

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОД
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.16/30.12.2019.Т.87.01. РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ХАКИМОВ ФАРРУХ ШОКИРЖОНОВИЧ

**ПОЛИАКРИЛАТЛАРНИ ЁҚИЛҒИ, МОЙЛАР УЧУН ҚЎНДИРМА ВА
СО₂ ГАЗИНИ ТУТУВЧИ МЕМБРАНА СИФАТИДА ҚЎЛЛАШ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ**

02.00.14 - Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2022 йил

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Хакимов Фаррух Шокиржонович

Полиакрилатларни ёқилғи, мойлар учун қўндирма ва CO₂ газини тутувчи мембрана сифатида қўллаш технологиялари..... 3

Khakimov Farrukh Shokirjonovich

Technologies of using polyacrylates as an additive to lubricating oils, fuels and as a membrane for capturing CO₂ gas..... 21

Хакимов Фаррух Шокиржонович

Технологии использования полиакрилатов в качестве присадки к маслам, топливам и мембраны для улавливания газа CO₂..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 43

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИLMИЙ ТАДҚИҚОД
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИLMИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.16/30.12.2019.Т.87.01. РАҚАМЛИ ИLMИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ХАКИМОВ ФАРРУХ ШОКИРЖОНОВИЧ

**ПОЛИАКРИЛАТЛАРНИ ЁҚИЛҒИ, МОЙЛАР УЧУН ҚЎНДИРМА ВА
СО₂ ГАЗИНИ ТУТУВЧИ МЕМБРАНА СИФАТИДА ҚЎЛЛАШ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ**

02.00.14 - Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2022

Техника фанлари бўйича фалсафа (PhD) доктори диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2/PhD/T2254 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, инглиз, рус(резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.tkti.uz) ва "Ziyonet" таълим ахборот тармоғида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Максумова Ойгўра Ситдиковна кимё фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Тураев Эркин Рустамович техника фанлари доктори Абдушукуров Анвар Кабирович кимё фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Умумий ва ноорганик кимё институти

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология илмий тадқиқод институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc. 16/30.12.2019.T.87.01. рақамли Илмий кенгашнинг 2022-йил «9» фев соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 111116, Тошкент тумани Ибрат МФЙ п/б Шуробозор. Тел.: (+99895) 144-67-83, факс: (99870) 965-77-16, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология илмий тадқиқод институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (14 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 111116, Тошкент тумани Ибрат МФЙ п/б Шуробозор. Тел.: (+99895) 144-67-83, факс: (99870) 965-77-16, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru).

Диссертация автореферати 2022 йил «28» январ куни тарқатилди.
(2022 йил «28» январ даги № 1 рақамли реестр баённомаси).



Джалилов А.Т.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси к.ф.д., проф, академик

Ширинов Ш.Д.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби т.ф. PhD.

Бекназаров Х.С.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси т.ф.д., проф.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги вақтда дунё бўйича мойлаш материалларига бўлган йиллик эҳтиёж 35 миллион тоннани ташкил этади. Ёқилғи тежамкорлигига ва паст ҳароратда двигателни мўтадил ишлашига эришиш учун паст қовушқоқликка эга мавсумий мойлардан кўпроқ фойдаланиш, мойлаш материалларини лойиҳалашдаги базавий мойлар хусусиятларининг асосий омилларига айланди. Шу сабабли сополимерлар, хусусан полиакрилатлар асосидаги полимер қўшимчаларни синтез қилиш ҳамда ёқилғи ва мойлаш материаллари, хусусан, мотор, трансмиссия, гидравлик ва бошқа турдаги мойлар ва ёқилғилар учун қўндирмаларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

Бугунги кунда жаҳонда EURO талабларига монанд ёқилғилар учун акрилатлар асосидаги махсус қўшимча-қўндирмалар ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор берилмоқда, шунингдек нефтни қайта ишлаш жараёнида ажралиб, “иссиқхона эффекти” ҳосил қилиб атроф - муҳитга зарар келтираётган тутун газларини тутиб қолиш ва ундан мақсадли фойдаланиш, CO₂ газини тутиб қолувчи мембраналарни олиш усулларини ишлаб чиқиш борасида кенг қамровли илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада ёқилғилар учун махсус антистатик агент ва емирилишга қарши қўндирмалар, ҳамда тутун газларини қайта ишлашнинг энергия ҳамда ресурс тежамкор технологиясини ишлаб чиқиш долзарб ҳисобланади.

Республикамизда охириги йилларда саноатнинг турли соҳаларида бўлгани каби полимер материаллар ишлаб чиқаришда хомашё базасини маҳаллийлаштириш ва улар асосида импортга йўналтирилган ёқилғи ва мойлар, турли мембраналар, пластик қувурлар, қўндирмалар ва бошқа турдаги маҳсулотлар ишлаб чиқаришга катта эътибор қаратилиб муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантиришга қаратилган Ҳаракатлар стратегиясида¹ «...маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслардан унумли фойдаланган ҳолда импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар олиш технологиясини яратиш» юқори сифатли қўшилган қийматга эга тайёр маҳсулотни, биринчи навбатда, маҳаллий хом ашёни чуқур қайта ишлашга асосланган юқори технологик қайта ишлаш саноатининг янги юқори босқичига ўтиш орқали саноатни янада модернизация қилиш ва диверсификация қилишнинг муҳим вазифалари белгилаб берилган. Бу борада маҳаллий метилакрилат хомашёси асосида полиакрилатларни олиниш шарт- шароитларини аниқлаштириш ва уларни ёқилғи, мойлар учун қўндирма ва CO₂ газини тутиб қолувчи мембрана сифатида қўллаш технологияларини ишлаб чиқишга қаратилган тадқиқотларни амалга ошириш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисидаги” Фармони.

ривожлантириш чора - тадбирлари тўғрисида» ги қарори, 2019 йил 9 июлдаги ПҚ-4388-сон «Аҳоли ва иқтисодий энергия ресурслари билан барқарор таъминлаш, нефт-газ тармоғини молиявий соғломлаштириш ва унинг бошқарув тизимини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги, 2019 йил 22 августдаги ПҚ-4422-сон «Иқтисодий тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора-тадбирлари тўғрисида» ги қарор, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширида ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилди.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялари ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлиги” устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ёқилғи ва мойлар учун кўндирма ҳамда CO₂ газини тутувчи мембраналар олиш бўйича Салаҳ А. Моҳаммад, Пранаб Гҳош, Канг-Мин Жунг, Ж. К. Хакен, Д. К. М. Хо, Жорж Гелбард, Республикамизда академиклар Джалилов А.Т., Аскарлов М.А., Рашидова С.Ш. ва уларнинг илмий мактаблари, шунингдек проф. Хамидов Б.Н., проф. Бобоев Т.Б., проф. Мухамедиев М.Г., проф. Максумова О.С., проф. Рафиқов А.С., проф. Кудышкин В.О. ва бошқа олимлар томонидан илмий-тадқиқот ишлари амалга оширилган.

Илмий изланишлари натижасида ушбу олимлар томонидан маҳаллий хомашёлар ва саноат маҳсулотлари асосида ёқилғи, мойлар учун кўндирма ва CO₂ газини тутувчи мембраналар синтез қилишнинг турли усуллари, олиш жараёнларига турли хил физик-кимёвий ва технологик омилларнинг таъсири ўрганилган, шунингдек, ёқилғи, мойлар учун кўндирма ва CO₂ газини тутувчи мембраналар олишда эритувчи сифатида толуолдан ва катализатор сифатида сулфокислоталар ва қатронлардан фойдаланиш тавсия этилган.

Ҳозирда Республикамиз, шу мақсадда тузилган "7 Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change" деб номланган халқаро келишувга қўшилган бўлиб, бу борада маҳаллий хомашёлар ва саноат маҳсулотлари асосида янги, самарали ва арзон бўлган ёқилғи ва мойлар учун кўндирма ҳамда CO₂ газини тутувчи мембраналарнинг турларини кенгайтириш мақсадида, фаол функционал гуруҳларни ўз ичига олган бирикмалар билан модификациялаш, ишлаб чиқаришнинг самарали технологияларини яратиш ҳамда амалиётда қўллаш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ “Нефт маҳсулотларининг сифатини оширувчи

присадкалар олиш усулларини ишлаб чиқиш” мавзусидаги илмий-тадқиқот ишлари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади маҳаллий хом ашёлар асосида полиакрилатлар олиш ва уларни ёқилғи, мойлар учун қўндирма ва CO₂ газини тутувчи мембрана сифатида қўллаш технологиясини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

алкилакрилат сополимерларининг олиш жараёнларини тадқиқ қилиш, уларнинг таркиби ва тузилишини мой ва дизел ёқилғисининг физик - кимёвий хусусиятларига таъсирини аниқлаш;

синтез қилинган алкилакрилат сополимерларини Республикамизда ишлаб чиқарилаётган базавий мойларни қовушқоқлик индексини оширувчи қўндирма сифатида қўллаш ва уларнинг механик деструкцияга чидамлилиги даражаларини аниқлаш;

алкилакрилат сополимерларини ультракам олтингугуртли (УКО) синтетик ва чуқур қайта ишланган нефт дизел ёқилғилари учун антистатик агент ва емирилишга қарши қўндирма сифатида қўллаш;

импорт қилинадиган қўндирмалар ўрнини босувчи, акрилатлар асосидаги маҳаллий қўндирмалар ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш;

CO₂ газини тутиб қолувчи юқори самарали мембрана синтези;

нефтни бирламчи қайта ишлаш жараёни учун тутун газларини қайта ишлашнинг энергия тежамкор технологиясини ишлаб чиқиш;

Тадқиқотнинг объекти сифатида метилакрилат, акрил кислота эфирлари, децил ва бутил спиртлари, GTL технологияси асосида ва нефтни чуқур қайта ишлаб олинган дизел ёқилғилари, қовушқоқликлари яқин бўлган турли кимёвий таркибга эга базавий мойлар, нефт эритувчиси нефрас С 50-170 ва 60 - 70 °С оралиғида қайновчи экстра бензин фракцияси олинган.

Тадқиқотнинг предмети полиакрилатлар асосида, ёқилғи ва мойларнинг физик-кимёвий ва эксплуатацион хусусиятларини яхшиловчи, антистатик ва емирилишга қарши қўндирмалар ҳамда CO₂ газини тутувчи мембраналар олиш, уларнинг таркиби, тузилиши ва физик-кимёвий хусусиятлари ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот олиб бориш жараёнида физик-кимёвий тадқиқот усуллари, қўндирмалар ва нефт маҳсулотларини синаш, адсорбентни циклик сифимини аниқлаш, ИҚ-спектроскопия ва бошқа усуллардан фойдаланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

илк бор алкилакрилатлар иштирокида, GTL технологияси асосида ва нефтни чуқур қайта ишлаб олинган ёқилғилар учун антистатик ва емирилишга қарши қўндирмалар олиш усули ишлаб чиқилган;

метилакрилат билан децил спиртини КУ-2/8 катализатор иштирокида трансэтерификациялаш жараёни орқали децилакрилат олиш усули ишлаб чиқилган;

учламчи сополимер - поли(децил акрилат – со - бутил акрилат – со - метил акрилат) таркибли кўндирмалар (PDBMA ва PDBMA1) олишнинг мақбул шароитлари аниқланган;

синтез қилинган учламчи полимерларнинг депрессорлик хусусиятини кам намоён қилиши, лекин бошқа депрессорлар билан биргаликда қўлланилганда музлаш ҳароратига синергик таъсир этиши аниқланган;

нефтни қайта ишлаш печлари ёқилғисини ёниши натижасида атроф-муҳитга чиқаётган тутун газларини ушлаб қолиш ва ундан фойдали маҳсулот ишлаб чиқаришнинг янги технологик схемаси ишлаб чиқилган;

нефтни бирламчи қайта ишлашдаги мавжуд печларнинг фойдали иш коэффициентини ошириш ва ёниш жараёнида заҳарли газларни ажралишини камайтириш учун жараённинг автоматлаштирилган ахборот тизими ишлаб чиқилди.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

синтез қилинган алкилакрилат сополимерлари суяқ углеводород маҳсулотларига кўп функцияли кўндирма эканлиги аниқланган;

синтез қилинган, кўндирмалар "UZ-PRISTA" ҚК МЧЖнинг SN-145, “Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи” МЧЖ (ФНҚИЗ) нинг И-20, ҳамда маҳаллийлаштирилиши кутилаётган гидрокрекинг мойларида қовушқоқлик индексини ошириши аниқланган;

олинган учламчи сополимер поли(децил акрилат – со - бутил акрилат – со - метил акрилат) GTL дизел ёқилғисига 0.1 % оғ. миқдорда қўшилганда, унинг электр ўтказувчанлиги 209 бирликкача кўтарилиши ва бошқа бренд депрессор Keroflux 6100 билан биргаликда ишлатилганда эса, музлаш ҳарорати -26 дан -30 °С гача пасайганлиги аниқланган;

децил акрилат, бутил акрилат ва метил акрилат асосида олинган полимер кўндирмаларни маҳаллий УКО ёқилғилар учун емирилишга қарши кўндирмалар сифатида қўллаш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги синтез қилинган кўндирма ва мембраналарнинг структура ва хоссаларини ИҚ-спектроскопия, адсорбентни циклик сиғимини аниқлаш ва физик-кимёвий таҳлил қилишнинг замонавий тадқиқот усуллари ёрдамида аниқланганлиги, ҳамда экспериментал ва назарий натижаларни ўзаро мутаносиблиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти этерификация, трансэтерификация, полимерланиш ва амидланиш реакциялари ёрдамида акрил кислота ва метил акрилат асосида полимер ва сополимерлар олиш жараёнларининг шарт-шароитларини тадқиқ этиш орқали жараённинг чиқиндисиз, самарали усули ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти маҳаллий хомашёлар асосида ишлаб чиқилган полиалкилакрилат сополимерлари мойларнинг қовушқоқлик индексини ва УКО дизел ёқилғиларининг емирилишга қаршилиқ кўрсатиш, электр ўтказувчанлик хусусиятларини ошириши,

шунингдек, полиакрилатли мембрананинг ажралиб чиқаётган иссиқхона газларини тутиб қолиши ва уни нефтни бирламчи қайта ишлаш қурилмаларидаги технологик печларининг фойдали иш коэффицентини оширишда қўлланилишига хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Полиакрилатларни ёқилғи, мойлар учун қўндирма ва CO₂ газини тутувчи мембрана сифатида қўллаш технологиялари бўйича ишлаб чиқилган натижалар асосида:

акрил мономерлари асосида олинган сополимерни, SHODISAN 20 маркадаги дизел ёқилғиси учун емирилишга қарши қўндирма сифатида қўллаш бўйича ишлаб чиқилган ташкилот стандарти «Ўзстандарт» агентлиги томонидан тасдиқланган (Ts 29858293-02:2021). Натижада импорт ўрнини босувчи сифатли маҳаллий қўндирмани «Kvalitet Vostok Group» МЧЖ да ишлаб чиқаришга имкон берган;

полиакрилатлар асосида олинган қўндирма «Бухоро НКІЗ» МЧЖ да амалиётга жорий қилинган («Ўзбекнефтегаз» АЖ нинг 2021 йил 12 июлдаги № 28-1-01/703 сон маълумотномаси). Натижада, EURO 3 - 5 дизел ёқилғисини эксплуатация қилишда унинг емирилишга қарши хусусиятларини яхшилаш имконини берган;

нефтни бирламчи қайта ишлаш печларидаги ёниш жараёнини оптималлаш усули «Фарғона НКІЗ» МЧЖ корхонасидаги амалиётга жорий қилинган («Ўзбекнефтегаз» АЖ нинг 2021 йил 12 июлдаги № 28-1-01/703 сон маълумотномаси). Натижада нефтни бирламчи қайта ишлаш печларининг фойдали иш коэффицентини ошириб, энергия сарфини камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари жами 8 та, жумладан 3 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 14 та илмий ишлар чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан, 3 та республика ва 2 та хорижий журналларда чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти ёритилган, натижаларни амалиётга жорий қилиш, нашр этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ёқилғи, мойлар учун қўндирмалар олиш йўллари, уларнинг хусусиятлари ва нефтни қайта ишлаш усуллари**» деб номланган биринчи бобида асосан полиакрилатларнинг нефт маҳсулотларига қўндирмалар олишда қўлланилиши, республикамиз ва жаҳон олимларининг бу соҳада олиб бораётган илмий ишланмалар ҳақида, қолаверса, мавжуд нефтни бирламчи қайта ишлаш жараёнида қўлланилган технологиялар ҳақида сўз боради. Шунингдек, Ўзбекистон республикаси ва жаҳон ҳамжамияти томонидан экологик ҳолатни яхшилаш борасида ишлаб чиқиладиган қонун ва қарорлар ҳақида ҳам баён этилган.

Маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, акрилатлардан дунё бўйича юқори самарадорликка эга мой ва ёқилғиларга қўшиладиган қўндирмалар ва CO_2 газини тутувчи мембраналарни ишлаб чиқиш бўйича кенг қамровли ишлар олиб бориладиган бўлиб, уларни ичида энергия тежамкор ва атроф-муҳитга зарар келтирмайдиганлар технологиялар салмоғини оширишга талаб борлиги кўринади.

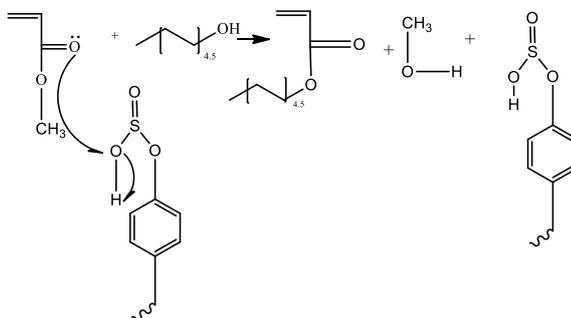
Диссертациянинг «**Полиакрилатлар асосида ёқилғи ва мойлар учун қўндирма ва CO_2 газини тутувчи мембраналар синтези ва тадқиқот усуллари**» деб номланган иккинчи бобида тадқиқотлар учун бошланғич моддалар «Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи» МЧЖнинг И-20А қўндирмасиз индустриал ва келажакда шу корхонада чиқарилиши кутиладиган гидрокрекинг базавий мойлари, экстра бензин фракцияси, техник толуол, "Чиноз нефтни қайта ишлаш заводи" МЧЖнинг нефрас С 50-170, «Navoiyazot» АЖнинг метил акрилат, бутанол, концентранган ёки техник HCl , Uzbekistan GTLда ишлаб чиқарилиши кутиладиган парафинли ва "Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи" МЧЖда ишлаб чиқариладиган ультракам олтингугуртли нефт дизел ёқилғиси, "Uz-Prista Recycling" ҚК МЧЖнинг SN-145 базавий мойи ҳамда импорт ҳомашёлар 1-деканол, гидрохинон, 2-меркаптоэтанол, 2,2'-азобисизобутиронитрил (АИБН ёки ДАК), Al_2O_3 ва грануланган активланган кўмир, КУ-2-8 Na маркадаги катион алмашинувчи қатронлар тўғрисидаги маълумотлар, лаборатория тажрибалари, спектрал таҳлиллар ўтказилган жойлар ва ушбу диссертация ишида олиб борилувчи тадқиқот усуллари ҳақидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертация ишининг «**Полиалкилакрилатлар асосида қўндирмалар ва CO_2 газини ютувчи мембрана олиш ва уларни самарадорлигини аниқлаш**» деб номланган учинчи бобида мойларни қовушқоқлик индексини оширувчи ва дизел ёқилғилари учун антистатик ҳамда емирилишга қарши қўндирмалар, полиакрил кислотага асосланган мембрана синтези жараёнлари, синтез қилиб олинган қўндирма ва мембрананинг ИҚ-спектрлари таҳлили, ишлаб чиқилган қўндирманинг мой ва ёқилғиларда ишлашини, мембрананинг CO_2 газини ютувчанлигини аниқлаш тажриба-тадқиқот ишлари тўлиқ баён этилган.

Жараённинг биринчи босқичи децил ва бутил акрилат (ДА, БА) ни олиш учун метил акрилат ва мос спиртлар билан трансэтерификация жараёни

ҳисобланади. Бунда эритувчи сифатида ФНҚИЗ экстра бензинининг 60 ва 70 °С оралиғида қайновчи фракциясидан фойдаланилди. ФЕГ 60-70 гексанли углеводород фракцияси ва метанол гетероазетроп аралашмасига мос келувчи азеотроп қайнаш ҳарорати нормал шароитда 49-51 °С ни ташкил қилади.

Худди шу каби метил акрилат билан метанол азеотропининг қайнаш ҳарорати 62-64 °С ни ташкил этиб, бу индивидуал суюқликларнинг қайнаш ҳароратларидан пастроқдир (маълумот учун, метанолнинг қайнаш ҳарорати 64.7 °С, метил акрилатники эса 80 °С). Ўртача 13 °С ли қайнаш ҳарорати фарқи бу азеотропларни ректификация қилиш билан нисбатан осон ажратиш имконини берди. Бундан ташқари реакция унумини ажралаётган метанол ҳисобига визуал кузатиб туришга ва оралиқ реакцияларнинг камайишига эришилди.



Ушбу эритма (суюқликлар аралашмаси) минимум қайнаш ҳароратига эга азеотроп ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлиб, Раоулт қонунидан каттароқ мусбат чекланиш намоён қилади. Лаборатория синтезларида азеотроп ҳосил қилувчи агент сифатида ФЕГ 60-70 дан фойдаланилган ҳолда олинган алкил акрилатларнинг унуми 97-100% ни ташкил этди (эритувчисиз олингандаги каби). Ушбу жараённинг бошқа параметрлари 1-жадвалда келтирилди.

1 - жадвал

Децил акрилатни гетероазетропли синтези учун хом ашёларни юклаш

	Мол.оғ. g/mol	Микдор			mmol	Нисбат	Ҳарорат / Босим
		g	ml (х.х)	эквив.			
Деканол	158.28	158.28	191	158.28	1000	1	80-100 °С / (-0.8) - 0 kgk/sm ²
Метил акрилат (МА)	86.09	111.9	117.9	86.09	1300	1.3	
ФЕГ 60-70	≈86	55	82	-	-	-	
Гидрохинон	110.11	1.12	-	-	10.17	0.01017	
КУ-2-8 Н	-	4 + 4	-	-	-	-	

Децил, бутил ва метил акрилатлардан ташкил топган учламчи полимерлар синтези атмосфера босими ва 80-120 °С ҳароратда, азот муҳитида, АИБН инициатори иштирокида амалга оширилган. Юқоридаги мономерларнинг 3:1:1 мол. нисбатда юкланиши, яъни ён радикалдаги углеродлар сонининг 7 та бўлиши нефт маҳсулотларида керакли эрувчанликни намоён қилган. Алфрей - Голдфрингер тенгламаси ёрдамида

ДА:БА:МА бошланғич мономерлар биргаликда юкланганда сополимерланиш махсулоти таркиби аниқланган (2-жадвалга қаранг).

Қовушқоқлик индекси маълумотларини таҳлилига келсак, полимерларни 1 % (оғ.) концентрацияда 3 турдаги яқин қовушқоқликка, аммо ҳар хил кимёвий таркибга эга базавий мойлар билан компоундирланган ва ҳосил бўлган мойлар қовушқоқлик индекси (ҚИ) қийматлари ҳисобланган. Мономерларни бир марталик юклаш режимида олинган сополимер PDBMA қўшилган базавий мой 12-13 бирлик ҚИ ўсишини намоён қилган бўлса, мономерлари кетма-кет юклаб синтез қилинган сополимер PDBMA1 қўшилгани 26-50 бирлик ўсишни намоён қилди. Бундан ташқари, PDBMA1 нинг молекуляр оғирлиги паст бўлишига қарамай қуюқлаштирувчи таъсири ҳам сезиларли даражада ошган. Бу кўрсаткичга занжирни узатиш агенти сифатида қўшилган 2-меркаптоэтанол натижасида олинган PDBMA1 терполимерининг тор полидисперслик кўрсаткичи ва қисқа радикаллар туфайли эришилди.

2 - жадвал

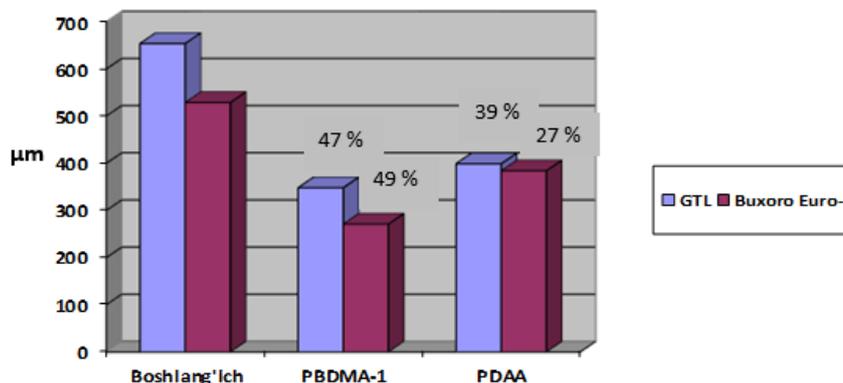
Мономерларни бир марталик юклаш режимида олинган (Алфрей - Голдфрингер тенглама ёрдамида ҳисобланган) ва азеотроп сополимерланиш махсулотлари таркибларидаги сополимерланган мономерлар нисбатлари:

Номи	Дастлабки мономерлар таркиби [M ₁]: [M ₂]: [M ₃]	Полимер таркиби [M ₁]: [M ₂]: [M ₃] – азеотроп тизим	Алфрей - Голдфрингер тенграмаси бўйича полимер таркиби [M ₁]: [M ₂]: [M ₃]
Нисбат (ДА: БА: МА)	3: 1: 1	3: 1: 1	1.64: 0.86: 1.00
Гиббс диаграммасида	0.6: 0.2: 0.2	0.6: 0.2: 0.2	0.328: 0.172: 0.200

PDBMA1 ни Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи УКО дизели учун емирилишга қарши қўндирма сифатида қўллаб кўрилганда юқори самарадорликка эришилди. Қуйида ASTM D 6079 ёрдамида олиб борилган таҳлил натижаларини кўришингиз мумкин. Полимерда калта занжирли радикал тутган бўғиннинг бўлиши ушбу қўндирмага кутблилик хусусиятини беради. Ушбу кутбли учлари билан метал юзасига ёпишиб олган қўндирма, кутбсиз узун занжирли радикал тутган бўғини билан металлар ишқаланиш юзасига плёнка кўринишида сирпанчиқ юза ҳосил қилиб емирилишга йўл қўймайди. Асосан парафин углеводородларидан ташкил топган GTL дизелига ҳар икки полимер ҳам Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи УКО дизел ёқилғисидан тайёрланган EURO 5 дизелларига нисбатан камроқ мойлаш хусусиятини берди. Бу Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи дизелида нафтен углеводородларининг бўлиши ва нисбатан юқорироқ қовушқоқликка эгалиги билан тушунтирилади.

GTL ва БНҚИЗнинг ультракам олтингугурт тутган EURO - 5 дизел ёқилғилари 0,1 % қўндирма тутган ҳолда мойлаш хусусияти яъни HFRR

аппаратидаги 60 °C га тўғрилланган емирилиш юзаси мос равишда 47 % ва 49 % гача камайди. Олинган терполимер децил акрилат ва акрил кислотадан олинган сополимерга нисбатан яхшироқ ишлади. 80% децил акрилат ва 20% акрил кислотадан иборат биполимер эса мос равишда 36% ва 27% гача емирилиш пасайишини ташкил этди. Кўринадики, 20 % бутил акрилат ва 20 % метил акрилат децил акрилатга 20 % акрил кислотага нисбатан кўпроқ мойлаш хусусиятини беради.



1-расм. УКО (Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи) ва парафинли (GTL) дизел ёқилғиларида полиакрилатларни емирилишга қарши кўндирмалар сифатида самарадорлигини синаш натижалари

Шунингдек, синтез қилинган терполимерларнинг синергетик таъсири Keroflux 6100 маркали депрессор кўндирма билан биргаликда GTL дизелида ишлатилганда аниқланди. GTL дизелининг электр ўтказувчанлик кўрсаткичи ҳам 0,1 % оғ. концентрацияда терполимерлар билан ишлов берилганда кескин равишда оширилишга эришилди. Шу билан биргаликда, 40 °C даги ковушқоқлиги 0.2 бирликка кўтарилди.

Шу таркибли Shodisan 20 маркадаги емирилишга қарши кўндирма ишлаб чиқилиб, Бухоро нефтни қайта ишлаш заводида ушбу кўндирма иштирокида 666 тонна ДТ-ЕВРО-Л-К 5 маркадаги дизел ёқилғиси ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган махсулотнинг барча кўрсаткичлари бўйича ушбу корхона марказий лабораториясида синовлардан муваффақиятли ўтди ва UzTR.931-028:2017 (Ts16472899-044:220) бўйича паспортлаш амалга оширилди.

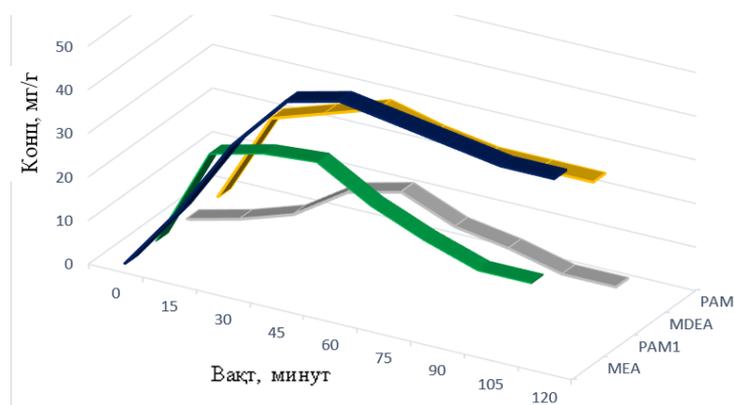
Полиакрил кислотасига асосланган мембрана синтези жараёни қуйида баён этилган. Полиакрил кислотаси синтези буғ муҳитида амалга оширилди. Сўнг ишлаб чиқилган полиакрил кислотасига полиэтилен полиаминни хўл усулда ютириш амалга оширилди. Полиакрил кислота билан полиамин реакцияси 0,85:1,0 масса нисбатида суюқ фазада олиб борилди. Хона ҳароратигача совитилган адсорбентлар синов учун оғзи зич ёпиладиган идишда сақланди.

Мембрананинг CO₂ газини ютувчанлигини ва адсорбентни қайта тиклаш, яъни регенерацияси лаборатория шароитида амалга оширилди. Синтез қилиб олинган қаттиқ сорбент (мембрана) саноат миқёсида кенг

қўлланилувчи сорбентлар моноэтаноламин (МЭА) ва метилдиэтаноламин (МДЭА) 30 % ли эритмалари билан солиштирилди.

Десорбция ҳарорати 70 °С, босими <100 мБар ва адсорбция ҳарорати 40 °С ва босими 50 мм сув устуни шароитида полиакрилатли мембрана ютувчанлигини, циклик сиғимини ва ютиш тезлигини тадқиқ қилинди.

Синтез қилиб олинган, полиакрил кислотага асосланган мембраналар ва 30% ли моноэтаноламин ва метилдиэтаноламин эритмалари ҳар бирдан бир хил миқдорда СО₂ ўтиши таъминланди, бунинг учун ҳар бир циклдан аввал эксикатор ичи олдинги тажрибадан қолган СО₂ газидан тозалаш учун пастга қаратиб шамоллатиб турилди, адсорбция тезлиги ҳар 15, 30, 45, 60 минут оралиғида мембранани ўзида сақлаган адсорбер массасини тортиш орқали кузатиб турилди.



2 – расм. Адсорбция/абсорбция ва десорбция тезлиги тўғрисидаги маълумотлар график тасвири. ПАМ, ПАМ1 - полиакрилатли мембраналар, МЭА, МДЭА эритмаларининг 30% эритмалари

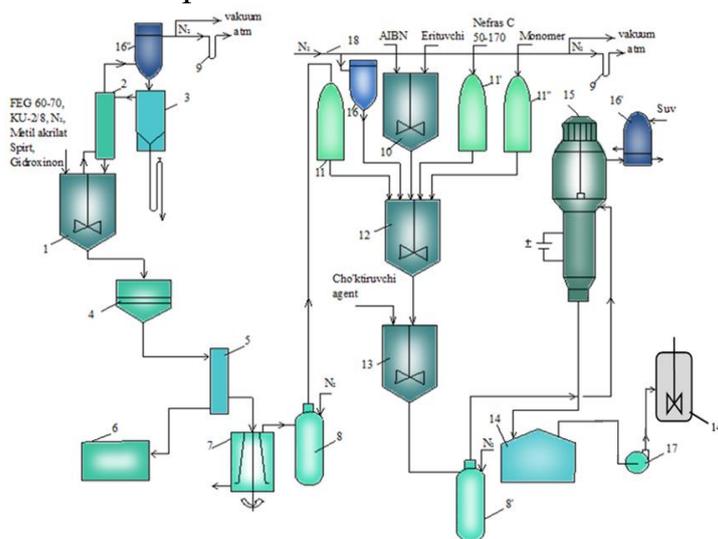
Ушбу сорбентлар учун ўртача абсорбция тезлиги 40 °С да МЭА>ПАМ>ПАМ1>МДЭА тартибини, десорбция тезлиги эса 70 °С да шу сорбентлар учун ПАМ1>МДЭА>МЭА>ПАМ тартибини ташкил этади. Мембраналарда адсорбция тезлиги аввалги 30 минутда юқори бўлиб, сўнг аста - секин камайиб бориши кузатилди (2-расмга қаранг).

Кўринадики, ушбу шароит учун абсорбция/десорбциядан сўнг (40 °С) МЭА, ПАМ, ПАМ1 ва МДЭА нинг СО₂га тўйинган (максимум) юкланмалари мос равишда 49, 29, 27 ва 18 г/кг.ни ташкил этди. Бунга эришиш учун ўртача 45-60 минут вақт сарфланди. 30-дақиқа регенерациялангач МЭА, ПАМ, ПАМ1 ва МДЭА нинг СО₂ – сийрак (минимум) юкланиши мос равишда 43, 24, 11 ва 8 г / кг ни ташкил этиши аниқланди. Ушбу сорбентларнинг ишчи циклик сиғими ПАМ1 (16 мг/г) > МДЭА (10 мг/г) > МЭА (6 мг/г) > ПАМ (5 мг/г) тартибга мос келди. Олиб борилган синовда ПАМ1 нинг циклик СО₂ тутиш қобилияти энг юқори деб баҳоланди, олинган натижалар юқори такрорланувчанликни кўрсатди. ПАМ1 бурдаларининг ташқи қобиғига полиамин концентрациясининг йиғилиши билан циклик сиғими ошганлиги, аксинча ички қисмига чуқур сингитилган полиаминли мембрана ПАМда бу кўрсаткич камайгани аниқланди.

Диссертациянинг “Полиакрилатлардан ёқилғи, мойлар учун қўндирмалар олиш ва нефтни бирламчи қайта ишлаш чиқиндисиз технологияларини ишлаб чиқиш” номли тўртинчи бобида учамчи сополимерлар ва полиалкилакрилатли қўндирмалар олиш, нефтни бирламчи қайта ишлаш жараёнида энергия тежамкор ва чиқиндисиз технологияларни ташкил этиш ҳамда акрил полимерлари ёрдамида нефтни қайта ишлаш жараёнида чиқиндисиз технологияни ташкил этиш бўйича ишлар амалга оширилган.

Полиакрилатли қўндирмалар ишлаб чиқариш жараёни икки асосий босқичдан иборат (3-расмга қаранг): 1) спиртлар (бутанол ва деканол) билан метил акрилатни қайта этерификациялаб юқори молекулали акрилатларини синтез қилиш ва уларни тозалаш, 2) олинган мономерларни комбинацион қўшиш орқали полимерлаб олинган акрилатли қўндирмани суёқ нефт махсулотларига компоундирлаш.

Ишлаб чиқаришда бошқа турли алифатик спиртлар (C_4-C_{16}), метил акрилат, толуол (эритувчи), КУ-2/8 (катализатори), гидрохинон (стабилизатор), 2, 2'-Азобисизобутиронитрил (инициатор) реагентлари ишлатилиши мумкин. Қурилманинг асосий жихозлари **1** - этерификациялаш ва **12** - полимерлаш реакторлари ҳисобланади. **3** – сепараторнинг совутиш қобиғи бўлиб, бу гетероазеотроп аралашмаси (метанол ва ФЕГ 60-70) нинг қатламлашишини тезлаштирган.



1,12–аралаштиргичли реакторлар; 2–ректификация колоннаси; 3–метанол ва гетероазеотроп ҳосил қилувчи эритувчини ажратиш сепаратори; 4–фильтр; 5–адсорбентли устун; 6–адсорбентни регенерациялаш жиҳози; 7–центрафугали ажратгич; 8, 8’–монжуслар; 9–мой устуни, 11,11’,11’’–дозаторлар; 10–эритиш учун аппарат; 13–чўктириш аппарати; 14–сигим; 14’–компоундирлаш жиҳози; 15–айланувчи плёнкали буғлатгич; 16,16’,16’’–совитгичлар; 17–марказдан қочма насос; 18–иленк линияси.

3-расм. Полиакрилатли қўндирмалар ишлаб чиқарувчи узлуксиз ишлайдиган қурилманинг технологик схемаси.

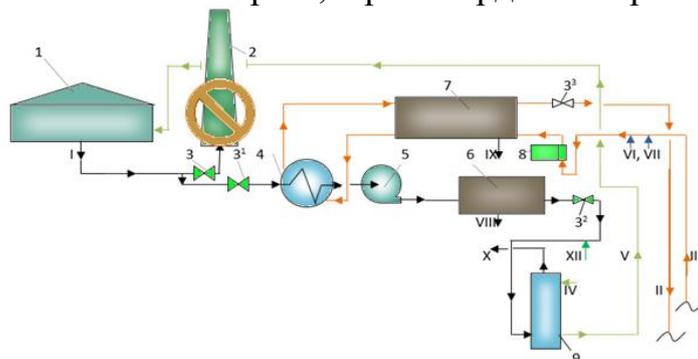
Шунингдек, нефтни бирламчи қайта ишлаш жараёнида энергия тежамкор технологияни жорий этиш ва ушбу жараёнда ишлатилувчи печлардаги ёниш жараёни ҳисобини автоматлаштириш бўйича илмий ишланма таклиф этилган.

Саноат печларидан, шу жумладан нефтни қайта ишлаш печларидан унумли фойдаланиш, уларда ёқилаётган ёқилғиларнинг ёниш иссиқликларидан иложи борича тўлалигича фойдаланиш, атроф-муҳитга келтирилаётган зарарни бартараф қилиш учун қуйидаги уч босқичли технологик қўшимча ва ўзгартиришларни жорий этиш ишларини олиб бориш кўзда тутилди:

- а) иш (режимини) шароитини оптималлаш;
- б) чиқаётган иссиқликдан самарали фойдаланиш;
- с) чиқиндиларни қайта ишлаш.

Авваламбор, Excel дастурида ФНҚИЗдаги ЭЛОУ-АВТ-2/3 технологик қурилмасидаги нефтни бирламчи ҳайдаш технологик печи ёниш жараёнини материал балансини ҳисобловчи ахборот тизими яратилди. Бунда ёқилаётган ёқилғи таркибини аниқлаш стандарт методикаларидан фойдаланиш орқали азот, олтингугурт миқдорини аниқлаб, улар ёнганда ажралиб чиқадиган захарли ангидридлар миқдорини башорат қилиш имконияти пайдо бўлди. Чиқаётган тутун газлари таркибида захарли ҳамда иссиқхона газлари норма (ПДВ) дагидан юқори бўлса М устундаги қийматлар SO_2 учун қизил, NO учун қўнғир, NO_2 учун яшил тусга бўялади (электрон иловага ёки 3 - жадвалга қаранг).

Жараённи оптималлаштириш орқали нефтни бирламчи қайта ишлаш печлари фойдали иш коэффициентини 70,68% бўлишига эришилган. Ушбу жараённинг технологик схемалари 4,5-расмларда келтирилган.



1-оғма равоқли, шахтали иккита ёниш камерасига эга қувурли печ;
2-мўри; 3,3¹-шиберлар; 3²,3³-клапанлар, 4-тутун газлари иссиқлигидан унумли фойдаланиш жихози; 5-тутун газлари сўргичи; 6-рессивер ёки чўктириш камераси; 7-буғ генератори; 8-поршенли насос; 9-рекуператор.

Оқимлар спецификацияси: I-тутун газлари; II-ўткир буғ; III-юмишқ буғ+буғ конденсат; IV-атмосфера ҳавоси; V-иссиқ ҳаво; V- Na_3PO_4 ; VI-гидразин-гидрат; VIII-қаттиқ ва мойсимон чўқиндилар; IX-қасмоқ, X-тутун газларини ажратиш бўлимига; XII-аммиакли сув.

4 – расм. Тутун газлари иссиқлигидан унумли фойдаланиш принципиал технологик схемаси

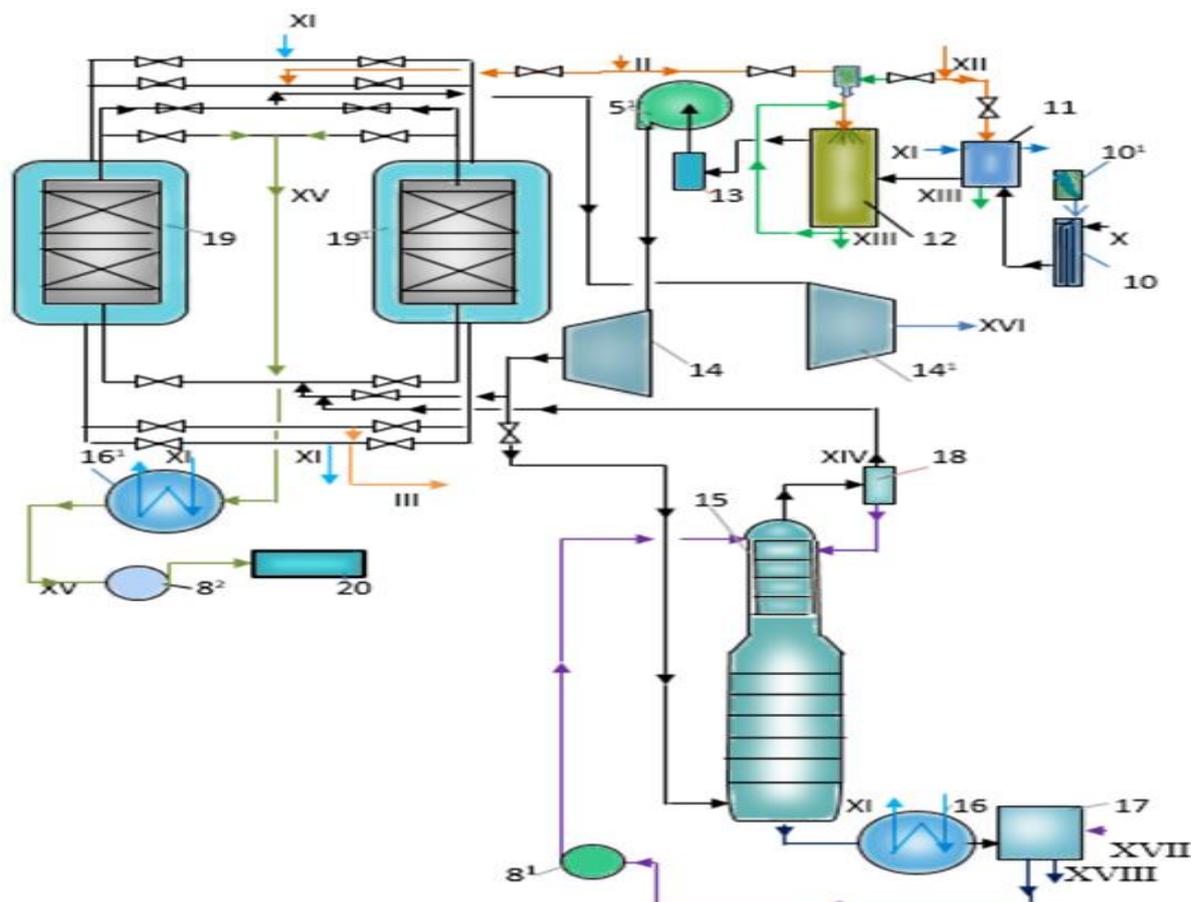
3 - жадвал

П-1 печида ёниш жараёни материал баланси

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Кириш						Чиқиш							
№	Номи	кг/соат	%	м ³ /соат	%	№	Номи	кг/соат	%	м ³ /соат	%	Факт, мг/м ³	ПДВ, мг/м ³
1	C ₂ H ₆	1989,52	2,51	1485,51	42,22	1	CO ₂	7430,91	9,37	3783,01	6,02		
	H ₂ S	10,48	0,01	6,90	0,20	2	CH	0,20	0,00	0,15	0,00	3,18	10,61
2	Маз. комп. C ₁₅ H ₃₂	390,54	0,49	609,20	17,31	3	SO ₂	30,30	0,04	10,60	0,02	482,16	362,70
	C ₅ H ₁₁ -S-C ₆ H ₁₃	31,08	0,04			4	H ₂ O	5372,36	6,77	6685,61	10,64		
	2C ₅ H ₅ N	79,90	0,10			5	N ₂ ва ин.газ	58177,56	73,34	46542,05	74,06		
	C ₅ H ₁₁ OC ₆ H ₁₃	28,49	0,04			6	O ₂	8278,09	10,44	5794,66	9,22		
3	Сув буғи	1138,50	1,44	1416,80	40,27	7	CO	1,87	0,00	1,49	0,00	29,70	33,11
4	Ҳаво	75653,52	95,38	58435,83	1660,86	8	NO	30,00	0,04	22,40	0,04	477,40	115,75
						9	NO ₂	0,52	0,00	0,25	0,00	8,31	5,79
	Жами	79322	100	3518	100		Жами	79322	100	62840	100		

PDV – максимал рухсат этилган эмиссия

Бу берк идеалга яқин тизимдир, яъни бунда фақатгина ҳомашёнинг кириши ва тайёр маҳсулотнинг чиқиши содир бўлади, яъни йўқотилишларни минимал даражага туширишга қаратилган. Бунинг учун 370 °С ҳароратда атмосферага чиқиб кетаётган тутун газларининг иссиқлигидан оқилона фойдаланиб, технологик мақсадларда ишлатиш учун ўткир буғ ва иссиқ ҳаво олиш, бу билан тутун газлари ҳароратини 105-115 °С гача туширилади. Тутун газларини ажратиш принципиал технологик схемаси 5-расмда ифодаланган.



5¹–тутун сўргич; 8²–вакуум насос, 8¹–марказдан қочма насос; 10–газларни аралаштириш жихози; 10¹–озонатор (ёки калий перманганатли сув); 11–экономайзер (бойлер); 12–скруббур; 13–томчи ушлагич; 14,14¹–компрессорлар; 15–абсорбция колоннаси; 16,16¹–сувли совутгичлар; 17–CaCO₃ эритмасини тайёрлаш ва гипс ишлаб чиқариш бўлими; 18–абсорбентни ушлаб қолиш жихози; 19/19¹–полиакрилатли мембрана тутган адсорбер/десорбер; 20–компрессия бўлими.

Оқимлар спецификацияси: III–юмшоқ буғ + буғ конденсат; II–ўткир буғ; XI–айланма сув, XII–15-20 % ли аммиакли сув; XIII–N_xO_y ва қисман SO_n тутган минерал ўғит; XIV–CO₂, O₂,N₂ дан ташкил топган газлар аралашмаси; XV–карбонат ангидрид компрессиялаш бўлимига; XVI–91-95% N₂ ва 5-9 % O₂ дан иборат газлар аралашмаси II-1A қурилмасига XVII–оҳактош; XVIII–гипс.

5- расм. Тутун газларини ажратиш принципиал технологик схемаси

Ишлаб чиқилган ўткир буғ 19/19¹ - адсорбент оралиқларига киритилган илонсимон қувурлар орқали ҳаракатланиб адсорбентни 70 °С гача қиздиради,

бу CO_2 ва адсорбент ҳосил қилган кимёвий боғни узилишига олиб келади ва тоза ҳолда CO_2 олиш имконини беради. Десорбция жараёни учун вакуум остида ўзгарувчан ҳароратли ажратиш режимини танлаб олинди. Иссиқликка бўлган эҳтиёж ушбу ишлаб чиқиладиган ўткир буғ иссиқлиги ҳисобига қопланади. Тутун газлари озон билан **10**-аралаштиргич жихозига киради. Оксидланган газлар кислотали газлар ҳисобланиб, абсорбентга осон ютилади. Сўнг тўла оксидланган тутун газлари ўз иссиқлигини **11**-экономайзерда (бойлер) хўжалик сувлари (ёки технологик *деаэратор суви*) ни иситиш учун узатади. Кислотали оксидлар аммиак билан биргаликда конденсатга абсорбцияланиб, қурилмаларни емирмайдиган даражада нейтрал муҳит ҳосил қилган ҳолда аппаратдан чиқазилади ва барқарор ўғит ишлаб чиқариш бўлимига юборилади. Конденсатланмаган тутун газлари $40\text{-}70\text{ }^\circ\text{C}$ ҳароратда **12**-скрубберга кириб, у ерда ҳам аммиакли сув ($\text{pH}=5\text{-}10$) ёрдамида ювилади. Ҳосил бўлган беқарор NH_4NO_2 ва $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ тузларидан барқарор ўғитлар NH_4NO_3 ва $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ лар олинади. Конденсатланмаган газлар **5**¹ - тутун сўргич ёрдамида **13**-томчи ушлагичли сепаратордан сўрилиб, **14**-компрессорга, у ердан **15**-абсорбберга берилади, ёки унга кирмасдан **19/19**¹ - абсорбберга берилади. **15**-абсорбберда 30 % ли оҳактош эритмаси ёрдамида тутун газлари таркибидаги SO_2 ютиб қолинади. Бу жараён натижасида оҳактош CaCO_3 дан гипс CaSO_4 ишлаб чиқариш йўлга қўйилади. Таркибида асосан азот - N_2 , O_2 , CO_2 , H_2O ва оз миқдорда (<2 ppm) бошқа кислотали оксидларни ўзида тутган тутун газлари **19/19**¹-адсорбернинг ПАМ қатламидан ўтади. Бу ерда тутун газ таркибидаги CO_2 тутиб қолинади. **19/19**¹ - адсорбер ПАМни ўзида сақлаган бўлиб, у даврий равишда **19**¹/**19** - десорбер билан алмашган ҳолда ишлайди. Десорбциялаш учун аввало десорбер ички босими **8**²- вакуум насос ёрдамида ≤ 100 мбар_{абс} гача пасайтирилади ва ўткир буғ иссиқлиги ёрдамида десорбер қобиғи ва адсорбент оралиғига илонсимон тарзда киритилган қувурлар аста-секинлик билан $70\text{ }^\circ\text{C}$ гача қиздирилади. Адсорбентга ютилган CO_2 ажратиб олиниб, **16**¹ - сувли совитгич ёрдамида совитилиб, **20**-компрессия бўлимига, ундан сўнг мақсадли ишлатиш, мисол учун қуруқ муз, акрил кислотаси ишлаб чиқариш қурилмасига ва бошқа нефт-кимёвий ишлаб чиқариш қурилмаларига жўнатилади. Юқорида баён этилган печда ГДС қурилмасининг 49-блокида аминли тозалашдан ўтган технологик газ ёқилганда $\text{SO}_\text{н}$, $\text{N}_\text{х}\text{O}_\text{й}$ газлари ва аэрозоллар деярли бўлмайди, бу ҳолда скрубберга аммиакли сув берилмайди, тутун газлари **15** - абсорбберга кирмасдан байпас линия орқали **19/19**¹ - абсорбберга киради.

ХУЛОСА

1. Деканол/бутанол ва метил акрилат асосида КУ-2-8Н катализатори иштирокида, 80-100 °С ҳарорат ва атмосфера босими остида, метанол билан гетероазеотроп ҳосил қилувчи Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи экстрабензинининг 60 ва 70 °С оралиғида қайновчи фракцияси муҳитида трансэтерификация реакцияси орқали децил акрилат олиш жараёнида оралик реакциялар камайишига эришилган ҳамда амалдаги технологияларда мавжуд бўлган азеотропни ажратиш, ювиш ва қуритиш босқичларидан воз кечилган.

2. ДА:БА:МА асосида учламчи сополимер ҳосил бўлиш жараёни тадқиқ қилинган. Сополимерланиш жараёнида инициатор сифатида АИБН, занжир узатувчи агент сифатида 2-меркаптоэтанол ва эритувчи сифатида Нефрас С 50-170 дан фойдаланилган, реакция атмосфера босимида ва 80-120 °С ҳароратда олиб борилган. Сополимерланиш константалари ҳисобланиб, Алфрей - Голдфрингер тенгламаси ёрдамида ДА:БА:МА сополимерланиши маҳсулоти таркиби аниқланган ва реакция муҳитига мономерларни навбатли юклаш режими ишлаб чиқилган.

3. Децил акрилат, бутил акрилат ва метил акрилат асосида олинган сополимерлар, “Фарғона НҚИЗ” МЧЖ да қовушқоқлик индексини оширувчи қўндирма сифатида базавий мойларга 1 % дан қўшилганда уларнинг қовушқоқлик индекслари 26 бирликдан 50 бирликкача кўтарилиши аниқланган.

4. Олинган сополимерлар GTL дизел ёқилғисига 0.1 % оғ. миқдорда қўшилганда унинг электр ўтказувчанлиги 209 бирликка кўтарилган. GTL дизел ёқилғисига бошқа бренд депрессор Keroflux6100 билан биргаликда қўшилганда музлаш ҳароратини -26 дан -30 °С гача пасайтирган. Ульттракам олтингугурт тутган EURO - 5 дизел ёқилғиларига синтез қилинган қўндирмани 0,1 % қўшилганда, уларнинг емирилиш юзаси 49 % гача камайган, 40 °С даги қовушқоқлиги 0.2 бирликка кўтарилган.

5. Полиамин ва полиакрил кислота асосида олинган қисман чокланган полиакрилатли мембрананинг тутун газлари таркибидаги CO₂ газини ютиш циклик сифими, амалда қўлланилаётган МЭА ва МДЭА лардан юқори эканлиги аниқланган.

6. Полиакрилатли қўндирма импорт ўрнини босувчи Shodisan 20 маркадаги маҳаллий емирилишга қарши қўндирма сифатида саноат миқёсида ишлаб чиқаришга жорий қилинган. Иқтисодий самарадорлик йилига 1 224 794 160 сўмни ташкил этиши аниқланган.

7. Технологик кўрсаткичларни оптималлаш орқали “Фарғона НҚИЗ” даги ЭЛОУ-АВТ-3 қурилмаси технологик печларининг максимал фойдали иш коэффицентини 70.68% гача кўтарилиб, йилига 420.792 тонна (29 % суюқ ва 71 % газ) ёқилғини иқтисод бўлишига эришилган ва иқтисодий самарадорликни йилига 419 459 127 сўмни ташкил этиши аниқланган.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.16/30.12.2019.T.87.01 ON ACADEMICATION
OF ACADEMIC DEGREES AT THE TASHKENT SCIENTIFIC
RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

TASHKENT CHEMICAL TECHNOLOGICAL INSTITUTE

KHAKIMOV FARRUKH SHOKIRJONOVICH

**TECHNOLOGIES OF USING POLYACRYLATES AS AN ADDITIVE TO
LUBRICATING OILS, FUELS, AND AS A MEMBRANE FOR
CAPTURING CO₂ GAS**

02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them

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

Tashkent – 2022

The dissertation topic of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the numbers of B2021.2.PhD/T2254.

The dissertation has been prepared at the Tashkent Chemical Technological Institute.
The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, English, Russian (resume)) is available online www.tkti.uz and on the website of «ZiyoNet» information-educational portal www.ziynet.uz

Supervisor: **Maksumova Oytura Sitdikovna**
Doctor of Chemical Sciences, Professor

Official opponents: **Turaev Erkin Rustamovich**
Doctor of Technical Sciences

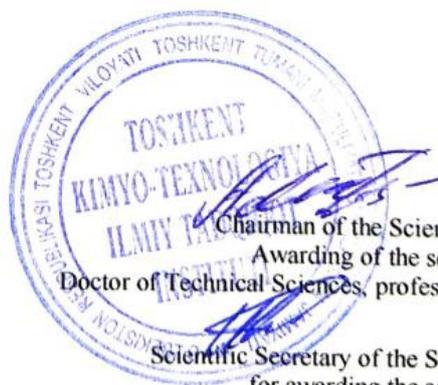
Abdushukurov Anvar Kabirovich
Doctor of Chemical Sciences, Professor

Leading Organization: **Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan**

The defense will take place on "9" Feb 2022 at "10" hours at a meeting of the Scientific Council DSc. 16/30.12.2019.T.87.01 at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology at the address: 111116, Tashkent region, Tashkent district, pos. Ibrat n / a Shurabazar tel (+99895) 144-67-83, fax: (+99870) 965-77-16, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru.

The dissertation was registered at the Information Resource Center of the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology No. 14, which can be found in the IRC (111116, Tashkent region, Tashkent district, Shurabazar, tel.: (+99895) 144-67-83, fax : (+99870) 965-77-16, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru).

The abstract of the dissertation has been distributed on «28» Jan 2022 year
Protocol at the register № 1 dated «28» January 2022 year



A.T. Djalilov
Chairman of the Scientific Council for
Awarding of the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, professor, academician

Sh.D. Shirinov
Scientific Secretary of the Scientific Council
for awarding the scientific degrees,
Candidate of Technical Sciences PhD

Kh. S. Beknazarov
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific
Council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

Relevance and necessity of the dissertation topic. Currently, the annual demand for lubricants worldwide is 35 million tons. The increased use of seasonal oils with low viscosity to achieve fuel economy and engine motility at low temperatures have become the main factors in the properties of base oils in the design of lubricants. Therefore, it is essential to synthesize polymer additives based on copolymers, especially polyacrylates, and to develop additives for fuels and lubricants, especially motor, transmission, hydraulic and other types of oils and fuels.

Today, the world pays special attention to the production of special acrylic-based additives for fuels that meet EURO requirements, moreover, extensive research is also being conducted to develop methods for capturing and targeted usage of flue gases that are released during oil refining and create a "greenhouse effect" that is harmful to the environment, as well as for the production of CO₂-capturing membranes. In this regard, the development of special antistatic agents and anti-wear additives for fuels, as well as energy and resource-saving technologies for the processing of flue gases is relevant.

In recent years, as in various industries, the country has paid particular attention to the localization of raw materials in the manufacture of polymeric materials and the production of imported fuels and oils, various membranes, plastic pipes, fittings, and other products. The Action Strategy for the Further Development of the Republic of Uzbekistan² identified the tasks of "... creation of technology for obtaining import-substituting products with efficient use of local raw materials and secondary resources" further modernization and diversification of the industry through the transition to a new high-tech processing industry based on high-quality finished products, primarily deep processing of local raw materials. In this regard, it is necessary to conduct research directed to determine the conditions of obtaining polyacrylates based on local methyl acrylate raw materials and developing technologies for their use as an additive to lubricating oils, fuels, and as a membrane for capturing CO₂ gas.

The results of this dissertation research have to some extent served in the implementation of the tasks set out on the Presidential Resolutions of the Republic of Uzbekistan of October 25, 2018, No PP-3983 "About measures for the accelerated development of the chemical industry of the Republic of Uzbekistan"; of July 9, 2019, No PP-4388 "About measures for stable providing economy and the population with energy resources, financial improvement and enhancement of

² Presidential decree of the Republic of Uzbekistan of February 7, 2017 No. UP-4947 "About the strategy of actions for further development of the Republic of Uzbekistan"

management system with oil and gas industry”; of August 22, 2019, No PP-4422 “On accelerated measures to improve energy efficiency in economic and social sectors, the introduction of energy-saving technologies and the development of renewable energy sources” and in other regulations related to this activity.

Compliance of the research with the priorities of the development of science and technology in the republic. Here was carried out the research work within the framework of the priority direction II. Energetic, energy and resource-saving of the development of science and technology in the republic.

The degree of study of the problem. The research was conducted on the production of additives for fuels and oils and CO₂ gas-capturing membranes by Salah A. Mohamad, Pranab Ghosh, Kang-Min Jung, J. K. Xaken, D. K. M. Ho, George Gelbard, from our republic Academicians Djalilov A.T., Askarov M.A., Rashidova S.Sh. and their scientific schools, as well as prof. Xamidov B.N., prof. Boboev T.B., prof. Muxamediev M.G., prof. Maksumova O.S., prof. Rafikov A.S., prof. Kudyshkin V.O. and other scientists.

As a result of their scientific research, these scientists studied different methods of synthesis of additives for fuels, oils, and CO₂-capturing membranes based on local raw materials and industrial products, the impact of various physicochemical and technological factors on the production, as well as it is recommended to use toluene as a solvent and sulfuric acids and resins as a catalyst to obtain additives for fuels, oils, and CO₂ gas capturing membranes.

Currently, our Republic joined to the international agreement "7 Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change", to expand the types of membranes to capture CO₂, scientific research is being conducted on the modification of compounds containing active functional groups, the creation of effective production technologies, and their application in practice provides for the production of new, efficient and affordable additives for fuels, oils, and CO₂-capturing membranes based on local raw materials and industrial products.

The relevance of the dissertation research to the research plans of the higher education institution where the dissertation was performed. Here was researched the dissertation within the framework of the research plan of the Tashkent Chemical Technological Institute on the development of methods for obtaining additives that improve the quality of petroleum products.

The aim of research work. To improve the technology of the production of polyacrylates based on local raw materials and their use as additives to fuels, lubricants, and CO₂ capturing membranes.

Research's functions:

to determine the processes of obtaining alkyl acrylate copolymers and the influence of their composition and structure on the physical and chemical properties of oil and diesel fuel;

implementing of synthesized copolymers as an additive to increase the viscosity index of base oils produced in the country and determination of their resistance to mechanical destruction;

use of alkyl acrylate copolymers as an antistatic agent and antiwear additive for ultra-low sulfur (ULS) synthetic and deeply refined petroleum diesel fuels;

improvement of technology for the production of local acrylate-based additives to replace imported ones;

synthesis of a highly effective membrane that traps CO₂ gas;

development of energy-saving technologies of flue gas processing for the primary oil refining process;

The objects of research work. Methyl acrylate, butyl alcohol, diesel fuel based on GTL technology and deep refining of oil, base oils with different chemical compositions and similar viscosities produced by local producers, nefras C 50-170 based on a petroleum solvent, and extra-gasoline fraction with a boiling point of 60-70 °C obtained in as objects of research work.

The subject of research work is obtaining antistatic and antiwear additives, which improve the physicochemical and operational properties of fuels and oils, as well as CO₂ gas capturing membranes based on polyacrylates, their composition, structure, and physicochemical properties.

Research methods. During the research methods of physicochemical analyses, testing of additives and petroleum products, determination of the cyclic capacity of the adsorbent, IR spectroscopy and others were used.

The scientific novelty of the research work is as follows:

for the first time, methods for obtaining antistatic and antiwear additives for ULS diesel fuels derived from technologies of GTL and deep refining of petroleum with the participation of alkyl acrylates;

developed a method for obtaining decyl acrylate from methyl acrylate and decyl alcohol by transesterification in the presence of a KU-2/8 catalyst;

the most optimal conditions for obtaining additives (PDBMA and PDBMA1) containing tertiary copolymer poly (decyl acrylate - co - butyl acrylate - co - methyl acrylate) are developed;

it has been found that the tertiary polymers synthesized show little depressant properties, but have a synergetic effect on the pour point when used in combination with other depressants;

proposed a new technological scheme for capturing flue gases emitted into the environment as a result of fuel combustion in oil refining furnaces, as well as for the production of valuable products from them;

developed an information system for automatization of the burning process of the fuel to increase the efficiency of existing primary oil refinery furnaces and reduce the release of toxic gases into the environment during combustion.

The practical results of the study are as follows:

it is proposed to use alkyl acrylate copolymers as a multifunctional additive for liquid hydrocarbon products;

tested the synthesized viscosity index improvers in SN-145 base oil of UZ-PRISTA JV LLC, in I-20 produced at the Fergana Refinery LLC (FR), and in hydrocracking oil, which is going to be localized;

obtained tertiary polymer poly (decyl acrylate - co - butyl acrylate - co - methyl acrylate) were added to GTL diesel fuel 0.1% by weight, it increased its electrical conductivity to 209 units, and when used in combination with another brand depressor Keroflux 6100, reduction of the pouring point from -26 to -30 °C was defined;

developed the technology of implementing decyl acrylate, butyl acrylate, and methyl acrylate-based additive for use as an antiwear additive for local ULS fuel.

Reliability of research results is explained by the confirmation of the structure and properties of the additive and membrane using IR spectroscopy, the determination of the cyclic capacity of the membrane, and by testing with the help of cutting edge physicochemical analysis methods, as well as the correlation between the experimental and theoretical results.

The scientific and practical significance of the research results.

Here is explained the scientific importance of the results of the study work by the fact that the most efficient waste-free method of the process has been developed by studying the conditions of obtaining polymers and copolymers based on acrylic acid and methyl acrylate using esterification, transesterification, polymerization, as well as amidation reactions.

The practical significance of the results of the study is the application of poly(alkyl)acrylate copolymers based on local raw materials to increase the viscosity index of oils, antiwear and electrical conductivity properties of ULS diesel fuels, as well as the capturing greenhouse gas emitted by the polyacrylate membrane and its use to increase the efficiency of primary oil refinery furnaces.

Implementation of research results. Based on the results of the development of technologies for the use of polyacrylates as an additive to fuel, lubricating oil, and CO₂ capturing membrane:

here has been confirmed the organization standard for the use of acrylic monomer-based copolymers as an antiwear additive under the brand SHODISAN 20 for diesel fuel by the Agency "Uzstandard" (Ts 29858293-02:2021). As a result, Kvalitet Vostok Group LLC was able to produce an import-substituting quality local additive;

here was introduced the polyacrylate-based additive at Bukhara Refinery LLC (reference number of Uzbekneftegaz JSC dated July 12, 2021, № 28-1-01 / 703). As a result, EURO 3 - 5 allowed to improve the antiwear properties of diesel fuel during operation;

implemented the method of optimizing the combustion process in primary oil refining furnaces at the plant of Fergana Refinery LLC (reference number of Uzbekneftegaz JSC dated July 12, 2021, № 28-1-01 / 703). As a result, it was possible to reduce energy consumption by increasing the efficiency of primary oil refining furnaces.

Approbation of research results.

The results of the study were discussed at three international and five national, a total of eight scientific and practical conferences.

Publication of research results.

Here were published fourteen scientific papers on the topic of the dissertation. Among them, here were published five scientific articles in three national and two foreign journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for publication of the dissertation's main scientific results.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and an appendix. The volume of the dissertation is 120 pages.

MAIN CONTENT OF THE DISSERTATION

The introductory part is based on the relevance and necessity of the research, describes the goals and functions, objects and subjects of the research work, its compliance with the priorities of the development of science and technology of the Republic, describes the scientific novelty and practical results of the research, highlights the scientific and workable significance of the results, information on the implementation of the work results in practice, published scientific papers and the structure of the dissertation.

The first chapter of the dissertation, entitled **Methods of Obtaining Additives for Fuels and Oils, Their Properties, and Processes of Oil Refining** focuses on the use of polyacrylates in the production of additives for petroleum products, scientific developments in this field, as well as technologies used in the existing primary oil refining. The laws and decisions developed by the

Republic of Uzbekistan and the World community to improve the environmental situation were also stated here

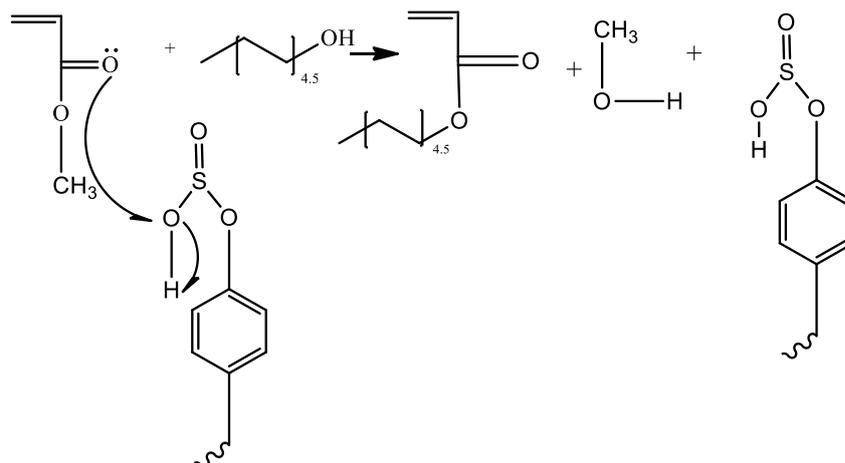
The analysis of the data shows that extensive work is being done around the world to develop high-efficiency additives to oils, fuels, and CO₂ capturing membranes, there seems to be a need to increase the number of energy-saving and environmentally friendly technologies within them.

The second chapter of the work is called **Synthesis and Methods for Studying Additives for Oils, Fuels, and Membranes for Capturing CO₂ Gas Based on Polyacrylates** and gives information about the starting materials for research that are industrial oil I-20A, extra gasoline fraction, technical toluene of Fergana Refinery LLC, and hydrocracking base oil that is going to be produced in this company, nephras C 50-170 of Chinaz Refinery LLC, methyl acrylate, butanol, concentrated or technical HCl of "Navoiyazot" JSC, ultralow sulfur-containing diesel fuel produced by "Bukhara Refinery" LLC, paraffinic diesel that is going to be produced in GTL Uzbekistan, SN-145 base oil of "Uz-Prista Recycling" JV LLC and imported raw materials, such as 1-decanol, hydroquinone, 2-mercaptoethanol, 2,2'-Azobisisobutyronitrile (AIBN or DAK), Al₂O₃ and granulated activated carbon, KU-2-8 Na cation exchanging resin, and places where laboratory experiments and spectral analyzes were performed. In addition, this chapter provides a brief overview of the research methods of the dissertation.

The third chapter of the dissertation entitled **Obtaining Poly(alkyl acrylate) Based Additives and CO₂ Capturing Membranes and Determining Their Effectivity** in detail described the synthesis processes of viscosity index improvers for oils, antistatic, antiwear additives for diesel fuels, and polyacrylic acid-based membrane, the analysis of IR spectra of synthesized additive and membrane, the experimental work to determine the performance of the developed additive in oils and fuels, and the adsorbability of CO₂ gas by the membrane.

The first stage is the transesterification process with methyl acrylate and suitable alcohols to obtain decyl and butyl acrylate (DA, BA). FR's extra gasoline fraction that boils in the range of 60 and 70 °C was used as a solvent. The azeotropic boiling point corresponding to a heteroazeotropic mixture of FEG 60-70 hexane hydrocarbon fraction and methanol is 49-51 °C under normal condition.

Similarly, the boiling point of methanol azeotrope with methyl acrylate is 62–64 °C, which is lower than the boiling point of individual liquids (for information, the boiling point of methanol is 64.7 °C and that of methyl acrylate is 80 °C). The difference in boiling temperature of 13 °C on average allowed these azeotropes to be separated relatively easily by rectification. In addition, visual controlling of the yield by the amount of methanol released and reduction of intermediate reactions were achieved.



This solution (a mixture of liquids) has the property of forming an azeotropic with a minimum boiling point, which exhibits a positive deviation greater than Raoult's law. The yield of alkyl acrylates obtained using FEG 60-70 as an azeotropic forming agent in laboratory syntheses was 97-100% (as obtained without solvent). Other parameters of this process are given in Table 1.

Table 1

Loading of raw materials for the heteroazeotropic synthesis of decyl acrylate

	MW g/mol	Quantity			mmol	Ratio	Temperature / Pressure
		g	ml (r.t.)	equiv.			
Decanol	158.28	158.28	191	158.28	1000	1	80-100 °C / (-0.8) - 0 kgf/cm ²
Methyl Acrylate (MA)	86.09	111.9	117.9	86.09	1300	1.3	
FEG 60-70	≈86	55	82	-	-	-	
Hydroquinone	110.11	1.12	-	-	10.17	0.01017	
KU-2-8 H	-	4 + 4	-	-	-	-	

The synthesis of tertiary polymers consisting of decyl, butyl, and methyl acrylates was carried out at atmospheric pressure and a temperature of 80-120 °C, in a nitrogen environment, in the presence of the initiator of AIBN. 3: 1: 1 molar ratio of the above monomers, i.e., the average number of carbons in the radicals being 7, showed the required solubility in petroleum products. Using the Alfrey-Goldfringer equation, the composition of the copolymerization product was determined when the initial monomers DA: BA: MA were loaded together (see Table 2).

As for the analysis of the viscosity index (VI) data, VIs were calculated by blending the polymers in the concentration of 1% (w/w) in 3 types of base oils with near viscosities but different chemical content. The PDBMA synthesized with one-time loading mode showed a 12–13 unit VI increase, while PDBMA1, which is

synthesized by loading the monomers sequentially, showed a 26–50 unit VI increase. Moreover, the thickening effect of PDBMA1 also increased drastically although mol weight is lower than PDBMA. This is happened owing to the narrow polydispersity index of the terpolymer PDBMA1 resulting from 2-mercaptoethanol adding as a chain transfer agent and short radicals.

Table 2

The ratios of copolymerized monomers in the composition of azeotropic copolymerization products and in the ones synthesized with one time loading mode (calculated using the Alfrey - Goldfringer equation):

Name	Composition of primary monomers [M ₁]: [M ₂]: [M ₃]	Polymer composition [m ₁]: [m ₂]: [m ₃] - azeotropic system	Polymer composition according to the Alfrey-Goldfringer equation [m ₁]: [m ₂]: [m ₃]
Ratio (DA: BA: MA)	3: 1: 1	3: 1: 1	1.64: 0.86: 1.00
In the Gibbs diagram	0.6: 0.2: 0.2	0.6: 0.2: 0.2	0.328: 0.172: 0.200

High efficiency was achieved when PDBMA1 was used as an antiwear additive for the ULS diesel of Bukhara Refinery. Below you can see the results of the analysis performed according to ASTM D 6079. The presence of a short-chain radical-holding joint in the polymer gives the additive a polarity property. The additive, which adheres to the metal surface with these polar ends, prevents the metal from wearing by forming a slippery surface in the form of a film on the friction surface of the metal with a non-polar long-chain radical holding joint. Both polymers gave GTL diesel, which is mainly composed of paraffin hydrocarbons, less lubricity than EURO 5 types of diesel made from Bukhara Refinery ULS diesel fuel. This is explained by the presence of naphthenic hydrocarbons in BR diesel and its relatively high viscosity.

The lubricating properties of the GTL and BR's ultralow sulfur-containing EURO-5 diesel fuels with a 0.1% additive, i.e., the wear scar diameter adjusted to 60 °C on the HFRR apparatus, were reduced to 47% and 49%, respectively. The resulting terpolymer worked better than the copolymer derived from decyl acrylate and acrylic acid. The bipolymer, which consisted of 80% decyl acrylate and 20% acrylic acid, contributed a wear diameter reduction of 36% and 27%, respectively. It is obvious, 20% butyl acrylate and 20% methyl acrylate give more lubricating properties to decyl acrylate than 20% acrylic acid.

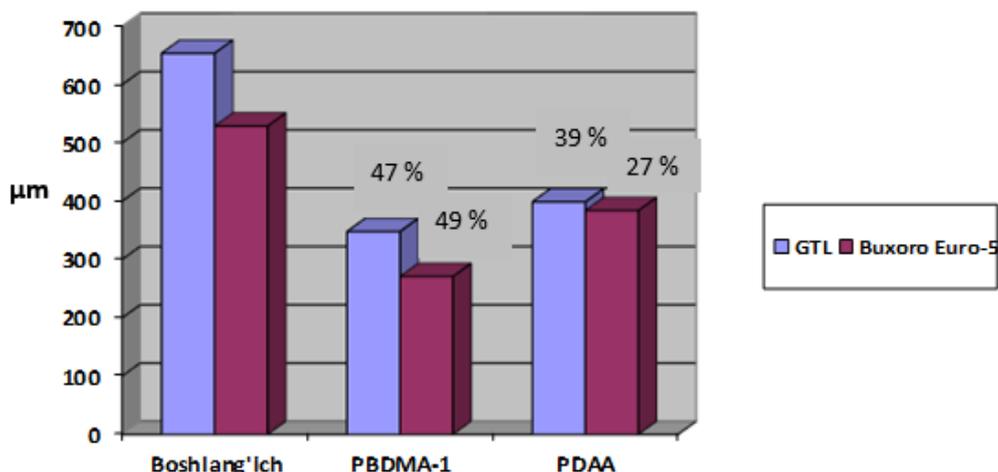


Figure 1. Results of testing the effectiveness of polyacrylates as antiwear additives in ULS (Bukhara Refinery) and paraffinic (GTL) diesel fuels

Moreover, the synergetic effect of the synthesized terpolymers was also determined when used in GTL diesel in conjunction with the Keroflux 6100 brand depressant additive. The electrical conductivity of GTL diesel doped with the terpolymer was also dramatically increased when added 0.1% wt. At the same time, the viscosity at 40 °C increased by 0.2 units.

The antiwear additive under the brand Shodisan 20 was developed with this composition and produced 666 tons of DT-EURO-L-K 5 diesel fuel at the Bukhara Refinery with the participation of this additive. All indicators of the developed product were successfully tested in the central laboratory of this enterprise and carried out certification according to UzTR.931-028: 2017 (Ts16472899-044: 220).

The process of membrane synthesis based on polyacrylic acid is described below. The synthesis of polyacrylic acid was carried out in a vapor medium. Then performed wet sorption of polyethylene polyamine into the derived polyacrylic acid. Conducted the reaction of polyamine with polyacrylic acid in the liquid phase at a mass ratio of 0.85: 1.0. Adsorbents cooled to room temperature were stored in a tightly closed container for testing.

The absorbability of CO₂ gas into the membrane and recovery of it, i.e. regeneration, was carried out under laboratory conditions. The synthesized solid sorbent (membrane) was compared with 30 % solutions of monoethanolamine (MEA) and methyl diethanolamine (MDEA), which are widely used sorbents on an industrial scale.

The absorbability, cyclic capacity, and sorption rate of polyacrylate membrane were investigated at a desorption temperature of 70 ° C, a pressure of <100 mbar, and an adsorption temperature of 40 ° C, a pressure of 50 mm water column.

The synthesized polyacrylic acid-based membranes, 30% monoethanolamine, and methyl diethanolamine solutions provided the same amount of CO₂ through each so that before each cycle the desiccator was ventilated downwards to remove the remaining CO₂ gas from the previous experiment, the adsorption rate was monitored by weighing the membrane containing adsorber's mass at every 15, 30, 45, and 60 min intervals.

The average absorption rate for these sorbents is MEA > PAM > PAM1 > MDEA at 40 ° C, and the desorption rate at 70 ° C is PAM1 > MDEA > MEA > PAM for these sorbents. The adsorption rate in the membranes was high for the previous 30 minutes and then gradually decreased (see Figure 2).

It is evident that after absorption / adsorption (40 ° C) for these conditions, the rich (maximum) loads of MEA, PAM, PAM1, and MDEA on CO₂ were 49, 29, 27, and 18 g / kg, respectively. It took an average of 45-60 minutes. After 30 minutes of regeneration, the CO₂-lean (minimum) load of MEA, PAM, PAM1, and MDEA was found to be 43, 24, 11, and 8 g / kg, respectively. The operating cyclic capacity of these sorbents corresponded to the sequence of PAM1 (16 mg / g) > MDEA (10 mg / g) > MEA (6 mg / g) > PAM (5 mg / g). In the test, the cyclic CO₂ capturing capacity of PAM1 was rated as the highest, and the results obtained showed high repeatability. Found that the cyclic capacity increased with the accumulation of polyamine concentration in the outer shell of PAM1 beads, while this figure decreased with the PAM - membrane with a deep-impregnated polyamine.

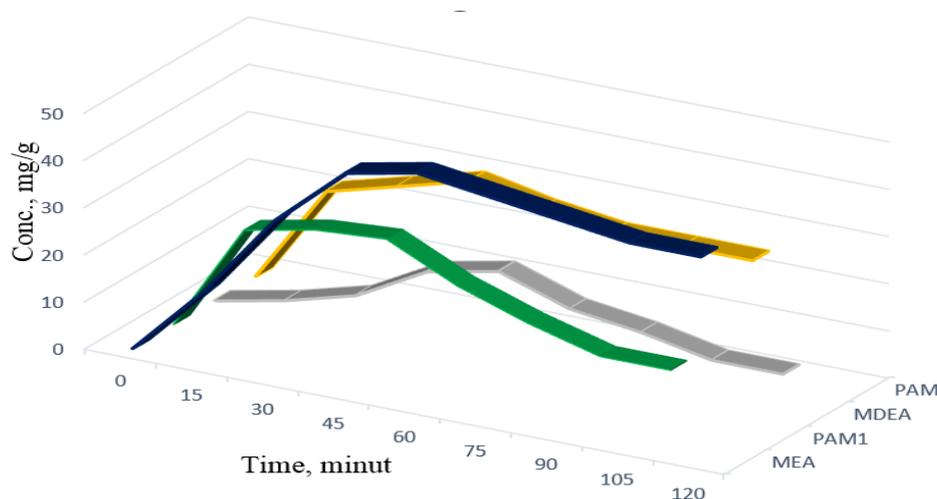


Figure 2. Graphical representation of adsorption/absorption and desorption rate data. PAM, PAM - polyacrylate membranes; MEA, MDEA – 30 % solutions of monoethanolamine and methyl diethanolamine.

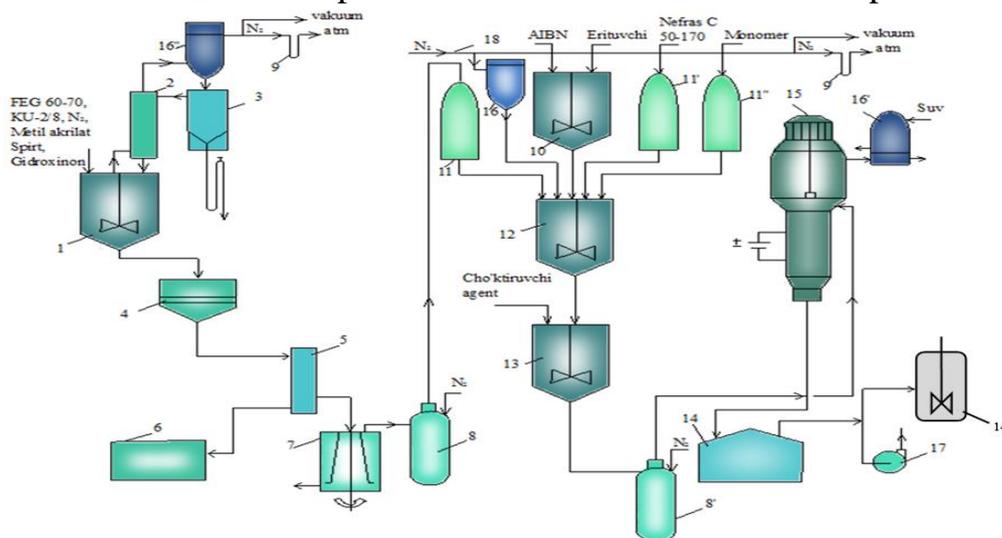
Carried out works on the production of tertiary copolymers and poly(alkyl acrylate) additives, organization of energy-saving, and waste-free technologies in the primary oil refining, establishment of waste-free technology in oil refining

using acrylic polymers in the fourth chapter of the dissertation entitled **Development of Waste-free Technologies for the Production of Fuels, Oils, and Primary Oil Refining Technologies Using Polyacrylates.**

The process of production of polyacrylate additives consists of two main stages (see Figure 3): 1) synthesis and purification of high molecular weight acrylates by transesterification of methyl acrylate with alcohols (butanol and decanol), 2) compounding the acrylate additives, which was polymerized by combinational addition of obtained monomers, into liquid petroleum products.

Could be used various other aliphatic alcohols (C₄-C₁₆), methyl acrylate, toluene (solvent), KU-2/8 (catalyst), hydroquinone (stabilizer), 2, 2'-azobisisobutyronitrile in the production. The main devices of the installation are **1** - esterification and **12** - polymerization reactors. **3** - separator has a cooling jacket, which accelerates the layering of the heteroazeotropic mixture (methanol and FEG 60-70).

Moreover, here was proposed scientific development for energy-saving technology introduction in the primary oil refining and automation of the calculation of the combustion process in the furnaces used in this process.



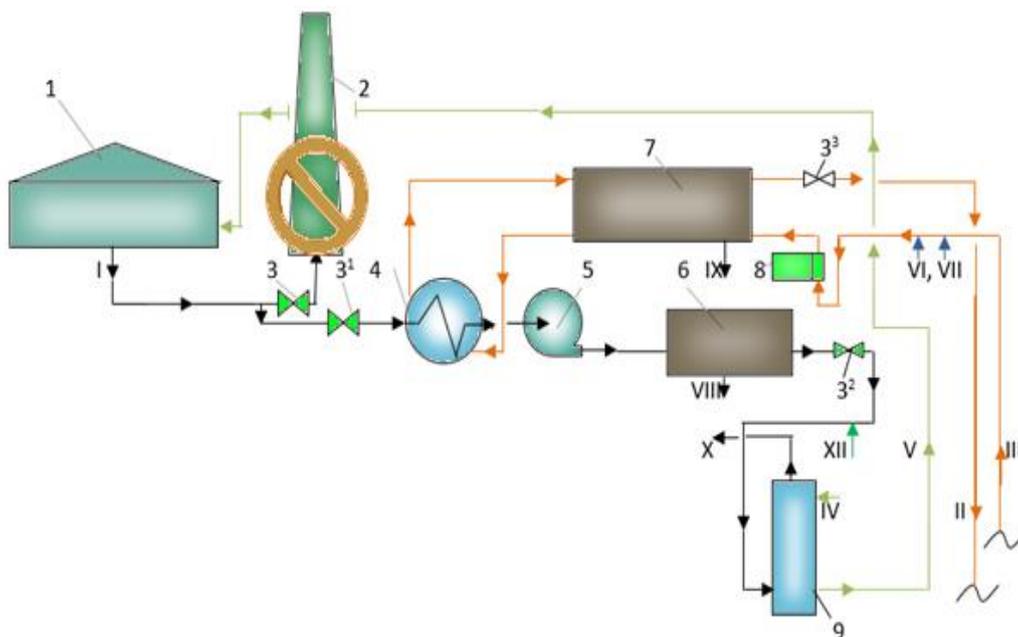
1,12–mixing reactors; 2–rectification column; 3–methanol and heteroazeotrop forming solvent separation separator; 4–filter; 5–adsorbent column; 6–adsorbent regeneration device; 7–centrifugal separator; 8, 8'–monjuz; 9–oil column, 11, 11', 11'' –dosers; 10–Apparatus for melting; 13–sedimentation apparatus; 14–tank; 14'–compounding apparatus; 15–rotary film evaporator; 16,16',16''–water coolers; 17–centrifugal pump; 18–hose line.

Figure 3. Technological scheme of the incessant working installation for the production of polyacrylate additives

To use the industrial furnaces, including oil refinery furnaces efficiently, heat utilization after fuel combustion, and to eliminate environmental damage introduction of the following three-stage technological additions and changes were intended:

- a. Optimization of working (regime) conditions;
- b. Efficient use of heat output;
- c. Waste recycling.

Firstly, here created an information system that calculates the material balance of the combustion process of the primary technological furnace, where fuel oil and technologic fuel gases are combusted, at the technologic installation ELOU-AVT-2/3 of FR. At the same time, using standard methods for determining the composition of fuels, it was possible determining the amount of nitrogen and sulfur to predict the toxic anhydrides' amount released during combustion. If the emissions of toxic and greenhouse gases are higher than the norm (maximum allowable emissions), the system indicates it (colored red for SO₂, brown for NO, green for NO₂ see the electronic application or Table 3).



1–tubular furnace with two combustion chambers with a concave arch; 2–pipe; 3, 3¹–slide valves; 3², 3³–valves, 4–equipment for efficient use of flue gas heat; 5–smoke extractor; 6–receiver or settling chamber; 7–steam generator; 8–piston pump; 9–recuperator.

Flow specifications: I–flue gases; II–live steam; III–exhaust steam+steam condensate; IV–atmospheric air; V–hot air; VI–Na₃PO₄; VII–hydrazine - hydrate; VIII–solid and oily sediments; IX–to the chimney, X - to the flue gas separation section; XIII–ammonia water.

Figure 4. Principled technological scheme of efficient use of heat from flue gases

By optimization, here could be achieved increment just until 70.68 % as the highest efficiency of the furnaces of the primary oil refinery. Technological additions have to be implemented for a further increment of efficiency. Here are referred the technological schemes for the process in Figure 4 and Figure 5.

Table 3

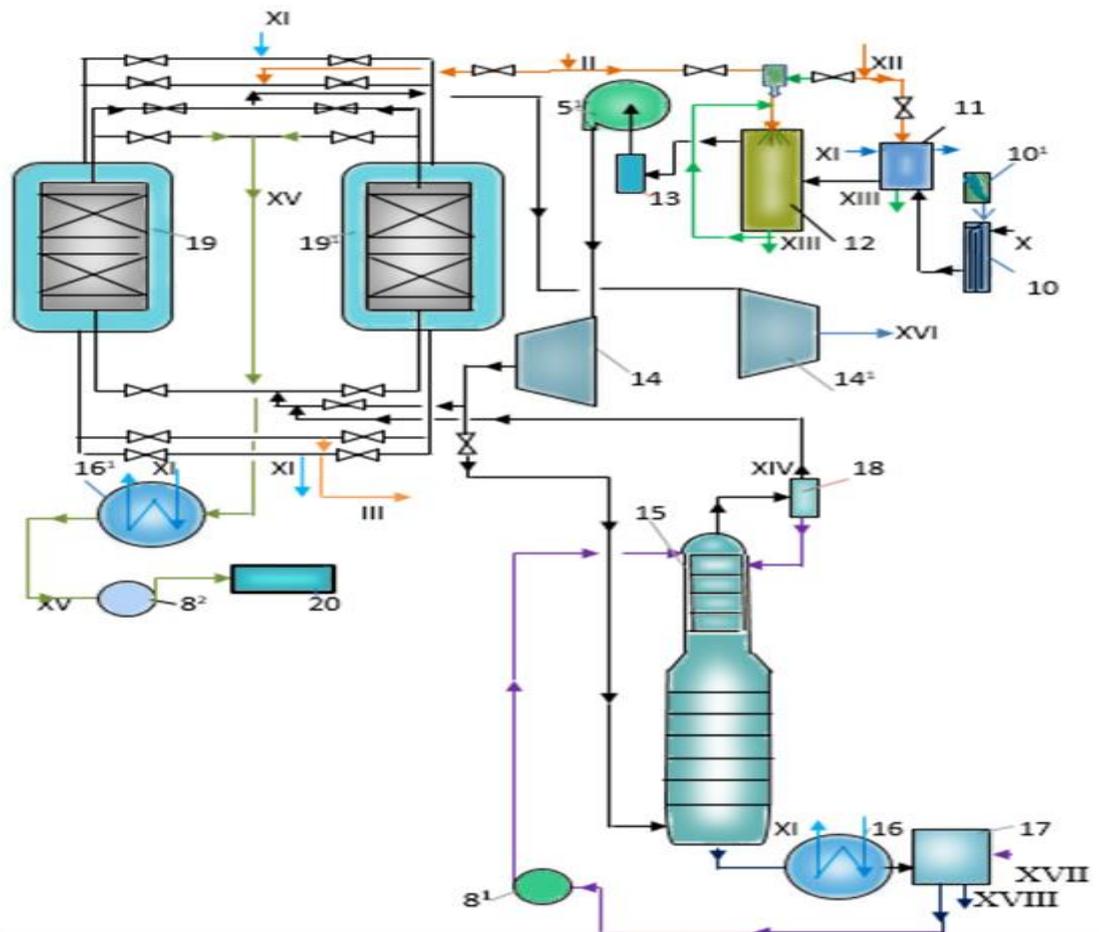
Material balance of the combustion process in furnaces of Oil Refinery

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Inlet						Yield value							
№	Name	kg/h	%	m ³ /h	%	№	Name	kg/h	%	m ³ /h	%	Fact, mg/m ³	PDV, mg/m ³
1	C ₂ H ₆	1989,52	2,51	1485,51	42,22	1	CO ₂	7430,91	9,37	3783,01	6,02		
	H ₂ S	10,48	0,01	6,90	0,20	2	CH	0,20	0,00	0,15	0,00	3,18	10,61
2	C ₁₅ H ₃₂	390,54	0,49	609,20	17,31	3	SO ₂	30,30	0,04	10,60	0,02	482,16	362,70
	C ₅ H ₁₁ -S-C ₆ H ₁₃	31,08	0,04			4	H ₂ O	5372,36	6,77	6685,61	10,64		
	2C ₅ H ₅ N	79,90	0,10			5	N ₂ and other in.gases	58177,56	73,34	46542,05	74,06		
	C ₅ N ₁₁ OC ₆ H ₁₃	28,49	0,04			6	O ₂	8278,09	10,44	5794,66	9,22		
3	Water vapour	1138,50	1,44	1416,80	40,27	7	CO	1,87	0,00	1,49	0,00	29,70	33,11
4	Air	75653,52	95,38	58435,83	1660,86	8	NO	30,00	0,04	22,40	0,04	477,40	115,75
						9	NO ₂	0,52	0,00	0,25	0,00	8,31	5,79
	Overall	79322	100	3518	100		Overall	79322	100	62840	100		

PDV – maximum permissible emission

Here is a closed system close to ideal; in other words, here is only the entry of raw materials and the output of the finished product, the losses minimized. Here are utilized a heat recovery utilizer and recuperator to use the heat of emitting flue gases into the atmosphere at the temperature of 370 °C, to obtain live steam and hot air for technologic usage, thereby lowering the temperature of the flue gases to 105-115 °C. The developed live steam moves through the serpentine tubes inserted into the **19/19¹** - adsorbers heating the membrane to 70 °C, which breaks the chemical bond formed by the CO₂ and the membrane, and allows to obtain pure CO₂. Here was selected a temperature swing desorbing mode under vacuum for the desorption process. The heat of this produced live steam meets the need in the installation. The flue gases enter the **10** - mixer with ozone. Oxidized gases are acidic and easily absorbed by the absorbent. The fully oxidized flue gases then transfer their heat to the water of **11** - economizer (or process deaerator water) for heating. Acidic oxides are absorbed into the condensate with ammonia, leaving the devices in a neutral environment that does not degrade, and sent to the stable fertilizer production unit. Uncondensed flue gases enter the **12** - scrubber, where washed with ammonia water (pH = 5-10) at a temperature of 40-70 °C.

The unstable salts NH₄NO₂ and (NH₄)₂SO₃ are converted into stable fertilizers NH₄NO₃ and (NH₄)₂SO₄. The principal technological scheme of flue gas separation is shown in Figure 5.



5¹–smoke exhauster; *8²*–vacuum pump; *8¹*–centrifugal pump; *10*–gas mixing device; *10¹*–ozonator (or water with potassium permanganate); *11*–economizer (boiler); *12*–scrubber; *13*–drip eliminator; *14, 14¹*–compressors; *15*–absorption

column; 16, 16¹–water coolers; 17–CaCO₃ solution preparation and gypsum production department; 18–absorbent retaining device; 19/19¹–adsorber/desorber containing polyacrylate membrane; 20–compression section.

Flow specifications: III–exhaust steam + steam condensate; II–live steam; XI –circulating water; XII–15-20% ammonia water; XIII–mineral fertilizer containing N_xO_y and partially SO_n; XIV–a gas mixture containing CO₂, O₂, N₂; XV–to the compression section of carbon dioxide; XVI–a gas mixture containing 91-95% N₂ and 5-9% O₂ to the nitrogen gas (inert gas) production unit; XVII–limestone slurry; XVIII–gypsum.

Figure 5. Schematic technological scheme of flue gas separation

The non-condensed gases are sucked out of the separator through the 13 - drip eliminator utilizing a 5¹ - smoke exhauster, and fed to the 14 - compressor, from there it is directed to the 15 - absorber, or bypassing it directed to 19/19¹ - adsorber. In the 15 - absorber, SO₂ in the flue gases is absorbed using a 30% limestone solution. As a result, here is launched the production of gypsum - CaSO₄ from limestone CaCO₃. Smoke gases containing mainly nitrogen - N₂, O₂, CO₂, H₂O, and small amounts (<2 ppm) of other acidic oxides pass through the PAM layer of the 19/19¹ -adsorber, where the CO₂ in the flue gas is trapped. The 19/19¹ - adsorber contains PAM and periodically operates combining the 19¹/19 - desorber. For desorption, the internal pressure of the desorber is reduced to ≤100 mbar_{abs} using an 8²-vacuum pump, and using live steam the inserted pipes into the desorber's jacket, and the membrane is heated gradually to 70 °C. The desorbed CO₂ cooled using a 16¹ - aqueous cooler, and sent to 20 - compression section, then to the intended use, e.g., dry ice, acrylic acid production unit, and other petrochemical production units. If combusted only desulfurized technological gases in the furnace mentioned above, gases SO_n, N_xO_y and aerosols will be almost absent in flue gases; in this case, the scrubber is not supplied with ammonia water, flue gases enter to the 19/19¹ - adsorber bypassing 15 - absorber.

CONCLUSION

1. In the process of transesterification to obtain decyl acrylate based on decanol/butanol and methyl acrylate, using KU-2-8 H as a catalyst at the temperature of 80-100 °C and atmospheric pressure, in the medium of extra gasoline of Fergana Refinery that boils between 60 and 70 °C that forms heteroazeotrope with methanol, here was achieved the reduction of intermediate reactions and abandoned the steps such as rectification of azeotropic mixture, washing, and drying available in the existing technologies.

2. The process of derivation of tertiary copolymer based on DA: BA: MA was studied. In the copolymerization process, AIBN was used as an initiator, 2-mercaptoethanol as a chain transfer agent, and nephras C 50-170 as a solvent, the reaction was performed at the atmospheric pressure and the temperature of 80-120 °C. Here copolymerization constants were calculated, the composition of the copolymerization product of DA: BA: MA was determined using the Alfrey-

Goldfringer equation, and sequential loading mode of monomers into the reaction medium was developed.

3. Here was found that copolymers based on decyl acrylate, butyl acrylate, and methyl acrylate increase their viscosity index from 26 to 50 units when 1% added to base oils as a viscosity index improving additive in Fergana Refinery LLC.

4. When the synthesized copolymers were added to GTL diesel fuel 0.1 % w/w amount, its electrical conductivity rose to 209 units. When combined with Keroflux6100, another brand depressant in GTL diesel fuel, it reduced the pouring point from -26 to -30 °C. By adding 0.1 % w/w of the synthesized additive into the ultralow sulfur-containing BR's EURO-5 diesel fuels, wear diameter was reduced to 49%, and the viscosity at 40 °C was increased by 0.2 units.

5. Determined that the partially crosslinked polyacrylate membrane based on polyamine and polyacrylic acid had a higher cyclic capacity to absorb CO₂ gas than MEA and MDEA used in practice.

6. The polyacrylate additive has been implemented into industrial production as an import-substituting local antiwear additive under the brand Shodisan 20. The expected economic efficiency is going to be 1 224 794 160 soums per year.

7. By optimizing the technological parameters, the maximum efficiency of technologic furnaces of ELOU-AVT-3 at Fergana Refinery was increased to 70.68%, saving 420,792 tons of fuel (29% liquid and 71% gas) per year and achieving economic efficiency of 419,459,127 soums per year.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.16/30.12.2019.Т.87.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ХАКИМОВ ФАРРУХ ШОКИРЖОНОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИАКРИЛАТОВ В
КАЧЕСТВЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ, ТОПЛИВАМ И МЕМБРАНЫ
ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ГАЗА CO₂**

02.00.14 - Технология органических веществ и материалы на их основе

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

Ташкент – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2021.2/PhD/T2254.

Диссертация подготовлена в Ташкентском химико-технологическом институте. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, английский, русский(резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу www.tkti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNET» по адресу www.ziyo.net

Научный руководитель: **Максумова Ойтура Ситдиковна**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Тураев Эркин Рустамович**
доктор технических наук

Абдушукуров Анвар Кабирович
доктор химических наук, профессор

Ведущая организация: **Институт общей и неорганической химии**
Академии наук Республики Узбекистан

Защита диссертации состоится «9» фев 2022 г. в «16⁰⁰» часов на заседании Ученого совета DSc.16/30.12.2019.T.87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, ул. Шурабазар, (+99895) 144-67-83, факс: (+99870) 965-77-16, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 14, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, Шурабазар, (+99895) 144-67-83, факс: (+99870) 965-77-16, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru

Автореферат диссертации разослан «28» января 2022 года.
(протокол рассылки № 1 от «28» января 2022 г.).



Джалилов А.Т.
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.х.н., проф., академик

Ширинов Ш.Д.
Ученый секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней, PhD тех.

Бекназаров Х.С.
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., проф

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Цель исследования. Совершенствование технологии получения полиакрилатов на основе местного сырья и их применение в качестве присадок к топливам, смазочным материалам и мембран для улавливания газа CO₂.

Объект исследования. В качестве объекта исследования выбран метилакрилат, бутиловый спирт, дизельное топливо на основе технологии GTL и глубокой очистки нефти, базовые масла с различным химическим составом и близкой вязкостью производства местных производителей, нефтяной растворитель нефрас С 50-170 и экстрабензиновая фракция с температурой кипения 60-70 °С.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые разработаны способы получения антистатических и противоизносных присадок к дизельным топливам ULS на основе технологий GTL и глубокой переработки нефти с участием алкилакрилатов;

разработан метод получения децилакрилата из метилакрилата и децилового спирта путем переэтерификации в присутствии катализатора КУ-2/8;

разработаны наиболее оптимальные условия получения присадок (PDBMA и PDBMA1), содержащих третичный сополимер поли(децилакрилат – со – бутилакрилат – со - метилакрилат);

выявлено, что синтезированные третичные полимеры проявляют слабые депрессивные свойства, но имеют синергический эффект на температуру застывания при использовании в сочетании с другими депрессорами;

предложена новая технологическая схема улавливания дымовых газов, выбрасываемых в окружающую среду при сжигании топлива в печах нефтепереработки, а также производства из них ценных продуктов;

разработана информационная система автоматизации процесса сжигания топлива с целью повышения эффективности действующих печей первичной переработки нефти и снижения выбросов токсичных газов в окружающую среду при горении.

Внедрение результатов исследования.

По результатам разработанных технологий получения полиакрилатных присадок к топливу, смазочным материалам и улавливающим CO₂ мембранам:

стандарт организации по применению сополимера на основе акриловых мономеров в качестве противоизносной присадки торговой марки SHODISAN 20 для дизельного топлива внесен в государственный реестр

Агентством «Узстандарт» (Ts 29858293-02: 2021). В результате появилась возможность производить качественные местные присадки для импортозамещения на ООО «Kvalitet Vostok Group»;

внедрена присадка на основе полиакрилата на ООО «Бухарский НПЗ». (регистрационный номер АО «Узбекнефтегаз» от 12 июля 2021 г. № 28-1-01 / 703). В результате, достигнуто улучшение противоизносных свойств дизельного топлива ЕВРО 3-5 в процессе их эксплуатации;

осуществлена научная разработка по повышению эффективности печей первичной переработки нефти за счет оптимизации процесса горения на ООО «Ферганский НПЗ» (регистрационный номер АО «Узбекнефтегаз» от 12 июля 2021 г. № 28-1-01 / 703). В результате повышения эффективности печей первичной переработки нефти дало возможность сэкономить энергию и снизить выбросы вредных и парниковых газов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Ш. Хакимов, Н. Ш. Мухторов, Ш. Ш. Хамдамова, О. С. Максумова. Полиакрилатлар ёрдамида нефтни қайта ишлашнинг чиқиндисиз технологиясини ташкил этишга //Ўзбекистон кимё журнали, -Тошкент, 2020. -№ 3. –Б. 60-66. (02.00.00; №6).

2. Ф. Ш. Хакимов, Н. Ш. Мухторов, Ш. Ш. Хамдамова, О. С. Максумова, [Н. К. Имамов]. Энергия тежамкор технологияни нефтни бирламчи қайта ишлаш жараёнига жорий этиш //Ўзбекистон нефт ва газ журнали, -Тошкент, 2020. -№ 3. –Б. 34-37, –С. 74-77. (02.00.00; №7).

3. Ф. Ш. Хакимов, Н. Ш. Мухторов, Ҳ. М. Рахмонов, Ш. Ш. Хамдамова, О. С. Максумова. Нефтни бирламчи қайта ишлаш жараёнида энергия тежамкор ва чиқиндисиз технологияларни ташкил этиш //Ўзбекистон нефт ва газ журнали, -Тошкент, 2020. -№ 2. –Б. 12-15, –С. 40-43. (02.00.00; №7).

4. F. Sh. Khakimov, N. Sh. Mukhtorov, O. S. Maksumova. Environmentally friendly synthesis route of terpolymers derived from alkyl acrylates and their performance as additives for liquid hydrocarbon products //JOURNAL OF POLYMER RESEARCH. (2020) 27:304, <https://doi.org/10.1007/s10965-020-02268-1>, –PP. 1-15. (Scopus preview - Scopus - Journal of Polymer Research <https://www.scopus.com/sourceid/13687>). Impact Factor: SJIF 2020 = 3.097

5. Khakimov F.Sh., Khakimova Sh.Sh., Maksumova O.S. Technological review for using polyacrylic membranes in flue gas utilization //Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12346>, –Б. 59 – 64. (02.00.14; № 2)

II бўлим (II часть; II part)

6. Khakimov Farrukh, Tulkin Radjabov, Maksumova Oytura. Evaluation of different viscosity index improvers in local lube oil base stock by means of sonic oscillator //European Science Review, 2018, 1, 9. –P. 217-219.

7. Ф. Ш. Хакимов, Максумова О.С., Мойларнинг қовушқоқлик индексини ошириш //Техник ва ижтимоий-иқтисодий фанлар соҳаларининг муҳим масалалари мавзусидаги Республика Олий ўқув юртлари аро илмий ишлар тўплами, Тошкент 2018, –Б.145-146.

8. Ф. Ш. Хакимов, Хамдамова Ш., Рахмонов Ҳ. Уменьшение выбросов в атмосферу нефтеперерабатывающих заводов через оптимизацию работы и повышении К.П.Д. печей нефтеперерабатывающих предприятий //ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ - 2015, Материалы Международной научно – практической конференции. Уфа Издательство УГНТУ 2015, –С.105-108.

9. Ф.Ш. Хакимов, Э.У.Мадалиев, Саноат печларининг иссиқлик унумдорлигини ошириш йўллари //Замонавий бино ва иншоотларни лойиҳалаш, барпо этиш, техник эксплуатация қилиш, реконструкциялаш ва

модернизациялашнинг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий анжумани, Фарғона 2015, –Б.272-273.

10. Ф. Ш. Хакимов, Хамдамова Ш. Utilization of smoke fumes and cleaning sewers’ liquids from absorbed gases in Ferghana oil refinery plant //XXI Аср – Интеллектуал Авлод Асри мавзусидаги ҳудудий илмий-амалий конференция материаллари, ФарДУ 2015, –Б.300-303.

11. Ф. Ш. Хакимов, Нефтни қайта ишлашда чиқиндисиз технологияни қўллаш //XXI Аср – Интеллектуал Авлод Асри мавзусидаги ҳудудий илмий-амалий конференцияси материаллари, ФарПИ 2016, –Б.313-317.

12. Ф. Ш. Хакимов, Имамов Н.К., Фарғона нефтни қайта ишлаш заводида ЭЛОУ-АВТ-2 технологик қурилмасидаги нефтни бирламчи ҳайдаш технологик печида ёниш жараёнининг материал балансини ҳисоблашни автоматлаштириш масаласига //Умидли кимёгарлар, ТКТИ 2017, –Б.620-621.

13. F. Sh. Khakimov, N. Sh. Mukhtorov, O. S. Maksumova, Poly(alkyl acrylate) as a viscosity index improver for lube oils //Proceedings of the international conference in the topic of Innovations in the oil and gas industry, modern power engineering and actual problems» -Тошкент 2020. -№ . –РР. 339-340.

14. Farrukh Sh. Khakimov, Implementation of poly(alkyl acrylate)s as an antistatic agent for ultra-low sulfur fuels //XVI Международном Форуме-Конкурсе Студентов И Молодых Ученых «Актуальные Проблемы Недропользования», Санкт-Петербург, 2020. –С. 161-162.

Автореферат “Ўзбекистон кимё журналі” тахририятида тахрир қилинди

Босишга рухсат этилди: 28.01.2022 йил.
Бичими 60x84 ¹/₁₆, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи: 2.8. Адади 100. Буюртма № 14.
Тел (99) 832 99 79; (97) 815 44 54.
Гувоҳнома reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
100031, Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй