўллаш каби муаммоларини ҳал қилишга катта ҳисса қўшганлар.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий ўқув юртининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Фарғона политехника институти илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ «Саноат ва маиший чиқиндилар асосида углеводородли маҳсулотлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш» ва «Чиқинди маҳсулотларини қайта ишлашга тайёрловчи қурилма» мавзусидаги инновацион лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади ишлатилган транспорт шиналарини ноорганик фаол моддалар билан модификация қилиб активланган катализатор ёрдамида термокаталитик қайта ишлаш орқали муқобил ёқилғи олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари. Илмий ишда қўйилган мақсадга эришиш учун қуйидаги вазифалар шакллантирилди:

автошиналарнинг жаҳон миқёсида ишлаб чиқарилиши ва чиқиндиларнинг тўпланиши бўйича статистик маълумотларни ўрганиш;

чиқинди шиналарни экология ва атроф муҳитга зарарли таъсирларини таҳлил қилиш;

ишлатилган транспорт шиналарини кимёвий таркиби ва хоссаларини аниқлаш;

яроқсиз шиналарни қайта ишлашнинг бугунги кундаги усулларини таҳлил қилиш ва самарали усулларини танлаб олиш;

термокаталитик қайта ишлаш учун турли хил ноорганик катализаторларни синовдан ўтказиш;

нефт маҳсулотларини қайта ишлашда қўлланиладиган АКМ катализаторларининг таркибидаги фаол ноорганик моддаларни қайта тиклаш ва катализаторни P_2O_5 ва SiO_2 моддалари билан бойитиш технологияси ишлаб чиқиш;

модификацияланган АКМС катализаторини турли ўлчам, миқдор ва шаклларда жараёнда қўллаш ва оптимал миқдорини ўрганиш, бунга асосан катализаторнинг шакл ҳамда ўлчамини аниқлаш;

автошиналарни қайта ишлашнинг термокаталитик жараёнининг оптимал параметрларини аниқлаш;

олинган суюқ маҳсулотнинг халқаро стандартлари бўйича физик-кимёвий ҳамда коллоидлик хоссаларини ўрганиш;

ишлатилган транспорт шиналаридан муқобил ёқилғи олишнинг техник ва иқтисодий самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида ҚМЧ ҳисобланган енгил автомобил шиналари, нефт маҳсулотларини қайта ишлашда фойдаланилган, фаоллиги камайган ноорганик моддалардан иборат АКМ катализаторлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети чиқинди шиналарни термик ва термокаталитик ишлаш усуллари, автошиналарини термокаталитик қайта ишлаш жараёнларининг қонуниятлари, шунингдек, ноорганик катализаторларнинг физик-кимёвий ва катализаторлик хусусиятлари, олинган маҳсулотни коллоид хусусиятларидан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида физик-кимёвий тадқиқот усулларида ИК-спектроскопия, ГХ-МХ газхроматография масспектор, суюқ маҳсулотнинг хираланиши, совуш ва филтрланиш ҳароратини аниқлаш, ёқилғининг фракцион таркибини аниқлаш, термокаталитик пиролиз, гидротозалаш, изомеризация, гидратация усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагича:

илк мартаба АКМС (CoO – 4 %, MoO_3 – 12 %, SiO_2 – 9 %, P_2O_5 – 1,6-1,8 %, Fe_2O_3 – 0,008 %, Na_2O – 0,05 %, Al_2O_3 – 73,07-73,27%) катализатори фаол ноорганик моддалар билан модификация қилинган ва ушбу катализатор иштирокида, ишлатилган транспорт шиналарни термокаталитик қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилган;

нефт маҳсулотларини қайта ишлашда қўлланиладиган ноорганик моддалардан иборат АКМ (CoO – 4%, MoO_3 – 12%, Fe_2O_3 – 0,008%, Na_2O – 0,05%, Al_2O_3 – 83,87 %) катализаторини модификация қилиш орқали, катализаторнинг турғунлиги, фаоллигини ошириш исботланган;

ишлатилган автошиналарни термал қайта ишлашдан кўра, термокаталитик қайта ишлаш иқтисодий, экологик ва технологик жиҳатдан афзал эканлиги исботланган;

катализатор иштрокида олинган ёқилғи сифати ва миқдори жиҳатдан яхшиланганлиги, нефт маҳсулотларига хос бўлган муқобил ёқилғи эканлиги ўтказилган таҳлиллар натижаларида исботланган;

ноорганик катализаторларни қўллаш орқали ёқилғининг чиқиш унуми 29,5 дан 42,5 % гача, яъни 13 % ошишига аниқланган;

ноорганик катализаторларни қўллаш орқали пиролиз ёқилғиси таркибидаги S, O_2 , N_2 , бирикмалар камайиб, олтингугуртли бирикмаларнинг чиқиши 1,83 % дан 0,051% гача камайишига эришилган;

илмий изланиш натижасида ноорганик фаол бирикмалар билан бойитиб модификация қилинган АКМС катализаторларни қўллаш орқали ёқилғининг сифатини яхшиловчи моддаларнинг чиқиш кўрсаткичи кўпайишига эришилган, хусусан, тўйинган углеводородлар 14,7 % дан 23,7 % гача, изо-Алканлар 2,5 % дан 5,7 % гача, моноциклик углеводородлар 29,5 дан 45,28 % гача ортиши исботланган;

ноорганик фаол моддалардан иборат катализатор қўлланганда, суяқ ёқилғининг сифатига салбий таъсир этувчи бирикмалар бициклик ароматик углеводородлар 7,2 % дан 6,1 % гача, полициклик ароматик углеводородлар 1,23 % дан 0,69 % гача камайганлиги аниқланган;

ишлатилган транспорт шиналарни қайта ишлаб муқобил ёқилғи олиш технологияси ва технологик параметлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагича:

қаттиқ маиший чиқиндиларни утилизация қилиш ва қайта ишлашнинг янги технологияси ишлаб чиқилган;

илк маротаба АКМС катализатори ёрдамида чиқинди шиналарини термокаталитик усулда қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган технология асосида нефт маҳсулотини ўрнини босувчи муқобил ёқилғи, пиролиз газы, сажа(техник углерод) ва сифатли металл олинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Илмий тадқиқотлар замонавий физик-кимёвий ва аналитик усуллардан фойдаланган ҳолда олиб борилди ва илмий текшириш институти ва ишлаб чиқариш корхоналарида лабораториялар ва ишлаб чиқариш шароитида ўтказилган тадқиқотлар далоланомалар билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ишлатилган транспорт шиналарини қайта ишлашда ноорганик катализаторларни қўллаш орқали муқобил ёқилғи олишнинг илмий асосланган технологиясини ишлаб чиқишда, нефт маҳсулотларини қайта ишлашда қўлланиладиган АКМ

катализаторларини модификация қилишда, оғир нефт маҳсулотларини зарарли бирикмалардан тозалаш жараёнларини мақсадли амалга ошириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган технология қаттиқ маиший чиқиндиларни қайта ишлаш, утилизация қилиш инфратузулмасини яхшилаш, чиқиндидан хом-ашё сифатида фойдаланиш орқали нефт ва нефт маҳсулотларини ўрнини босувчи муқобил ёқилғи олишга шунингдек ўқув муассасаларида кимё ва кимёвий технология соҳаларида магистр ҳамда бакалаврларни тайёрлашда ўқув жараёни учун хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ишлатилган транспорт шиналаридан муқобил ёқилғи олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотнинг олинган илмий натижалари асосида:

нефтни қайта ишлашда қўлланиладиган АКМ катализаторини модификациялаб ёқилғи чиқишини ошириш ва уни гидротозалаш жараёнида қўллаш технологияси “Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи” МЧЖнинг “2024-2026 йилларда амалиётга жорий этиладиган истиқболли ишланмалари рўйхати”га киритилган (“ФНҚИЗ” МЧЖнинг 2022-йил 6 декабрдаги 08-512-сон маълумотномаси). Натижада, модификацияланган катализаторни қўллаш орқали ёқилғи таркибидаги зарарли бирикмаларни камайишига эришиш имконини беради;

модификацияланган катализатор асосида ёқилғини тозалаш, хоссаларини яхшилаш усули “Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи” МЧЖнинг “2024-2026 йилларда амалиётга жорий этиладиган истиқболли ишланмалари рўйхати”га киритилган (“ФНҚИЗ” МЧЖнинг 2022-йил 6 декабрдаги 08-512-сон маълумотномаси). Натижада, норганик катализаторларни қўллаш орқали ёқилғининг чиқишини 29,5 % дан 42,5 % гача, яъни 13 % ошишига эришиш имконин беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Ушбу тадқиқот натижалари 18 халқаро ва 3 республика илмий-амалий конференцияларида муҳокама қилинди.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 29 та илмий иш чоп этилган, жумладан 8 та илмий мақола, шулардан 4 таси республика ва 4 таси халқаро Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси диссертацияларнинг асосий натижаларини нашр этиш учун тавсия қилган журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Диссертация ҳажми 120 бетдан иборат.

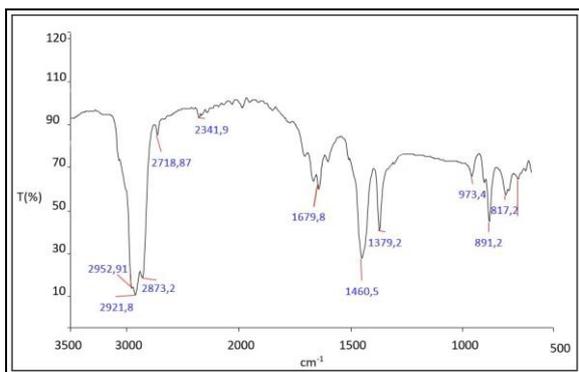
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объект ва предметлари тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон республикаси фан ва технологиялар тараққиёти устувор йўналишларига мослиги, илмий янгилиги очиб берилиб, тадқиқотнинг амалий натижалари тақдим этилган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқотнинг натижаларини амалиётга жорий этиш, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **"Транспорт шиналарини қайта ишлашнинг бугунги ҳолати ва истиқболли технологиялари"** деб номланган биринчи бобида илмий-техник нашрлар, патентлар ва адабиётлар асосида транспорт шиналари ҳақида асосий маълумотлар, яъни яроқсиз транспорт шиналарининг хусусиятлари ва бошланғич таркиби, бугунги кундаги ҳолати, чиқинди полигонларидаги яроқсиз шиналарни экология ва атроф муҳитга салбий таъсири, автошиналарни қайта ишлаш усуллари, транспорт шиналарини ишлаб чиқариш, қайта ишлашнинг дунё ва мамлакатимиздаги ҳолати, яроқсиз шиналарни кимёвий йўл билан қайта ишлашнинг афзалликлари ҳамда қаттиқ маиший чиқиндиларни қайта ишлаш методологияси бўйича назарий ва экспериментал тадқиқотлар ҳақида умумий маълумот берилган. Бу муаммоларни танқидий таҳлил қилиш асосида диссертация тадқиқотининг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг **"Фойдаланилган материаллар характеристикалари, тажрибаларни ўтказиш усуллари"** деб номланган иккинчи боби тадқиқот объекти сифатида фойдаланилаётган чиқинди транспорт шиналарини тузилиши ва бошланғич таркибини ўрганиш, тажрибани ўтказиш услублари ва лаборатория қурилмаларини танлаш, олинган маҳсулотнинг замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари тавсифига бағишланган.

Олинган суяқ ёқилғи таркибидаги функционал гуруҳлар миқдорий ва сифат таркиби ИҚ-спектроскопия таҳлили ёрдамида ўрганилган.

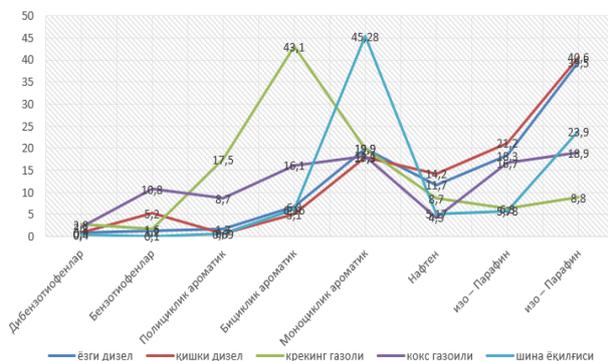


1-Расм. Чиқинди автошиналари пиролиз суяқлигининг инфрақизил ўзгарувчан спектроскопияси

Таҳлил натижаларига кўра намунадаги ёқилғи таркибида Алкан - CH_3 ($2975\text{-}2950\text{ cm}^{-1}$), алкан - CH_2 - ($2940\text{-}2915\text{ cm}^{-1}$), алкен $\text{C}=\text{C}$ ($1680\text{-}1620\text{ cm}^{-1}$), ароматик углеводородлар ($1600\text{-}1575\text{ cm}^{-1}$), алдегидлар $\text{R}-\text{CHO}$ ($2880\text{-}2650$

см⁻¹) , аминлар R₂C=NH₂ (2500-2300 см⁻¹), каби функционал гуруҳлар аниқланди.

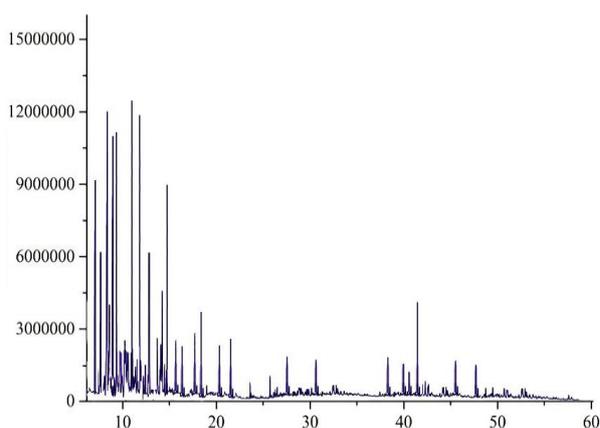
Таҳлил натижасларини АВТ қурилмасидан олинган ёзги ва қишки дизел ёқилғиси, каталитик крекинг газоици, секинлаштирилган кокс ишлаб чиқариш қурилмасининг енгил газоицлари хромм-масс-спектрияси газ хромотографияси таҳлил натижалари билан таққослаб чиқилди.



2-расм. Автошина пиролизи натижасида олинган ёқилғини нефтни қайта ишлашдан олинган ёқилғилар билан таҳлил натижаси бўйича таққослаш графиги.

Олинган суяқ ёқилғи нефтни қайта ишлашдан олинган ёқилғи фракцияларининг таркиби билан кўп жихатдан ўхшаш эканлиги исботланди.

Олинган суяқ ёқилғи таркибидаги индивидуал углеводородларни аниқлаш учун замонавий усулларида ҳисобланган газ хромотографик масс-спектрометриядан фойдаланилди.



3-расм. Ишлатилган шинларни қайта ишлаб олинган суяқ ёқилғининг газ хромотографик масс-спектрометрияси (GC-MS).

Ўтказилган таҳлил натижасига кўра аниқланган моддаларнинг масса жиҳатидан энг юқори миқдордагилари ажратиб олинган. Натижадан кўриниб турибдики ишлатилган чиқинди шиналарни қайта ишлаб олинган суяқлик таркибида Нонан (6,21%), Декан (6,29%), Ундекан (2,18%), 1,2-диметилбензол (4,8%), m-Этилметилбензол (2,87%), 2,6-Диметилоктан (2,07%), Этилбензол (5,64%), o-Ксилол (5,52%), 1-Этил-2-метилбензол (6,13%), 1,2,3-Триметилбензол (3,77%), п-Цимол (4,65%), Октан (2,71%) каби органик моддалар энг кўп миқдорда ташкил этган.

Диссертациянинг «Яроқсиз автошиналарни пиролиз усули билан қайта ишлаш жараёнини тадқиқ қилиш» деб номланган учинчи бобида чиқинди шиналарни лаборатория шароитида турли параметрларда пиролиз қилинган ва оптимал параметрлар ишлаб чиқилган.

Эксперимент ўтказиш жараёнида маҳаллий ишлаб чиқарувчи ҳисобланган “Uzavto motors” АЖ томонидан ишлаб чиқарилаётган енгил автомобилларнинг “Tire-FRT&RR (R12 NEXEN)” марказдаги чиқинди шина бўлаги намуна сифатида олинди. Олинган намуна лаборатория шароитида йиғилган қурилмалар ёрдамида пиролиз қилинди.

Ўказилган тажрибалар бўйича:

- 1-тажриба (300 °С даги пиролиз) бўйича, жараён секин 27 дақиқа давом этди. Суюқ фазанинг чиқиши кам (25,3%). Қолдиқ кўп миқдорда (59,1%) қолиши кузатилди. Пиролиз реакцияси бориши учун ҳарорат етарли бўлмагани сабабли, жараёни тўхтаб қолди.

- 2-тажриба (400 °С даги пиролиз) бўйича, жараён секин 22 дақиқа давом этди. Суюқ фазанинг чиқиши (31,2%) ни ташкил этди. Қолдиқ (52,4%) қолиши кузатилди. Пиролиз реакцияси бориши учун ҳарорат етарли бўлмагани сабабли, жараёни тўхтаб қолди.

- 3-тажриба (500 °С даги пиролиз) бўйича, жараён 17 дақиқа давом этди. Суюқ фазанинг чиқиши (42,5%) ни ташкил этди. Қолдиқ (40,6%) қолиши кузатилди. Пиролиз жараёни охиригача амлага ошди. Шина тўлиғича парчаланиши кузатилди.

- 4-тажриба (600 °С дан юқоридаги пиролиз) бўйича, жараён қолган тажрибаларга нисбатан тез 14 дақиқа давом этди. Суюқ фазанинг чиқиши (34,8%) ни ташкил этди. Қолдиқ (38,7%) қолиши кузатилди. Пиролиз реакцияси охиригача борди ва шина тўлиғича парчаланиши кузатилди. Ушбу жараёнда қолган тажрибаларга нисбатан енгил углеводород газлари кўп (20,4%) ҳосил бўлди.

Чиқинди автошинадан суюқ ёқилғи олиш учун паст ҳароратдаги пиролиз жараёнини амалга ошириш учун 500 °С оптимал ҳарорат бўлиши исботланди. Газ ҳолидаги углеводородлар ишлаб чиқариш учун юқори ҳароратда борадиган пиролиз жараёнидан фойдаланиш ва жараён 600 °С дан юқори ҳароратда олиб бориш кераклиги исботланди.

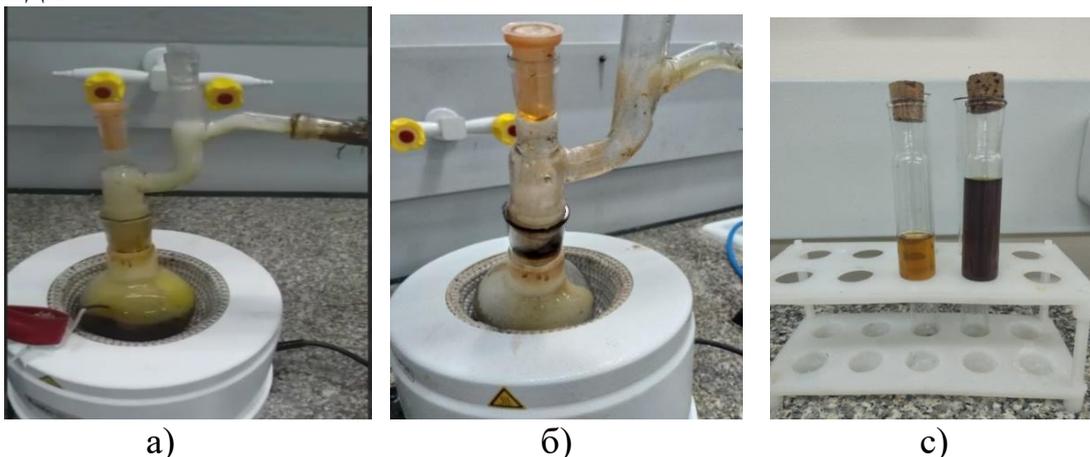
1-жадвал.

Ишлатилган автошина чиқиндисини турли ҳароратларда пиролиз қилишдан олинган маҳсулотлар

Маҳсулот номи	Пиролиз ҳарорати, °С			
	300	400	500	<600
Қолдиқ каттик фаза, % масс.	59,1	52,4	40,6	43,4
Суюқлик, % масс.	25,3	31,2	42,5	32,6
Газ фаза, % масс.	9,5	10,3	10,8	17,9
Металл, % масс.	6,1	6,1	6,1	6,1
Жами	100	100	100	100

Олинган натижалар асосида диаграмма қурилди. Ҳарорат ортиши (300-500 °С оралиғида) билан суюқ ёқилғини чиқиши ортиб бориши, юқори ҳароратда (600 °С ортиқ) олиб борилган пиролиз жараёнида суюқликни чиқиши камайганлиги кузатилди, газ фазани чиқиши эса кескин ортиши кузатилди. Демак, юқори ҳароратда олиб бориладиган пиролиз жараёнида юқори ҳарорат ҳисобига углеводородлар парчаланиб, газ ҳолидаги

углеводородларга ажралаётгани аниқланди. Қаттиқ қолдиқ ҳарорат ортиши билан камайиб бориши кузатилди. Жараён учун мақбул ҳарорат деб 500 °С олинди.



4-расм. Ўтказилган тажриба синови ва олинган натижалар.

Пиролиз натижасида олинган суюқ фазани кўришимиз мумкин. 4(с)-расмда чап тарафдаги колбада ранги оч кўринишда ноорганик катализатор билан қайта ишланган суюқ фаза, ўнг томондаги колбада бироз тўқроқ рангда катализаторсиз олинган суюқ фаза кўрсатилган.

Диссертациянинг **“Нефт маҳсулотларни қайта ишлашда қўлланиладиган АКМ катализаторини модификациялаш ва пиролиз ёқилғини термокаталитик қайта ишлашда қўллашни илмий асослаш”** деб номланган тўртинчи бобида ноорганик катализаторлар ёрдамида пиролиз жараёнидан олинган ёқилғининг сифатини яхшилаш мақсадида, ноорганик катализаторлар иштирокида турли тадқиқотлар ўтказилган. Ноорганик моддалардан фойдаланган ҳолда катализаторлар модификация қилинган.

Ишлатилган транспорт шиналаридан олинган ёқилғиларни термокаталитик қайта ишлашнинг асосий вазифаларидан бири чиқаётган маҳсулотни сифатини яхшилаш, миқдорини ошириш ва технологик жараён параметрларини оптималлаштиришдан иборатдир. Дунё олимлари томонидан ёқилғини термокаталитик қайта ишлаш жараёнлар учун бир қанча ноорганик катализаторлар синовдан ўтказилган.

Маълумки нефт маҳсулотлар таркибидаги зарарли бирикмаларни тозалаш ва улар таркибидаги тўйинмаган углеводородларни водород иштирокида тўйинтириш учун гидротозалаш жараёни олиб борилади. Бу жараёнларда алюмоникельмолубден (АНМ) NiO – 4%, MoO₃– 12%, Fe₂O₃ – 0,008%, Na₂O – 0,05%, Al₂O₃ – 83,87 %, алюмокобальтмолубден (АКМ) CoO – 4%, MoO₃– 12%, Fe₂O₃ – 0,008%, Na₂O – 0,05%, Al₂O₃ – 83,87 % каби катализаторлар қўлланилади.

НҚИЗларда хусусан ФНҚИЗ нинг Л 35-11/300, ЛЧ 35-11/600, ГДС каби қурилмаларида нефт маҳсулотларини зарарли бирикмалардан (S, N₂, O₂ ларнинг гетроциклик бирикмалари) тозалаш мақсадида, АКМ катализаторлари қўлланилади. Ушбу турдаги катализаторлар 5-7 йил фойдаланилгандан сўнг чиқинди сифатида жараёндан чиқарилади. Шу мақсадда чиқинди АКМ катализаторларини регенерация қилиш, уларнинг

таркибидаги фаол элементлардан оқилона фойдаланиш мақсадида қайта ишлаш усули яратилди.

Активликни тиклаш мақсадида катализаторни қайта ишланади. Жараён қуйидаги тартибда амалга оширилади.



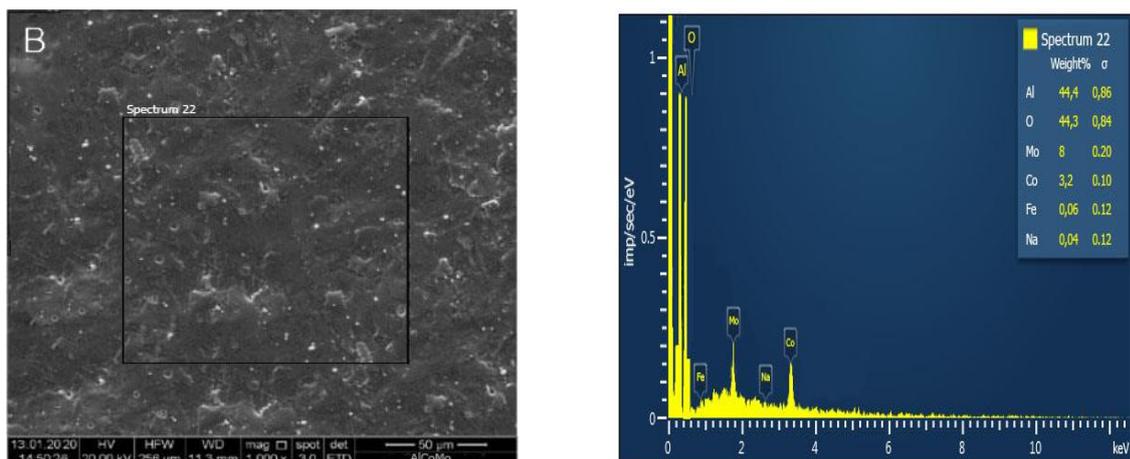
5-расм. Чиқинди катализаторни қайта ишлаш схемаси.

Чиқинди катализатор тегирмонда майдаланади. Майдаланган аралашма ичидан коксланган қисми ажратиб юборилади. Аралашма таркибидаги фаол моддаларни миқдорини нормага етказиш мақсадида тоза ҳолдаги CoO , MoO_3 оксидлар қўшилади.

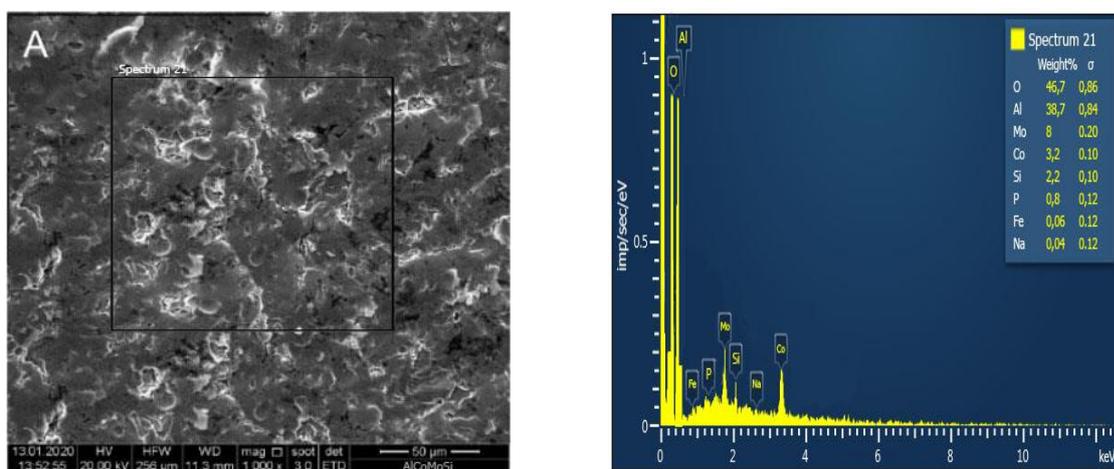
Майдаланган катализаторга унинг мустаҳкамлиги ва турғунлигини яхшилаш мақсадида SiO_2 қўшилади. Шундан сўнг қоришма тайёрланиб катализатор босими юқори бўлмаган сиқиш қурилмаси ёрдамида ишлов берилади ва шарсимон шаклда қайта қуйилади. Юқори босим остида сиқилмаганлиги сабабли унинг зичлиги, солиштирма юзаси, нормал ҳолатда бўлади. Бу эса пиролиз жараёни учун босимни юқори бўлмаса ҳам жараённи амалга ошириш имкониятини беради. Шундан сўнг тайёр катализатор фосфат кислота эритмаси билан ишлов берилади ва 6-8 соат давомида $120-130^\circ\text{C}$ ҳароратда ушлаб турилади. Қуритилгандан сўнг таркибида P_2O_5 1,6-1,8 % катализаторнинг устки қисмида қолади. Бу усулда фаол моддалар билан модификация қилинган АКМС (CoO – 4 %, MoO_3 – 12 %, SiO_2 – 9 %, P_2O_5 – 1,6-1,8 %, Fe_2O_3 – 0,008 %, Na_2O – 0,05 %, Al_2O_3 – 73,07-73,27%) катализаторларини коксланишга ва захарланишга турғунлигини оширади. Бундан ташқари суяқ ёқилғини таркибидаги зарарли бирикмаларни максимал даражада тозалашга ҳамда водород билан тўйинтиришга, ёқилғи сифатини яхшиловчи моддаларни кўпайишига эришилади.

Модификацияланган катализаторнинг юза морфолигиясини ўрганиш мақсадида намунадаги катализаторни сканерловчи электрон микроскоп (СЭМ) ёрдамида ўрганилди. Унга кўра, дастлабки намуна турли ҳажмдаги ва кўринишдаги ғовакли структурага эга эканлигини, ўзининг дисперслиги ва морфолигик таркибига қараб, ҳар хил шаклдаги заррачалардан иборат эканлиги аниқланди. Ўтказилган тадқиқотда намунадаги АКМС-5P катализатор таркибидаги фаол моддалар миқдори, модификация қилинган моддалар миқдори, ғоваклар ўлчамини кўринишлари аниқланди.

Сканерловчи электрон микроскоп (СЭМ) ёрдамида АКМ ҳамда АКМС-5Р катализаторларининг хусусиятлари аниқланди ва ўзаро таққосланди.



6-расм. АКМ катализаторининг СЭМ натижалари



7-расм. АКМ ни модификация қилиб олинган АКМС-5Р катализаторининг СЭМ натижалари

Ўрганиш натижасида катализаторлар таркибидаги фаол моддаларнинг массага нисбатан миқдорлари турлича бўлганда гидротозалаш, изомерланиш, гидротация, циклизация каби реакциялар бориши ва фаол моддаларнинг масса улишидан келиб чиқиб катализатор табиати, мустаҳкамлиги, селективлиги, жараёни олиб бориш параметрларига таъсири ва асосийси суюқ ёқилғини тозалаш ҳамда фойдали моддаларни ортиши билан борадиган реакциялар кўп амалга оширилишини кузатиш мумкин бўлади.

Маълумки, катализаторнинг асосий физик-кимёвий хусусиятлари, мустаҳкамлик индекси тайёрлаш босқичида белгиланади, аммо катализаторга киритилган компонентларнинг миқдори намунанинг якуний физик-кимёвий хусусиятларига таъсир қилади. Тайёрланиш усули ва таркибидаги ташувчига киритилган фаол компонентлар миқдори катализаторнинг ғовак ҳажми,

зичлиги, солиштирма юзаси, ғовакнинг ўртача диаметри каби факторларга таъсир кўрсатади.

2-жадвал.

Намуна сифатидаги ўрганилаётган катализаторларнинг физик-кимёвий хусусияти

№	Жараён параметлари	AKMS-1	AKMS-2	AKMS-3	AKMS-4P	AKMS-5P	АНMS-6	АНMS-7
1.	Зичлиги, г/см ³	0,83	0,83	0,75	0,84	0,83	0,80	0,80
2.	Мустахамлик индекси, кг/мм	1,1	1,7	1,9	2,8	2,9	2,1	2,1
3.	Куйдиришдаги йўқотилишлар, % масс.	4,3	4,4	4,6	2,6	2,8	4,8	4,4
4.	Солиштирма юзаси, м ² /г	176	154	162	185	187	180	185
5.	Ғовакнинг хажми, см ³ /г	0,61	0,64	0,62	0,67	0,68	0,64	0,62
6.	Ғовакнинг ўртача диаметри, Å	121	128	160	165	165	142	127

Намунадаги катализаторларни шинани термokatалитик қайта ишлаш жараёни учун турли параметрларда қўллаб тажриба ўтказилди. Ўтказилган тажриба синов натижасига кўра, намунадаги AKMS-4P, AKMS-5P катализаторлар энг фаол эканлиги исботланди. Уларнинг таркиби Al₂O₃ – 73,07 %, MoO₃ – 12 %, CoO₂ – 4 %, SiO₂ – 9 % ва P₂O₅ – 1,6-1,8 % каби фаол моддалар билан модификация қилиб фаоллаштирилган.

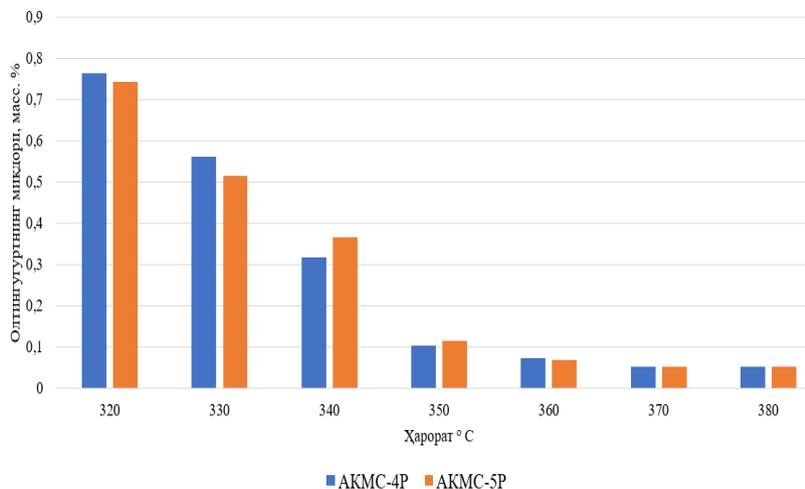
Жараён 320-380 °C оралиғидаги ҳароратда, хом-ашёни 1,0 соат⁻¹ хажмий тезликда, 2,0 МПа босимда амалга оширилди. Бунда водороднинг хом ашёга ҳажмий нисбати 1:3 қилиб олинди. Олиб борилган тажриба синов натижасида ёқилғи таркибидаги олтингугуртли бирикмаларнинг миқдори, азотли бирикмаларнинг миқдори сезиларли даражада камайиши кузатилди. Ёқилғи 320 °C гача қиздириб реакторга берилди. Дастлабки хом ашё таркибидаги олтингугуртли ва азотли моддаларнинг миқдори билан реактордан олинган катализат намунасининг таркиби текширилди.

3-жадвал.

Транспорт шинасининг пиролиз ёқилғиси термokatалитик тозалашда намунадаги модификация қилинган AKMS-5P катализаторни тажриба-синов натижалари

№	Ҳарорат, °C	Хом ашёни узатиш хажмий тезлиги (v), соат ⁻¹	Водород хом ашёнинг хажмий нисбати	Босим, МПа	Олтингугуртнинг қолдиқ миқдори, % мас.	Азотнинг қолдиқ миқдори, % мас.	Тозаланиш даражаси, %
1.	320	1,0	1:3	2,0	0,742	0,325	66,3
2.	330	1,0	1:3	2,0	0,514	0,244	76,6
3.	340	1,0	1:3	2,0	0,365	0,217	83,4
4.	350	1,0	1:3	2,0	0,114	0,108	94,8
5.	360	1,0	1:3	2,0	0,068	0,057	96,9
6.	370	1,0	1:3	2,0	0,051	0,037	97,7
7.	380	1,0	1:3	2,0	0,051	0,037	97,7

Бунда, намунадаги АКМС-4Р катализатори қўлланганда жараён 320 °С ҳароратдан бошлаб амалга оширилганда таркибидаги олтингугуртли бирикмалар 0,764 % дан бошлаб, 380 °С га етганда 0,051 % ни ташкил этди. Бунда катализаторнинг тозалаш жараёни 65,2 % дан бошлаб, 97,7 % гача етгани кузатилди.



8-расм. Транспорт шинасини пиролиз қилиб олинган суюқ ёқилғининг таркибидаги олтингугуртдан намунадаги турли катализаторлар билан тозалаш

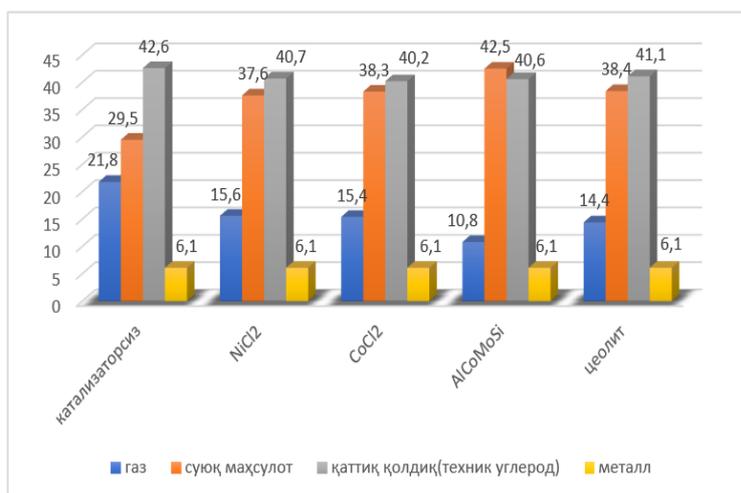
Намунадаги АКМС-5Р катализатори қўлланганда жараён 320 °С ҳароратга етганда намуна олиб текширалди, олинган намунадаги олтингугуртли бирикмаларнинг миқдори массага нисбатан 0,742 % дан бошлаб, 380 °С га етганда 0,051 % ни ташкил этди. Бунда катализаторнинг тозалаш жараёни 66,3 % дан бошлаб, 97,7 % гача етгани кузатилди.

Бир хил миқдорда олинган бир турдаги чиқинди шиналарини турли ноорганик катализаторлар ёрдамида лаборатория шароитида термокаталитик пиролиз қилиш йўли орқали тажриба синовидан ўтказилди. Натижалар таҳлил қилинди ва жадвал кўринишида жамланди. Ушбу ўтказилган тажриба натижалари 9-расмда келтирилган.

4-жадвал.

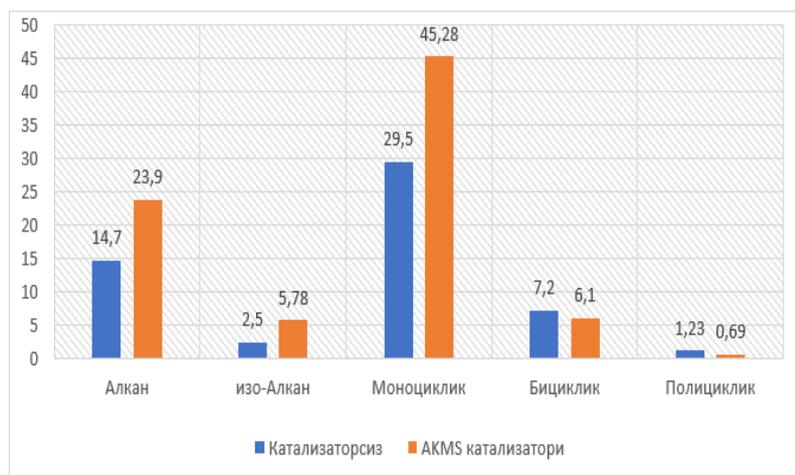
Пиролиз ёқилғисини сифатини яхшилаш учун ноорганик катализаторларнинг синов натижалари

Маҳсулот номи	Тажрибада қўлланилган катализаторлар				
	Катализаторсиз	NiCl ₂	CoCl ₂	АКМС	Цеолит
Газ фаза	21,8	15,6	15,4	10,8	14,4
Суюқ маҳсулот	29,5	37,6	38,3	42,5	38,4
Қаттиқ қолдиқ	42,6	40,7	40,2	40,6	41,1
Металл	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Жами	100	100	100	100	100



9-расм. Пиролиз ёқилғисини сифатини яхшилаш учун турли хил катализаторларнинг синов натижалари

4-жадвал ва диаграммадан кўришиб турибдики жараёни катализатор иштирокида амалга ошириш термокаталитик жараёнга нисбатан газ фазасини чиқиши юқори (массага нисбатан 21,8 % ни) бўлади, аксинча жараёнда суюқ маҳсулотни чиқиши эса пасайди (массага нисбатан 29,5 % ни). Термокаталитик жараёнда 4 хил турдаги катализаторлар синовдан ўтказилди. Жараёнинг асосий мақсади суюқ ёқилғи олишга қаратилганлиги сабабли, янги тавсия этилган модификацияланган АКМС катализаторидан фойдаланилганда суюқ ёқилғининг чиқиши қолган катализаторларга нисбатан энг юқори кўрсаткични (массага нисбатан 42,5 %) ташкил қилди. Газ фазанинг чиқиши энг паст кўрсаткични қайд этди (массага нисбатан 10,8 %). Ўтказилган тажрибага асосланиб ҳулоса қилиш мумкинки, газ ҳолидаги углеводородлар катализатор таъсирида ўзаро бирикиб, суюқ углеводородларни (C₅-C₈) ҳосил қилади. Демак, синовдан ўтказилган ноорганик катализаторлар ичида модификацияланган АКМС қўлланганда автошиналарни пиролиз қилишдан ҳосил бўлган суюқ ёқилғининг чиқиши энг юқори кўрсаткични намоён қилади.

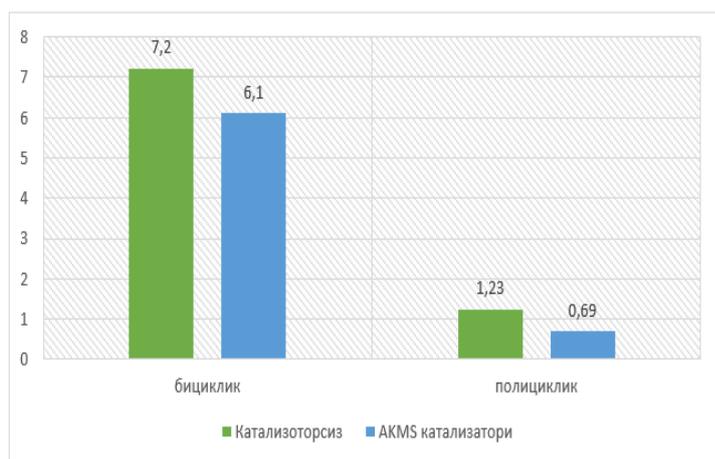


10-расм. АКМС катализатори иштирокида ва катализаторсиз ҳосил бўлган моддалари миқдори

Диаграммада яроқсиз шиналарни катализаторсиз ва АКМС катализатори иштирокида термик ва термокаталитик қайта ишлаб олинган суюқ ёқилғи табиби таҳлил қилинган. Жараёнга катализатор қўлланганда ёқилғи таркибининг сифатига ижобий таъсир кўрсатадиган бирикмалар

ҳисобланган алканлар миқдори 14,7 % дан 23,9 % гача кўтарилгани, изомерланган углеродлар миқдори 2,5 % дан 5,78 % гача ортгани, моноциклик углеводородларнинг миқдори 29,5 % дан 45,28 % гача кўтарилгани кузатилди.

Пиролиз жараёнидан олинган ёқилғилардан сифатли маҳсулотларни олишда ноорганик катализаторлар ичида модификация қилиб бойитилган АКМС катализаторнинг селективлиги энг юқори кўрсаткични қайд этганлиги кузатилди. Ушбу катализатор суяқ ёқилғи таркибидаги керакли бирикмаларни кўпайтириш билан бир қаторда, ёқилғи сифатига салбий таъсир кўрстувчи, фойдаланилганда экология ва атроф муҳитга зарарли газлар ажралиб чиқишига олиб келувчи моддаларнинг миқдорини камайиши билан борадиган реакцияларни амалга ошириш имконини бериши исботланди.



11-расм. АКМС катализатори иштирокида ва катализаторсиз ҳосил бўлган зарарли бирикмаларни миқдори

Ёқилғининг сифатига салбий таъсир этувчи бирикмалар бициклик углеводородлар 7,2 % дан 6,1 % гача, полициклик углеводородлар 1,23 % дан 0,69 % гача камайганилиги аниқланди.

Диссертациянинг «**Чиқинди шиналарини термокаталитик қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш**» деб номланган бешинчи бобда чиқинди шиналардан муқобил ёқилғи олишнинг тажриба-синов ва саноат қурилмаси ва технологик схемаси ишлаб чиқишган.

Тадқиқотлар натижасида ишлатилган транспорт шиналарини қайта ишлаш жараёнида ёқилғи олиш учун лаборатория шароитида йиғилган ва қўлланган технологик схемага ва параметларга асосланиб, катта миқдордаги шиналарни қайта ишлашга мўлжалланган пилот қурилма ишлаб чиқилди.

Чиқинди автошиналардан суяқ ёқилғи ишлаб чиқариш бўйича дастлабки техник-иқтисодий асослаш амалга оширилди. Суяқ ёқилғини термокаталитик усулда ишлаб чиқариш ва сотишдан олинган иқтисодий самара йилига 964 022 400 сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

Илмий ва амалий тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар олинди:

1. Яроқсиз транспорт шиналаридан фойдаланиш усуллари ҳамда уларнинг таркиби, тузилиши ва физик-кимёвий хусусиятлари ўрганилди.

2. Илк бор АКМ катализаторлари асосида фаол ноорганик моддалар билан модификация қилиб, автошиналарни пиролиз қилиш жараёнидан олинган суяқ ёқилғиларини тозалаш ҳамда сифатини яхшилашга эришилди.

3. Биринчи бор АКМ катализаторлари асосида таркибида фаол ноорганик моддалар MoO_3 – 12 %, CoO_2 – 4 %, Al_2O_3 – 73,27 % бўлган, SiO_2 – 9 % ва 1,6 % P_2O_5 билан бойитилган АКМС-5Р катализатори синовдан ўтказилди.

4. АКМС катализаторининг таркибидаги фаол моддалар масса улишидан келиб чиқиб, катализатор табиати, заҳарланишга турғунлиги, мустаҳкамлиги, селективлиги, жараёни олиб бориш параметрларига ижобий таъсири ўрганилди ва катализатор таркибининг оптимал улуши аниқланди.

5. Тадқиқотда ноорганик моддалар билан модификацияланган катализаторларни қўллаш орқали ёқилғининг чиқишини 29,5 % дан 42,5 % гача, яъни 13 % ошишига ҳамда ёқилғининг сифатини яхшиловчи моддаларнинг кўпайиш кўрсаткичини ортишига эришилди. Ҳусусан, тўйинган углеводородлар 14,7 % дан 23,7 % гача, изо-Алканлар 2,5 % дан 5,7 % гача ортиши исботланди.

6. Ўтказилган тадқиқотларига асосланиб жараёни тажриба-синов ва саноат намуналари ҳамда технологик схемалар, жараён учун мақбул параметрлар ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган технология “Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи” МЧЖ да саноат синовидан ўтказилди.

7. Чиқинди автошиналардан суяқ ёқилғи ишлаб чиқариш бўйича дастлабки техник-иқтисодий асослаш амалга оширилди. Термокаталитик усулда ишлаб чиқарилган суяқ ёқилғининг тан нархи 2 231 075 т/сўм ни ташкил этиб, аналог маҳсулотлардан 2 273 925 т/сўм арзон ҳисобланади.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ФЕРГАНСКОМ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

**ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Мирзакулов Гуломкодир Рахматуллаевич

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО
ТОПЛИВА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ШИН**

**02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их
основе**

02.00.11 – Коллоидная и мембранная химия

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована под номером В2022.4.PhD/T1914 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Ферганском политехническом институте и в Институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице по адресу www.farpi.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz

Научный руководитель:

Юсупов Фарход Махкамович
доктор технических наук, профессор

Хамдамова Шоида Шерзодовна
доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Эшметов Иззат Дўсимбатович
доктор технических наук, профессор

Ахмадалиев Махамаджон Ахмадалиевич
доктор технических наук

Ведущая организация:

Наманганский инженерно-технологический институт

Защита состоится «21» февраля 2023 года в «10⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.03/30.04.2021.T.106.04 при Ферганском политехническом институте по адресу: 150107, г. Фергана, ул. Ферганская, 86; Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ферганского политехнического института за №187, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (150107, г. Фергана, ул. Ферганская, 86. Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz)

Автореферат диссертации разослан «08» февраля 2023 года (реестр протокола рассылки №02 от «08» февраля 2023 года.



Хамракулов З.А.
Председатель разового Научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук

Назирова Р.М.
Ученый секретарь разового Научного совета по присуждению ученых степеней, доктор философии по техническим наукам (PhD)

Тожиёв Р.Р.
Председатель высшего научного семинара при разовом научном совете, присуждающий ученые степени доктор технических наук

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и необходимость темы диссертации. В современном развитии науки, техники и технологии возрастают потребности в энергии в условиях процессов глобализации, сокращение запасов природного сырья, разрушение экологии - основные проблемы, с которыми сталкивается человечество и которым необходимо найти решение. Для решения существующих проблем необходима разработка технологий получения альтернативных топливных продуктов путем переработки твердых бытовых отходов.

В мире ведутся научные исследования по производству альтернативных видов топлива и других продуктов путем переработки твердых бытовых отходов, в частности, непригодных для использования автомобильных шин. В связи с этим имеет приоритетное значение изучение статистических данных о мировом производстве автомобильных шин и накоплении отходов; анализ вредного воздействия отработанных шин на экологию и окружающую среду; определение химического состава и свойств отработанных транспортных шин; анализ современных методов утилизации непригодных шин и выбор эффективного метода; испытания различных неорганических катализаторов для термокаталитических процессов; определение оптимальных параметров термокаталитического процесса переработки автомобильных шин; необходимость оценки технико-экономической эффективности получения альтернативного топлива из отработанных транспортных шин.

В республике достигаются научные и практические результаты по разработке технологии производства альтернативного топлива путем термокаталитической переработки с использованием катализатора, активированного путем модификации отработанных транспортных шин неорганическими активными веществами. В третьем направлении стратегии развития нового Узбекистана определены задачи «Внедрение рыночных механизмов в сфере газоснабжения с гарантиями социальной защиты путем ускорения трансформационных процессов в нефтегазовом секторе»². В связи с этим особое внимание уделяется регенерации отработанных катализаторов и созданию альтернативной технологии получения топлива с их применением из отработанных шин.

Указы Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» и № УП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышения ее инвестиционной привлекательности» и Постановление № ПП-4805 от 12 августа 2020 г. «О мерах по повышению качества непрерывного образования и эффективности науки в области химии и биологии», а также 2 февраля 2022 года на

²Указ президента республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы»

видеоселекторном совещании под руководством главы государства, посвященном приоритетным задачам на 2022 год по совершенствованию системы обращения с отходами и улучшению экологической обстановки в регионах, реализации общенационального проекта "Зеленое пространство" были даны задания по улучшению сбора, сортировки, вывоза, переработки и утилизации этих отходов, а также это диссертационное исследование служит в определенной степени для реализации задач поставленных в нормативно-правовых документах касающихся этой деятельности.

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

Степень изученности проблемы. В научно-технической литературе изучено и освещено много информации по переработке отработанных шин, в частности, по технологии получения альтернативного топлива из автомобилей каталитическим методом.

Результаты анализа литературы показывают, что среди зарубежных ученых prof. Dr. Asraruddin Gulzad, MS. Debalaxmi Pradhan, Derakhshan Z., Ghaneian M.T., Mahvi A.H., Fang Y., Zhan U.M., Wang Y, Williams P., Rodriguez I.M., Laresgoiti M.F., Cabrero M.A., Torres A., Chomon M.J., Caballero B., Machin E.B., Pedroso D.T., de Carvalho J.A., Levendis Y.A., Atal A., Carlson J., Dunayevskiy Y., Vouros P., Zhang X., Wang T., Ma L., Chang J. , Kabir M.J., Chowdhury A.A., Rasul M.G. Kar Y. , Dung N.A., Elbaba I.F., Луговой Ю.В., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М. , Islam M.R, Haniu H. , Pakdel H., Макаревич Е.А., Dongyi Liua, Linbo Qina, Wangsheng Chena, Futang Xinga и др. проведены исследования по получению альтернативных видов топлива из различных промышленных отходов, улучшению их качества и количества.

Среди ученых Узбекистана К.С.Ахмедов, Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекел, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамхўжаев, У.К.Ахмедов, Г.У.Рахматкариев, С.З.Муминов, С.А.Абдурахимов, Б.Н. Ҳамидов, В.П.Гуро, Г.Р.Нарметова, Р.Х.Гумаров, Ф.М.Юсупов, И.К.Сатаев, Д.С.Салиханова, О.К.Бисенбаев, И.Д.Эшметов, Ш.Ш.Хамдамова, О.К.Эргашев, Д.Ж.Жумаева своими исследованиями внесли большой вклад в решение проблем разработки углеводородосодержащих продуктов на основе местного сырья и промышленных отходов, повышения активности неорганических катализаторов и использования их в этих процессах.

Связь диссертационного исследования с исследовательскими планами ВУЗа, в котором выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом НИР Ферганского политехнического института в рамках инновационных проектов «Разработка технологии получения углеводородных продуктов на основе промышленных и бытовых отходов» и «Оборудование для подготовки отходов к переработке».

Целью исследования является разработка технологии альтернативного топлива путем термокаталитической переработки транспортных шин с использованием активированного катализатора, путем модификации с неорганическими активными веществами.

Задачи исследования. Для достижения цели, поставленной в научной работе, были сформированы следующие задачи:

изучить статистику мирового производства автомобильных шин и накопления отходов;

анализ экологического вредного воздействия отработанных шин;

определение химического состава и свойств отработанных транспортных шин;

анализ современных методов утилизации старых шин и выбор эффективного метода;

испытания различных неорганических катализаторов для термокаталитических процессов;

разработка технологии извлечения активных неорганических веществ, содержащихся в катализаторах АКМ, и обогащение катализатора P_2O_5 и SiO_2 ;

изучение применения модифицированного катализатора АКМС в процессе в различных размерах, количествах, формах и изучение оптимального количества, исходя из этого определение формы и размера катализатора;

определение оптимальных параметров термокаталитического процесса обработки транспортных шин;

изучение физико-химических и коллоидных свойств полученного жидкого продукта по международным стандартам;

анализ состава и функциональных групп жидкого топлива современными методами, такими как ИК-спектроскопия, газовая хроматография GX-MX, масс-спектроскопия;

оценка технико-экономической эффективности получения альтернативного топлива из отработанных транспортных шин.

Объектом исследования являются покрышки легковых автомобилей, представляющие собой твердые бытовые отходы, а также применялись катализаторы АКМ, состоящие из неорганических веществ с пониженной активностью, используемые при переработке нефтепродуктов.

Предметом исследования являются методы термической и термокаталитической переработки отработанных шин, закономерности термокаталитической переработки автомобильных шин, а также физико-химические и каталитические свойства неорганических катализаторов, коллоидные свойства получаемого продукта.

Методы исследования. Физико-химические методы исследования, используемые в диссертационной работе, включают ИК-спектроскопию, газохроматографический масс-спектрометр GX-MX, определение температур помутнения, охлаждения и фильтрации жидких продуктов, определение фракционного состава топлива, термокаталитический пиролиз, гидроочистку, изомеризацию, гидратационные методы и др.

Научная новизна диссертационного исследования впервые модифицирован катализатор АКМС (CoO – 4 %, MoO₃ - 12%, SiO₂ – 9 %, P₂O₅ -1,6-1,8%, Fe₂O₃ - 0,008 %, Na₂O - 0,05 %, Al₂O₃ - 73,07-73,27 %). с активными неорганическими веществами и с участием этого катализатора разработана технология термокаталитической переработки бывших в употреблении транспортных шин;

экспериментально подтверждено повышение стабильности и активности катализатора, полученного путем его модификации на основе катализатора состоящего из неорганических веществ АКМ (CoO - 4 %, MoO₃ - 12 %, Fe₂O₃ - 0,008 %, Na₂O - 0,05 %, Al₂O₃ - 83,87 %) используемого при переработке нефти;

доказано, что термокаталитическая утилизация автомобильных шин экономически, экологически и технологически предпочтительнее термической утилизации;

по результатам анализов доказано, что качество и количество топлива, полученного с участием катализатора, улучшается, что оно является альтернативным топливом, характерным для нефтепродуктов;

при использовании неорганических катализаторов установлено, что выход топлива можно увеличить с 29,5 до 42,5 %, т.е. на 13 %;

за счет использования неорганических катализаторов достигнуто снижение содержания соединений S, O₂, N₂ в пиролизном топливе, а также уменьшение выхода сернистых соединений с 1,83 % до 0,051 %;

В результате научных исследований за счет использования катализаторов АКМС, обогащенных неорганическими активными соединениями, удалось увеличить выход веществ, улучшающих качество топлива, в частности предельных углеводородов с 14,7 % до 23,7 %, изоалканов с 2,5 % до 5,7 %, моноциклических углеводородов, как было доказано, увеличивается с 29,5 до 45,28%;

установлено, что соединений, негативно влияющих на качество жидкого топлива, состоящего из неорганических активных веществ, бициклических ароматических углеводородов уменьшилось с 7,2 до 6,1 %, полициклических ароматических углеводородов уменьшилось с 1,23 до 0,69 %;

разработаны технология и технологические параметры производства альтернативного топлива путем переработки отработанных транспортных шин;

Практические результаты исследования:

Разработана новая технология утилизации и переработки твердых бытовых отходов;

впервые разработана технология термокаталитической переработки отработанных шин с использованием катализатора АКМС;

На основе разработанной технологии получены: альтернативное топливо, пиролизный газ, сажа (технический углерод) и качественный металл.

Достоверность результатов исследования. Научные исследования проводились с использованием современных физико-химических и

аналитических методов, а исследования, проведенные в лабораториях и производственных условиях научно-исследовательского института и производственных предприятий, были подтверждены актами.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований объясняется разработкой научно-обоснованной технологии получения альтернативного топлива путем использования неорганических катализаторов при переработке отработанных транспортных шин, модификации катализаторов АКМ, используемых при переработке нефтепродуктов, и целенаправленного внедрение процессов очистки тяжелых нефтепродуктов от вредных соединений.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанная технология совершенствует инфраструктуру переработки и утилизации твердых бытовых отходов, используя отходы в качестве сырья для получения альтернативного топлива, заменяющего нефть и нефтепродукты, а также служит в процессе обучения учебных заведений при подготовке магистров и бакалавров в области химии и химической технологии.

Внедрение результатов исследования.

На основании научных результатов исследований по разработке альтернативной технологии извлечения топлива из отработанных транспортных шин:

Увеличение выхода топлива за счет модификации катализатора АКМ, применяемого в нефтепереработке, и технология использования его в процессе гидроочистки включена в «Перечень перспективных разработок, подлежащих внедрению в 2022-2026 годах» ООО «Ферганский НПЗ» (Справка ООО ФНПЗ, № 08-512 от 6 декабря 2022 года). В результате использование модифицированного катализатора позволило снизить содержание вредных соединений в топливе;

Очистки топлива и метод улучшения его свойств на основе модифицированного катализатора включен в «Перечень перспективных разработок, подлежащих внедрению в 2022-2026 годах» ООО «Ферганский НПЗ» (Справка ООО ФНПЗ, № 08-512 от 6 декабря 2022 года). В результате использования неорганических катализаторов удалось увеличить выход топлива с 29,5% до 42,5%, т. е. на 13%;

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 18 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 29 научных работ. В том числе 8 научных статей, из них 4 в опубликованы в местных и 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы, и приложений. Объем диссертации состоит из 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Введение. В этой части обосновывается актуальность и важность работы, формируются цели и задачи исследования, описываются объекты и предметы исследования, совместимость исследования с приоритетными направлениями развития науки и техники Республики Узбекистан. Выявлена научная новизна исследования и представлены практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе «**Современное состояние и перспективы технологий утилизации транспортных шин**» приведены основные сведения о транспортных шинах на основе таких материалов, как научно-технические публикации и патентная литература, то есть характеристики и исходный состав отработанных транспортных шин, их современное состояние. Охарактеризовано влияние отработанных шин на экологию и окружающую среду, общие сведения о теоретических и экспериментальных исследованиях по негативному влиянию на окружающую среду, методы утилизации, производство и утилизация транспортных шин в мире и в нашей стране, преимущества химической переработки отработанных шин и методология переработки твердых бытовых отходов. На основе критического анализа этих проблем были сформированы цели и задачи диссертационного исследования.

Вторая глава «**Характеристики используемых материалов, методы проведения экспериментов**» посвящена изучению структуры и исходного состава отработанных транспортных покрышек, используемых в качестве объекта исследования, выбору методов проведения экспериментов и лабораторных приборов, а также описанию современных методов физико-химического анализа получаемого продукта.

Методом ИК-спектроскопии изучен количественный и качественный состав функциональных групп жидкого топлива.

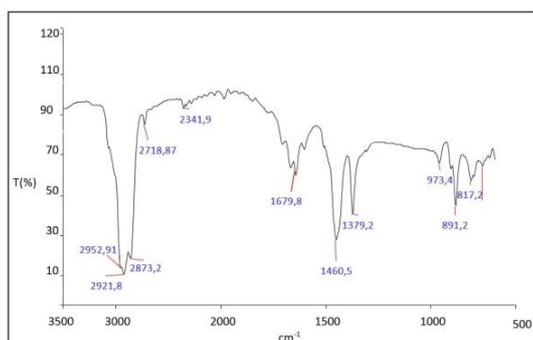


Рис. 1. Инфракрасная переменная спектроскопия жидкости пиролиза отработанных автомобильных шин.

По результатам анализа в пробе топливо обнаружены следующие органические соединения: алканы - CH_3 ($2975\text{-}2950\text{ см}^{-1}$), алкилы - CH_2 - ($2940\text{-}2915\text{ см}^{-1}$), алкены $\text{C}=\text{C}$ ($1680\text{-}1620\text{ см}^{-1}$), идентифицированы ароматические углеводороды ($1600\text{-}1575\text{ см}^{-1}$), альдегиды R-CHO ($2880\text{-}2650\text{ см}^{-1}$), амины $\text{R}_2\text{C}=\text{NH}_2$ ($2500\text{-}2300\text{ см}^{-1}$) и функциональные группы.

Результаты анализа сопоставлены с результатами масс-спектрального анализа газовой хроматографии летнего и зимнего дизельного топлива, газойля каталитического крекинга и легкого газойля установки замедленного коксования, полученного с установки АВТ.

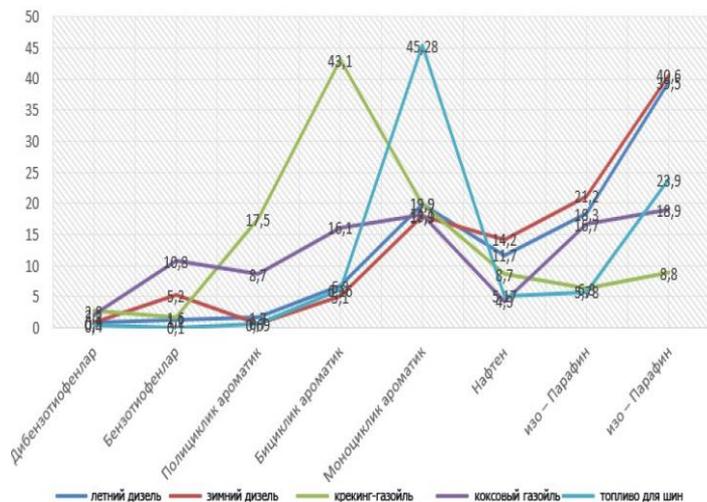


Рис. 2. График сравнения результатов анализа топлива, полученного при пиролизе автомобильных шин, с топливом, полученным при переработке нефти, по результатам анализа.

Доказано, что состав полученного жидкого топлива во многом схож с составом топливных фракций, получаемых при переработке нефти.

В качестве одного из современных методов определения индивидуальных углеводородов, содержащихся в жидком топливе, применялась газохроматографическая масс-спектрометрия.

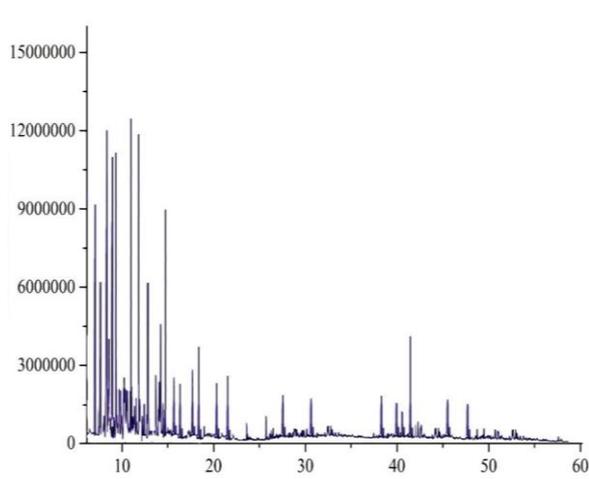


Рис. 3. Газохромато-масс-спектрометрия вторичного жидкого топлива из бывших в использованных шин (ГХ-МС).

По результатам анализа нами выделены вещества с наибольшим количеством в пересчете на массу. Из результата видно, что переработанная жидкость отработанных шин содержит нонан (6,21%), декан (6,29%), ундекан (2,18%), 1,2-диметилбензол (4,8%), м-этилметилбензол (2,87%), 2,6-диметилоктан (2,07%), этилбензол (5,64%), о-ксилол (5,52%), 1-этил-2-метилбензол (6,13%), 1,2 органические вещества, такие как 3-триметилбензол (3,77%), п-цимол (4,65%) октан (2,71%).

В третьей главе диссертации под названием «**Исследование процесса переработки отработанных шин методом пиролиза**» проведен пиролиз отработанных шин в лабораторных условиях при различных параметрах и разработаны оптимальные параметры.

В ходе эксперимента в качестве образца был взят кусок утильной шины марки «Tire-FRT&RR (R12 NEXEN)» производства АО «Uzavto motors», местного производителя. Полученный образец подвергали пиролизу с помощью приборов, собранных в лабораторных условиях.

Сравнивая результаты проведенных экспериментов, можно сделать следующие выводы:

- По опыту 1 (пиролиз при 300 °С) процесс медленно длился 27 минут. Выход жидкой фазы низкий (25,3%). Наблюдали большое количество остатка (59,1%). Поскольку температура была недостаточной для протекания реакции пиролиза, процесс остановили.

- По опыту 2 (пиролиз при 400 °С) процесс медленно длился 22 минуты. Выход жидкой фазы составил (31,2%). Остаток (52,4%) остался. Поскольку температура была недостаточной для протекания реакции пиролиза, процесс остановили.

- По опыту 3 (пиролиз при 500 °С) процесс длился 17 минут. Выход жидкой фазы составил (42,5%). Остаток (40,6%) остался. Полностью реализован процесс пиролиза. Было замечено, что шина полностью расплавилась.

- По опыту 4 (пиролиз выше 600 °С) процесс длился на 14 минут быстрее, чем в остальных опытах. Выход жидкой фазы составил (34,8%). Остаток (38,7%) остался. Реакция пиролиза прошла до конца и наблюдалось полное расплавление шины. В этом процессе образовалось больше легких углеводородных газов (20,4%), чем в остальных экспериментах.

Доказано, что 500 °С является оптимальной температурой для низкотемпературного пиролиза для получения жидкого топлива из отработанных шин. Доказано, что для получения газообразных углеводородов следует использовать процесс высокотемпературного пиролиза и проводить процесс при температуре выше 600°С.

Таблица 1.

Продукты, полученные при пиролизе использованных автомобильных покрышек при различных температурах

Наименование товара	Температура пиролиза, °С			
	300	400	500	<600
Остаточная твердая фаза, % масс.	59,1	52,4	40,6	43,4
Жидкость, % масс.	25,3	31,2	42,5	32,6
Газовая фаза, % масс.	9,5	10,3	10,8	17,9
Металл % масс.	6,1	6,1	6,1	6,1
Общий	100	100	100	100

На основе полученных результатов построена диаграмма состав свойств. Выход жидкого топлива увеличивается с повышением температуры (в диапазоне 300-500 ° С). Однако в процессе пиролиза, проводимого при

высокой температуре (более 600 ° С), наблюдалось снижение выхода жидкости и резкое увеличение выхода газовой фазы. Так, было установлено, что в процессе пиролиза, проводимого при высокой температуре, за счет высокой температуры углеводороды разлагаются и разделяются на газообразные углеводороды. Наблюдали уменьшение твердого остатка с повышением температуры. Оптимальная температура для проведения процесса 500 °С.

На рис. 4(а) мы видим жидкую фазу, полученную в результате пиролиза. На изображении показана жидкая фаза, обработанная неорганическим катализатором, более светлым цветом в колбе слева, и жидкая фаза, полученная без катализатора, чуть более темным цветом в колбе справа.

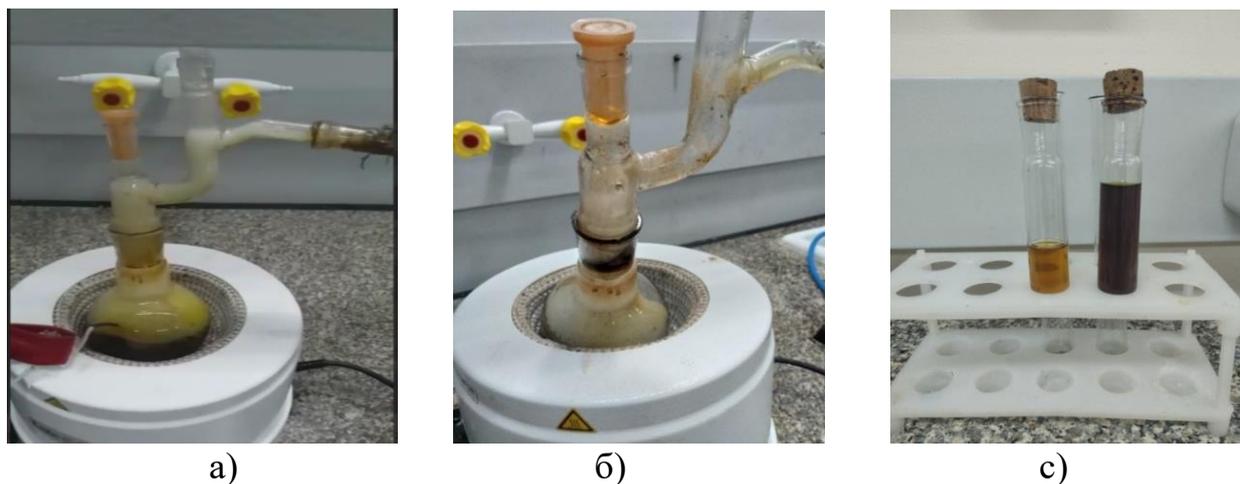


Рис. 4. Проведенные опытные испытания и получены результаты.

В третьей главе диссертации «**Научное обоснование модификации катализатора АКМ, применяемого в переработке нефтепродуктов, и использования пиролизного топлива в термokatалитической переработке**», были проведены различные исследования с помощью неорганических катализаторов с целью повышения качества топлива, полученного в процессе пиролиза с использованием неорганических катализаторов. Катализаторы были модифицированы с использованием неорганических веществ.

Одной из основных задач термokatалитической переработки топлив, полученных из использованных транспортных шин, является повышение качества выхода продукта, увеличение его количества и оптимизация параметров технологического процесса. Ряд неорганических катализаторов испытан мировыми учеными для термokatалитических процессов переработки топлива.

Известно, что процесс гидроочистки осуществляется с целью очистки вредных соединений в нефтепродуктах, а насыщения содержащихся в них непредельных углеводородов проводится газообразным водородом. В этих процессах используются катализаторы типа алюмо-никель-молибден (АНМ) NiO – 4 %, MoO₃ – 12 %, Fe₂O₃ – 0,008 %, Na₂O – 0,05 %, Al₂O₃ – 83,87 %, алюмо- кобальт-молибден (АКМ) CoO – 4 %, MoO₃ – 12 %, Fe₂O₃ - 0,008%, Na₂O - 0,05%, Al₂O₃ - 83,87%.

Катализаторы АКМ применяются для очистки нефтепродуктов от вредных соединений (в том числе гетероциклических соединений от S, N₂, O₂) в НПИЗ, особенно в установках Л 35-11/300, ЛЧ 35-11/600, ГДС ФНПИЗ. Катализаторы этого типа выводятся из процесса как отходы после 5-7 лет использования. С этой целью был создан технологический метод регенерации отработанных катализаторов АКМ и рационального использования их активных элементов.

Для восстановления активности катализатор перерабатывается. Процедуру проводят в следующем порядке.



Рис. 5. Схема утилизации отработанного катализатора.

Отработанный катализатор измельчают в мельнице. За коксованную часть отделяют от молотой смеси. Чистые оксиды CoO, MoO₃ добавляют, чтобы довести количество действующих веществ в смеси до нормы.

SiO₂ добавляется к измельченному катализатору для повышения его прочности и стабильности. После этого смесь готовят и прессуют с помощью прессы низкого давления катализатора и отливают в сферическую форму. Это позволяет проводить процесс даже при невысоком давлении для пиролиза. После этого готовый катализатор модифицируют раствором фосфорной кислоты. После сушки над катализатором остается 1,6-1,8% P₂O₅. Таким образом, катализаторы АКMS, модифицированные активными веществами, более устойчивы к закоксованию и отравлению. Кроме того, можно максимально очистить жидкое топливо от вредных соединений, насытить его водородом, увеличить содержание веществ, улучшающих качество топлива.

С целью изучения морфологии поверхности химической модификации катализатора образец исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Установлено, что исходный образец имеет пористую структуру разного размера и внешнего вида и состоит из частиц разной формы в зависимости от его дисперсности и морфологического состава. В ходе проведенных исследований определяли количество активных веществ катализатора, количество модифицированных веществ, внешний вид и размер пор в образце АКMS-5P. Свойства катализаторов АКМ и АКMS-5P определяли и сравнивали с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

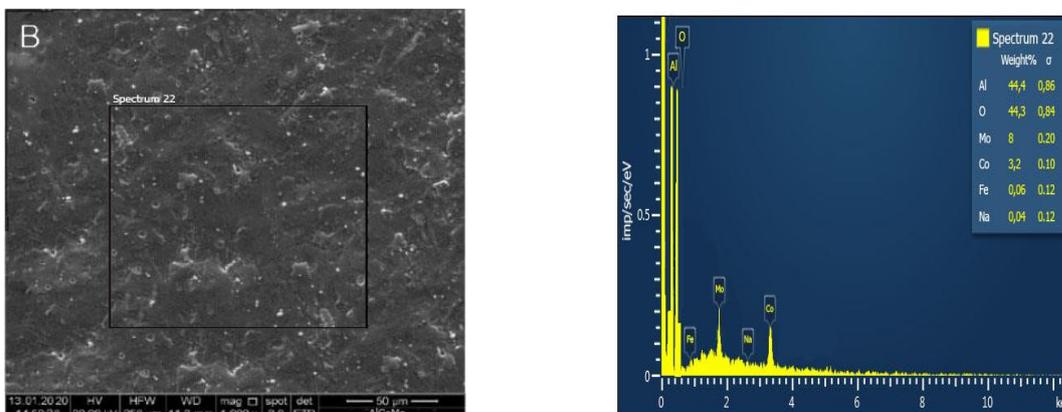


Рис. 6. Результаты СЭМ катализатора АКМ.

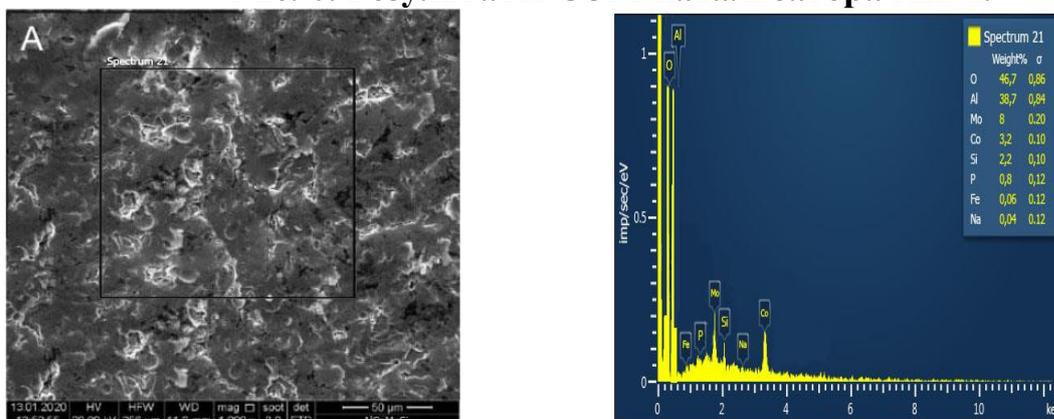


Рис.7. Результаты СЭМ катализатора АКМС-5Р, модифицированного АКМ.

Известно, что основные физико-химические свойства катализатора, показатель прочности, определяются на стадии приготовления, но количество добавляемых в катализатор компонентов влияет на конечные физико-химические свойства образца. Способ приготовления и количество активных компонентов, входящих в состав носителя, влияют на такие факторы, как объем пор, плотность, относительная площадь поверхности и средний диаметр пор катализатора.

Таблица 2.

Физико-химические свойства исследуемых катализаторов в виде образцов

№	Параметры процесса	AKMS-1	AKMS-2	AKMS-3	AKMS-4P	AKMS-5P	AKMS-6	AKMS-7
1.	Насыпная плотность, г/см ³	0,83	0,83	0,75	0,84	0,83	0,80	0,80
2.	Индекс прочности, кг/мм	1,1	1,7	1,9	2,8	2,9	2,1	2,1
3.	Потери при прокаливании, % масс.	4,3	4,4	4,6	2,6	2,8	4,8	4,4
4.	Удельная поверхность, м ² /г	176	154	162	169	187	180	185
5.	Объем пор, см ³ /г	0,61	0,64	0,62	0,65	0,68	0,64	0,62
6.	Средний диаметр пор, Å	121	128	160	165	165	142	127

Были проведены эксперименты с использованием катализаторов в образце при различных параметрах процесса термokatалитической переработки шин. По результатам эксперимента наиболее активными оказались катализаторы АКМС-4Р, АКМС-5Р в образце. Их состав модифицирован и активирован активными веществами, такими как Al_2O_3 - 73,07 %, MoO_3 - 12 %, CoO_2 - 4 %, SiO_2 - 9 % и P_2O_5 - 1,6-1,8 %.

Процесс проводили при температуре в пределах 320-380 °С, со скоростью 1,0 ч⁻¹ объема сырья, при давлении 2,0 МПа. Объемное соотношение водорода к сырью составляло 1:3. В результате проведенного эксперимента было замечено, что количество соединений серы и соединений азота в топливе значительно уменьшилось. Топливо нагревали до 320 °С и подавали в реактор. Состав образца катализатора, отобранного из реактора, проверяли по количеству сернистых и азотистых веществ в исходном сырье.

Таблица 3.

Результаты экспериментальных испытаний модифицированного катализатора АКМС-5Р в термokatалитической обработке пиролизного топлива транспортных шин

№	Температура, °С	Объемная скорость подачи сырья (v), соат ⁻¹	Отношение сырьё/Н ₂	Давление, МПа	Содержание остаточной серы, % мас.	Содержание азота, % мас.	Степень гидрообессеривания, %
1.	320	1,0	1:3	2,0	0,742	0,325	66,3
2.	330	1,0	1:3	2,0	0,514	0,244	76,6
3.	340	1,0	1:3	2,0	0,365	0,217	83,4
4.	350	1,0	1:3	2,0	0,114	0,108	94,8
5.	360	1,0	1:3	2,0	0,068	0,057	96,9
6.	370	1,0	1:3	2,0	0,051	0,037	97,7
7.	380	1,0	1:3	2,0	0,051	0,037	97,7

При использовании в образце катализатора АКМС-4Р при проведении процесса от 320 °С содержание соединений серы начиналось с 0,764 %, а при достижении 380 °С составляло 0,051 %. Было замечено, что процесс очистки катализатора начинался с 65,2% и достигал 97,7%. При использовании в образце катализатора АКМС-5Р процесс проверяли отбором образца при достижении температуры 320 °С, количество сернистых соединений в полученном образце начиналось с 0,742 % по массе и достигало 0,051 % при достижении 380 °С. Было замечено, что процесс очистки катализатора начинался с 66,3% и достигал 97,7%.

Проведена экспериментальная проверка методом термokatалитического пиролиза однотипных отработанных шин, полученных в одинаковом количестве, с использованием различных неорганических катализаторов в лабораторных условиях. Результаты были проанализированы и сведены в табличную форму. Результаты этого эксперимента представлены на рисунок 11.

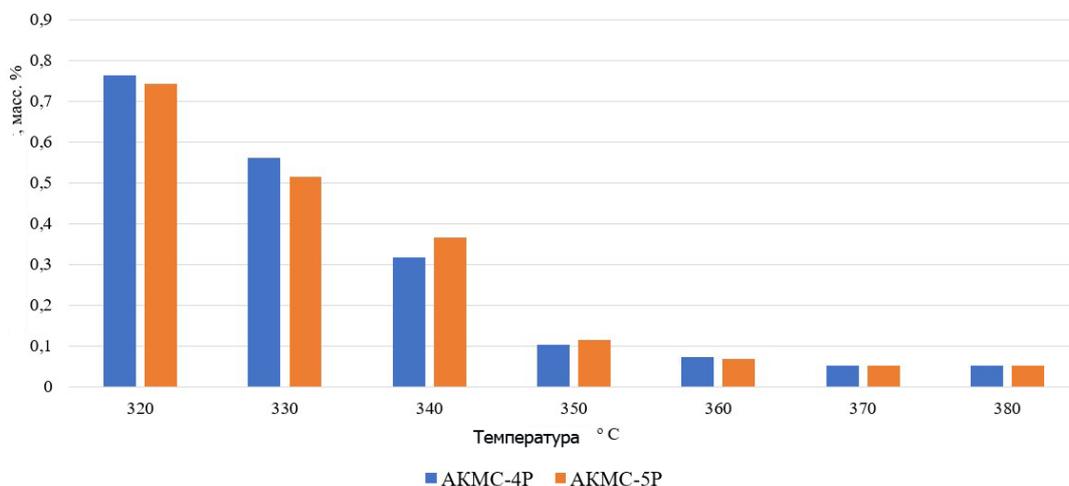


Рис. 8. Очистка транспортных шин от серы, содержащейся в пиролизном жидком топливе с различными катализаторами в образце

Таблица 4. Результаты испытаний неорганических катализаторов для улучшения качества пиролизного топлива

Наименование товара	Катализаторы, использованные в эксперименте				
	Без катализатора	NiCl ₂	CoCl ₂	AKMS	Цеолит
Газовая фаза	21,8	15,6	15,4	10,8	14,4
Жидкий продукт	29,5	37,6	38,3	42,5	38,4
Твердый остаток	42,6	40,7	40,2	40,6	41,1
Металл	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Общий	100	100	100	100	100

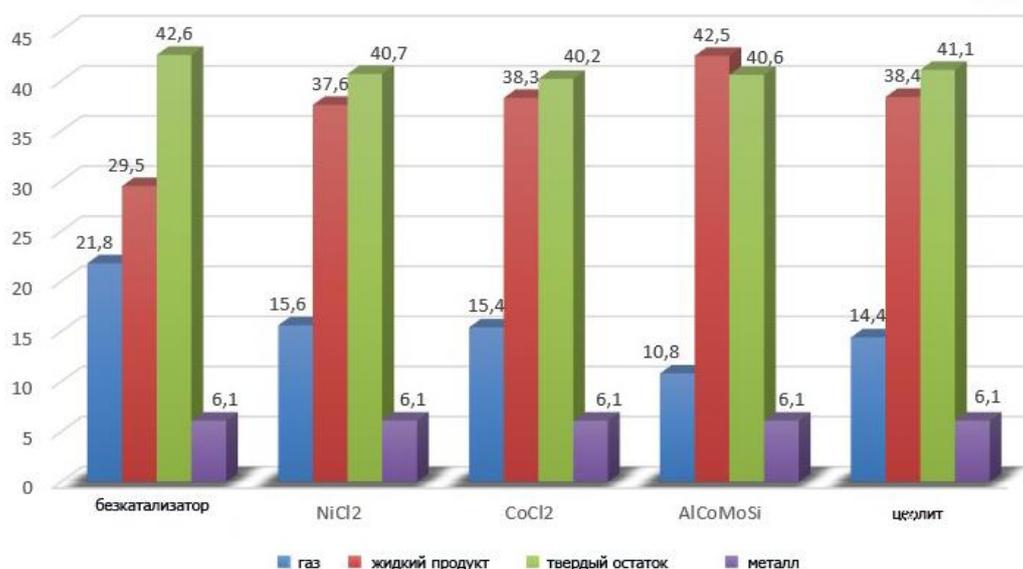


Рис. 9. Результаты испытаний различных катализаторов для улучшения качества пиролизного топлива

Как видно из табл. 6 и рисунок 11, выход газовой фазы выше (21,8 % по массе) по сравнению с термokatалитическим процессом без катализатора, а выход жидкого продукта в процессе ниже (29,5 % по массе). по массе). В термokatалитическом процессе были испытаны 4 различных типа

катализаторов. Поскольку основной целью процесса является получение жидкого топлива, при использовании вновь предложенного модифицированного катализатора АКМС выход жидкого топлива был наибольшим (42,5% по массе) по сравнению с остальными катализаторами. Выход газовой фазы был самым низким (10,8% по массе). На основании эксперимента можно сделать вывод, что газообразные углеводороды под действием катализатора соединяются с образованием жидких углеводородов (C₅-C₈). Таким образом, среди испытанных неорганических катализаторов выход жидкого топлива из пиролиза автомобильных шин показывает наиболее высокие показатели при использовании модифицированного АКМС.

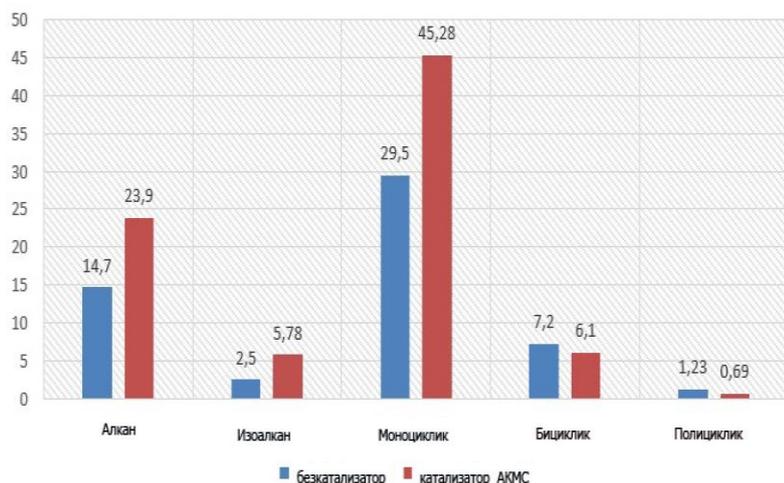


Рис. 10. Количество веществ, образующихся в присутствии катализатора АКМС и без катализатора

В Рисунок 12 анализировали термически и термокаталитический переработанное жидкое топливо без катализатора и в присутствии катализатора АКМС. При использовании в процессе катализатора количество алканов, являющихся соединениями, положительно влияющими на качество топливной композиции, увеличилось от 14,7 % до 23,9 %, количество изомерных углеродов возросло от 2,5 % до 5,78 %, а количество моноциклических углеводородов увеличилось от 29,5% до 45,28%.

Среди неорганических катализаторов отмечено, что селективность катализатора АКМС, обогащенного модификацией, была наибольшей в получении качественных продуктов из топлив, полученных в процессе пиролиза. Доказано, что этот катализатор увеличивает содержание необходимых соединений в жидком топливе, а также снижает количество веществ, отрицательно влияющих на качество топлива и приводящих к выделению вредных для экологии и на окружающую среду газов при использовании.

Установлено, что соединения, негативно влияющие на качество топлива: бициклические углеводороды уменьшились от 7,2% до 6,1%, а полициклические углеводороды уменьшились от 1,23% до 0,69%.

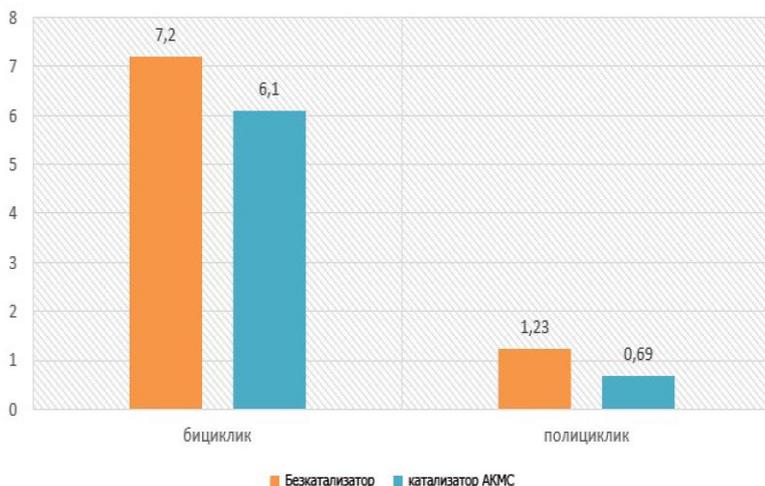


Рис. 11. Количество вредных соединений, образующихся в присутствии катализатора АКМС и без катализатора

В пятой главе диссертации на тему «**Разработка технологии термokatалитической переработки отработанных покрышек**» ими разработаны опытно-промышленное устройство и технологическая схема получения альтернативного топлива из отработанных покрышек.

В результате исследований была разработана опытная установка для переработки большого количества шин, на основе собранной и примененной в лабораторных условиях технологической схемы и параметров для получения топлива при переработке отработанных транспортных шин.

Проведено предварительное технико-экономическое обоснование производства жидкого топлива из автомобильных шин. Экономический эффект от производства и реализации жидкого топлива термokatалитическим способом составляет 964 022 400 сум в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате научно-практических исследований были сделаны следующие выводы:

1. Изучены способы использования неиспользованных транспортных шин и их состав, структура и физико-химические свойства.

2. Впервые на основе катализаторов АКМ, модифицированных активными неорганическими веществами, исследована очистка и улучшение качества жидких топлив, получаемых в процессе пиролиза автомобилей.

3. Катализатор АКМС-5Р с активными неорганическими веществами MoO_3 – 12 %, CoO_2 – 4 %, Al_2O_3 – 73,27 %, обогащенный такими веществами, как SiO_2 – 9 % и 1,6 % P_2O_5 испытан впервые на основе катализаторов АКМ.

4. Изучена природа катализатора, устойчивость к отравлению, стабильность, селективность, положительное влияние на параметры процесса по массовому соотношению действующих веществ катализатора АКМС и определена оптимальная пропорция.

5. В ходе исследования с помощью катализаторов, модифицированных с неорганическими веществами, удалось увеличить выход топлива от 29,5 % до 42,5 %, т. е. увеличить на 13 %, а также увеличить скорость воспроизводства веществ, улучшающих качество топлива. В частности, было

доказано, что насыщенные углеводороды увеличиваются от 14,7% до 23,7%, а изо алканы - от 2,5% до 5,7%.

6. На основании проведенных исследований были разработаны оптимальные параметры процесса, опытно-экспериментальные и промышленные образцы, а также технологические схемы. Разработанная технология прошла промышленную апробацию в ООО «Ферганский НПЗ». По результатам испытаний было воспроизведено 230,3 литра топлива..

7. Выполнено предварительное технико-экономическое обоснование производства жидкого топлива из отработанных автомобильных шин. Цена жидкого топлива, полученного термokatалитическим способом, составляет 2 231 075 т/сум, что на 2 273 925 т/сум дешевле аналоговой продукции.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.04.2021.T.106.04 ON
AWARDING SCIENTIFIC DEGREES AT FERGANA POLYTECHNICAL
INSTITUTE**

**FERGANA POLYTECHNICAL INSTITUTE
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

MIRZAKULOV GULOMKODIR

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING ALTERNATIVE
FUEL FROM USED TRANSPORT TIRES**

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis
02.00.11 – Colloidal and Membrane Chemistry**

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
TECHNICAL SCIENCES**

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 B2022.4.PhD/T1914.

Dissertation was carried out at the Fergana polytechnic institute and Institute of general and inorganic chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.ferpi.uz and on the website of "Ziyonet" Information and educational portal www.ziyonet.uz

Research supervisors:

Yusupov Farhod

Doctor of Technical Sciences, Professor

Khamdamova Shoxida

Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents:

Eshmetov Izzat

Doctor of Technical Sciences, Professor

Akhmadaliev Makhamadjon

Doctor of Technical Sciences

Leading organization:

Namangan engineering and technological institute

The defense will take place on "21" February 2023 at "10⁰⁰" hours at a meeting of the Scientific Council DSc.03/30.04.2021.T.106.04 at the Fergana polytechnic institute at the address: 150107, Fergana, st. Fergana, 86; Tel. : (+99873) 241-12-06; fax: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz

The thesis is registered in the Information-Resource Center of the Fergana polytechnic institute under No. 187, which can be found in the Information-Resource Center (150107, Fergana, Fergana St., 86. Tel. : (+99873) 241-12-06; fax : (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz)

Abstract of dissertation sent out on "08" February 2023 y.

(mailing report № 02 from "08" February 2023 y.).



Xamrakulov Z.A.
Chairman of the one-time Scientific Council for the award
academic degrees, doctor of technical sciences

Nazirova R.M.
Scientific Secretary of the Scientific Council for the award
degrees, Doctor of Philosophy in Engineering Sciences (PhD)

Tojiev R.R.
Chairman of the one-time scientific seminar under the
one-time scientific council that grants scientific
degrees, doctor of technical sciences, docent

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work development of alternative fuel technology by thermocatalytic processing of transport tires using an activated catalyst, by modification with inorganic active substances.

The object of the research is the tires of light vehicles, which are solid household waste used in the processing of petroleum products, AKM catalysts were used, consisting of inorganic substances with reduced activity.

Scientific novelty of the dissertation research for the first time modified AKMS catalyst (CoO - 4%, MoO₃ - 12%, SiO₂ - 9%, P₂O₅ - 1.6-1.8%, Fe₂O₃ - 0.008%, Na₂O - 0.05%, Al₂O₃ - 73.07-73.27%). with active inorganic substances and with the participation of this catalyst, a technology for the thermal catalytic processing of used transport tires has been developed;

increasing the stability and activity of the catalyst by modifying it based on the AKM catalyst (CoO - 4%, MoO₃ - 12%, Fe₂O₃ - 0.008%, Na₂O - 0.05%, Al₂O₃- 83.87%), which is used in experimentally proven processing of petroleum products;

it has been proven that the thermal catalytic recycling of car tires is economically, environmentally and technologically preferable to thermal recycling;

according to the results of the analyzes, it was proved that the quality and quantity of the fuel obtained with the participation of the catalyst is improving, that it is an alternative fuel characteristic of petroleum products;

in a study using inorganic catalysts, it was possible to increase the fuel yield from 29.5% to 42.5%, i.e. by 13%;

with the use of inorganic catalysts, the purification of S, O₂, N₂ compounds in the resulting fuel was carried out by means of a hydrotreatment process, in which the release of sulfur compounds, the most harmful to fuel quality, was reduced from 1.83% to 0.051%;

As a result of scientific research, through the use of AKMS catalysts enriched with inorganic active compounds, it was possible to increase the yield of substances that improve fuel quality, in particular, saturated hydrocarbons from 14.7% to 23.7%, iso alkanes from 2.5% to 5.7 %, monocyclic hydrocarbons has been proven to increase from 29.5 to 45.28%;

it was found that compounds that negatively affect the quality of liquid fuels, consisting of inorganic active substances, bicyclic aromatic hydrocarbons decreased from 7.2 to 6.1%, polycyclic aromatic hydrocarbons decreased from 1.23 to 0.69%;

technology and technological parameters for the production of alternative fuels by processing used transport tires have been developed.

Implementation of the research results: On the basis of scientific results, research and development of alternative technologies, the research of fuel and other transport tires:

The process of increasing fuel yield and hydrotreating by modifying the AKM catalyst used in oil refining is included in the " List of promising developments for

implementation in 2024-2026" of "Fergana Oil Refinery" LLC. (document №. 08-512 dated December 6, 2022 of LLC " Fergana Oil Refinery"). As a result, the use of a modified catalyst made it possible to reduce the harmful compounds in the fuel

new technology is included in " List of promising developments for implementation in 2024-2026" of " Fergana Oil Refinery" LLC. (document №. 08-512 dated December 6, 2022 of LLC " Fergana Oil Refinery "). As a result, by using inorganic catalysts, it was possible to increase the fuel yield from 29.5 % to 42.5 %, that is, by 13 %;

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov Methods and physico-chemical fundamentals of toxic waste recycling in local conditions// Scientific –technical journal of FerPI 2020 . Том 24 . спец. вып. № 1. Часть 1 ISSN 2181-7200 (P.p 80-85)
2. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov, G.M.Mirzakulova Investigation of fuel production methods based on utilization of local waste tires// Scientific – technical journal of FerPI 2020 . Том 24 . спец. вып. № 1. Часть 2 ISSN 2181-7200 (P.p 71-76)
3. F.P.Мирзақулов , Юсупов Ф.М., Мирзақулова Г.М.Ишлатилган тарнспорт шиналаридан фойдаланиш ҳолати ва истиқболли ечимлар// Фарғона политехника институти Илмий – техника журнали 2020.Том 1. №3 ISSN 2181-7200 (97-102 бетлар)
4. F.P.Мирзақулов Ф.М.Юсупов Фойдаланиб бўлинган чиқинди автомобиль шиналарини қайта ишлашнинг экологик, иқтисодий ва технологик жихатдан самарали усули // Фарғона политехника институти Илмий – техника журнали 2020.Том 24.№6 ISSN 2181-7200 (154-158 бетлар)
5. G.R.Mirzakulov, F.M. Yusupov Ecological, Economic and Technologically Effective Method of Recycling of Old Tires // International Journal Of Advanced Research in Science, Engineering and Technology VOLUME 7, ISSUE 8, August 2020 ISSN: 2350 0328 (P.p 14583-14587)
6. Г.Р.Мирзақулов Ф.М.Юсупов, Г.М.Мирзақулова Анализ жидкого топлива полученного переработкой использованных шин методом газовой хроматографической масс-спектрометрии (GC-MS)// Universum: технические науки Выпуск: 12(93), Декабрь 2021, Часть 4 Москва 2021, 98-102 с
7. F.P.Мирзақулов, Хамдамова Ш.Ш.Транспорт шиналарини термокаталитик қайта ишлашда ноорганик катализаторларни қўллаш// Фарғона политехника институти Илмий – техника журнали 2022. спец. вып.№6 ISSN 2181-7200 (89-93 бетлар)
8. Хамдамова Ш.Ш., F.P.Мирзақулов Автошиналарини термокаталитик қайта ишлашда қўланиладиган ноорганик катализаторларни модификация қилиш // Фарғона политехника институти Илмий – техника журнали 2022. спец. вып.№6 ISSN 2181-7200 (93-96 бетлар)

II бўлим (II часть; part II)

9. Г.Мирзақулов, Ф.М. Юсупов Инновационный метод переработки высокомолекулярных соединений, отрицательно влияющих на природу и здоровье человека “Современный мир, природа и человек: сборник

материалов XIX-ой Международной научно-практической конференции” (Кемерово, 25 сентября 2020 г.) ISBN: 978-5-8151-0247-7 (С.480-486)

10. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov Methods and physico-chemical fundamentals of toxic waste recycling in local conditions International scientific and technical on-line conference “Problems and prospects of innovative technology and technologies in the field of environmental protection” proceedings of the conference part-III, Tashkent-2020. (P.355-358).

11. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov, G.M.Mirzakulova Impact of waste tires on International scientific-practical on-line conference on the theme: «Actual problems and innovative technologies in the field of natural sciences» November 20,21, 2020 year (P. 277-280)

12. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov, G.M.Mirzakulova Creating a new way of recycling waste tires International scientific and technical conference "Improvement and implementation innovative ideas in the field of chemistry and chemical technology " 23-24 october 2020. FerPI. (P. 214-218)

13. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov, S.Ubaydullayeva Study of obtaining surfactant and fuel by recycling used car tires Международной конференции «Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии» прошедшей 23-24 октября 2020 года в Фер ПИ. (С.226-228)

14. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov, G.M.Mirzakulova The impact of high molecular weight wastes on the environment and a new way of recycling them International scientific-practical on-line conference on the theme: «Actual problems and innovative technologies in the field of natural sciences» November 20,21, 2020 year (P. 124-128)

15. F.Мирзақулов, Б.Аъзамжонов, Ф.М.Юсупов Қаттиқ маиший чиқиндилардан фойдаланиш бўйича норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар ижроси ва янгича ёндашувлар “Бакалаврият ва магистратура талабаларининг илмий ишлари” халқаро масофавий илмий-амалий конференция Тошкент давлат юридик университети Тошкент – 2020 (316-317 бетлар)

16. F.Мирзақулов, Ф.М.Юсупов “Чиқиндилардан муқобил ёқилғи олишда бугунги кун муаммолари ва истиқболли ечимлар” «Нефт-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» халқаро конференция 26 май 2020 йил, Ташкент-2020 (727-729 бетлар)

17. F.Мирзақулов, Ф.М.Юсупов “Исследование альтернативных технологий производства топлива путем утилизации старых шин” Международной конференции «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы» 26 май 2020 йил, Ташкент-2020 (С. 629-631).

18. F.Мирзақулов, Ф.М.Юсупов Автомобил чиқинди шиналаридан муқобил ёқилғи олиш технологиясини ўрганиш Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети Термиз филиали “Техника ва технологик фанлар соҳаларининг инновацион масалалари” мавзусидаги Халқаро илмий-техник анжуман 22 сентябрь 2020 йил – Термиз (49-52 бетлар).

19. F.Мирзақулов, Ф.М.Юсупов, Ш.Ш.Хамдамова Транспорт шиналарини термокаталитик қайта ишлашда ноорганик катализаторларни қўллаш O‘zbeknefgaz AJ , ТКТИ “Neft va gaz sohasida ta’lim-ishlab chiqarish klasterini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar” xalqaro konferentsiyasi 2022 yil, 30-aprel, 145-147 betlar.

20. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov, J.A.Gulomov “Investigation of surfactant and synthetic oil production based on waste tires” International scientific and technical conference "Improvement and implementation innovative ideas in the field of chemistry and chemical technology " 23-24 october 2020. FerPI. (P.218-221).

21. F.Мирзақулов, Ф.М.Юсупов, Ш.Ш.Хамдамова Чиқинди шиналарни ноорганик катализаторлар ёрдамида термокаталитик қайта ишлаш механизими O‘zbeknefgaz AJ , ТКТИ “Neft va gaz sohasida ta’lim-ishlab chiqarish klasterini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar” xalqaro konferentsiyasi 2022 yil, 30-aprel, 152-153 betlar.

22. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov, G.M.Mirzakulova Chemical processes of local rubber tire waste recycling International scientific-practical on-line conference on the theme: «Actual problems and innovative technologies in the field of natural sciences» November 20,21, 2020 year (P. 540-543).

23. F.Мирзақулов Чиқинди шиналарни ноорганик катализаторлар ёрдамида термокаталитик қайта ишлаш механизими Toshkent kimyo-texnologiya institut “Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish hamda biotexnologiyaning zamonaviy muammolari” mavzusidagi xalqaro anjuman, 2022-yilning 15-16 iyun, 92-93 betlar.

24. G.R.Mirzakulov, F.M.Yusupov, J.A.Gulomov Methods and physico-chemical fundamentals of toxic waste recycling in local conditions International scientific and technical conference "Improvement and implementation innovative ideas in the field of chemistry and chemical technology " 23-24 october 2020. FerPI. (P.221-225).

25. G.R.Mirzakulov Recycling of used tires and obtaining fuel Toshkent kimyo-texnologiya institut “Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish hamda biotexnologiyaning zamonaviy muammolari” mavzusidagi xalqaro anjuman, 2022-yilning 15-16 iyun, 621-623 betlar.

26. G.R.Mirzakulov Exploration of objective technology through the recycling of old waste car tires Toshkent kimyo-texnologiya institut “Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish hamda biotexnologiyaning zamonaviy muammolari” mavzusidagi xalqaro anjuman, 2022-yilning 15-16 iyun, 71-72 betlar.

27. F.Мирзақулов, Ф.М.Юсупов Транспорт чиқинди шиналаридан муқобил ёқилғи олишининг физик-кимёвий асослари “Муқобил энергия манбаларидан фойдаланишнинг жорий ҳолати ва истиқболлари” мавзусида республика миқёсида илмий-амалий конференция Наманган шаҳри 22-23 апрель 2020 йил (301-303 бетлар).

28. F.Мирзақулов, Ф.М.Юсупов Саноат ва маиший чиқиндилардан муқобил ёқилғи олишининг инновацион усулини тадқиқ этиш “Муқобил

энергия манбаларидан фойдаланишнинг жорий ҳолати ва истиқболлари” мавзусида республика миқёсида илмий-амалий конференция Наманган шаҳри 22-23 апрель 2020 йил (428-430 бетлар).

29. Ғ.Мирзақулов, Ф.М.Юсупов Чиқиндилардан муқобил ёқилғи олишда бугунги кун муаммолари ва истиқболли ечимлар “Муқобил энергия манбаларидан фойдаланишнинг жорий ҳолати ва истиқболлари” мавзусида республика миқёсида илмий-амалий конференция Наманган шаҳри 22-23 апрель 2020 йил (431-432 бетлар).

Автореферат “Ўзбекистон кимё журналі” тахририятида тахрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Bosishga ruxsat etildi: 2023 yil. Nashriyot bosma tabog'i – 3,25.
Shartli bosma tabog'i – 1,625. Bichimi 84X108 1/8. Adadi: 100
«Poligraf Super Servis» MCHJ
150114, Farg'ona viloyati, Farg'ona shahar, Aviasozlar ko'chasi
2-A uy.

