

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМӢ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc. 03/28.02.2022.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМӢ КЕНГАШ**

БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ХЎЖАҚУЛОВ КАМОЛИДДИН РАМАЗОНОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ИККИЛАМЧИ УГЛЕВОДОРОДЛАР АСОСИДА
СИНТЕТИК ЮҚОРИ ЁҒ КИСЛОТАЛАРИНИНГ ОЛИНИШИ,
ХОССАЛАРИ, ТЕХНОЛОГИЯСИ ВА УЛАРНИНГ САНОАТДА
ҚЎЛЛАНИЛИШИ**

02.00.08 – Нефт ва газ кимёси ва технологияси

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

Бухоро – 2022

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Хўжакулов Камолиддин Рамазонович

Маҳаллий иккиламчи углеводородлар асосида синтетик юқори ёғ
кислоталарининг олиниши, хоссалари, технологияси ва уларнинг sanoatда
қўлланилиши..... 3

Хужакулов Камолиддин Рамазанович

Получение, свойства, технология высших жирных кислот на основе местных
вторичных углеводородов и их применение в промышленности..... 21

Khujakulov Kamoliddin Ramazanovich

Production, properties and technology of synthetic higher fatty acids based on local
secondary hydrocarbons and their application in industry..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 43

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc. 03/28.02.2022.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ХЎЖАҚУЛОВ КАМОЛИДДИН РАМАЗОНОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ИККИЛАМЧИ УГЛЕВОДОРОДЛАР АСОСИДА
СИНТЕТИК ЮҚОРИ ЁҒ КИСЛОТАЛАРИНИНГ ОЛИНИШИ,
ХОССАЛАРИ, ТЕХНОЛОГИЯСИ ВА УЛАРНИНГ САНОАТДА
ҚЎЛЛАНИЛИШИ**

02.00.08 – Нефт ва газ кимёси ва технологияси

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2021.4.PhD/T2455 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Бухоро муҳандислик-технология институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Институт веб-саҳифасида (www.bmti.uz) ва «Ziyonet» Ахборот – таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Фозилов Садриддин Файзуллаевич техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Худайбердиев Абсалом Абдурасулович техника фанлари доктори, кат.ил.ход Абдурахмонов Олим Рустамович техника фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	И.Каримов номидаги Тошкент Давлат техника университети

Диссертация химояси Бухоро муҳандислик-технология институти хузуридаги DSc.03/28.02.2022.Т.101.01 рақамли Илмий кенгашининг 2022 йил «18» НОҚ соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 200117, Бухоро шаҳар, Қ.Муртазоев кўчаси, 15-уй. Тел.: (+99865)223-68-42, факс: (+99865)223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz).

Диссертация билан Бухоро муҳандислик-технология институтининг Ахборот – ресурс марказида танишиш мумкин (369 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 200117, Бухоро шаҳар, Қ.Муртазоев кўчаси, 15-уй. Тел.: (+99865)223-68-42).

Диссертация автореферати 2022 йил «25» апрел куни таркатилди.
(2022 йил «18» февралдаги № 10 рақамли реестр баённомаси).



Н.Р. Баракаев

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
раиси т.ф.д., профессор

Р.Р. Ҳайитов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
илмий котиби т.ф.д., кат. ил. ход.

Х.Б. Дўстов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунёда нефт ва газ, чарм-пойабзал ишлаб чиқариш, кимё саноати соҳаларида юқори даражада ўсиш кузатилмоқда. Саноатнинг мазкур тармоқларини янада ривожлантириш мақсадида ушбу соҳа маҳсулотларини чуқур қайта ишлаш ҳамда янги турдаги маҳсулотлар ишлаб чиқариш, уларнинг ассортиментини кенгайтириш, сифатини оширишга катта эътибор қаратилиб келинмоқда. Кейинги йилларда аҳоли сонининг сезиларли даражада ошиб бориши билан, синтетик ёғ кислоталар ва улар асосидаги материалларга бўлган эҳтиёж кун сайин ортиб бормоқда. Мазкур талабни қондириш ҳамда уларни ишлаб чиқаришнинг замонавий технологияларини яратиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда нефт ва газ, чарм-пойабзал хомашёларини комплекс қайта ишлаш орқали рақобатбардош сифатли маҳсулотлар ишлаб чиқариш, инновацион технологиялар асосида замон талабларига мос технологияларни яратиш бўйича муҳим илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада иккиламчи углеводородларни қайта ишлаш орқали синтетик юқори ёғ кислоталари олиш, экспортбоб, сифатли мойловчи ва ёғловчи композициялар ишлаб чиқариш жараёнларининг замонавий, юқори самарали усулини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда сўнги йилларда саноатнинг турли соҳаларида бўлгани каби нефт ва газ, чарм-пойабзал тармоқларининг самарадорлигини ошириш, хомашё баъзасини маҳаллийлаштириш ва улар асосида импортга йўналтирадиган маҳсулотлар ишлаб чиқариш бўйича муҳим натижаларга эришилмоқда. Соҳа хомашёларини чуқур қайта ишлаш ва ушбу йўналишда фаолият кўрсатаётган корхоналарни қайта реконструкция қилиш, қўшимча цехларни ишга тушуришга қаратилган илмий асосланган илмий изланишлар олиб борилмоқда.¹ Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида “Иқтисодийга инновацияларни кенг жорий қилиш, саноат корхоналари ва илм-фан муассасаларининг кооперация алоқаларини ривожлантириш” каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда замонавий технологиялар орқали синтетик юқори ёғ кислоталар ишлаб чиқариш ва импорт ҳисобига келадиган маҳсулотларни маҳаллийлаштириш ва саноатнинг турли тармоқларида қўллаш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони, 2016 йил 28 сентябрдаги ПҚ-2614-сон «2016-2020 йилларда углеводород хом ашёсини чуқур қайта ишлаш негизда экспортга йўналтирилган тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кўпайтириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3246-сон “Кимё саноати ташкилотларининг экспорт-импорт фаолиятини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги, 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон “Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида” ги Фармони

ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бўлган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV «Кимё, кимёвий технологиянинг назарий асослари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Синтетик ёғ кислоталари олиш бўйича ва уларнинг қўлланилиши ҳамда хоссаларини ўрганиш бўйича дунёда Asha Kumari., Н. Schulz., Richard Lehner., Ariel D. Quiroga., Jacoro Troisi., Sean Richards., Н.М. Эмануэль., Н.К. Маньковская., А.С. Локтев., Г.Г. Йорданов., D.G. Gicheva., В.Н. Vochev, С.Д. Dushkin, Е.Г. Гиладжов., А.Т. Сагинаев., ва бошқалар, мамлакатимизда эса А.И. Глушенкова., Б.Н. Ҳамидов., З.С. Салимов., А.Т. Жалилов., С.М. Туробжонов., Ш.М. Сайидахмедов., Г.Р. Норметова., М.П. Юнусов., С.А. Абдурахимов., О.М. Ёриев., Н. Ёдгоров., О.С. Махсумова., Т.Ж. Қодиров., Б.А. Мухамедгалиев ва С.Ф. Фозилов каби олимлар томонидан синтетик ёғ кислоталар кимёсининг назарий масалаларини ўрганиш соҳасидаги фундаментал тадқиқотлар, мойловчи ва ёғловчи композициялар олишнинг технологиясини ишлаб чиқиш бўйича кўплаб илмий-тадқиқот ишларини олиб борилган ва муҳим илмий-амалий ютуқларга эришилган.

Аммо, олиб борилган таҳлиллар шуни кўрсатдики, ҳозирги кунда юртимиздаги мавжуд нефт ва нефт-газ конларидан олинадиган n-парафин углеводородлар асосида синтетик юқори ёғ кислоталари синтез қилиш, уларнинг таркиби, хоссаларини ўрганиш ҳамда технологик параметрларини ишлаб чиқиш етарли даражада ўрганилмаган.

Ушбу муаммоларни ечишда юртимизда мавжуд ресурслардан фойдаланган ҳолда синтетик юқори ёғ кислоталар синтез қилиш, уларни асосидаги композицияларни саноат миқёсида ишлаб чиқариш техника ва технологияларини жорий этиш, мақбул режимларини назарий ва амалий асослаш муҳим вазифа ҳисобланади. Шу билан бир қаторда нефт парафинлари ва қуйи молекулали полиэтилен асосида синтетик юқори ёғ кислоталари синтез қилиш, уларнинг хоссаларини тадқиқ қилиш, технологик тизимлари етарли даражада ўрганилмаган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.

Тадқиқот иши Бухоро муҳандислик-технология институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг “Маҳаллий иккиламчи углеводородлар асосида синтетик юқори ёғ кислоталари синтез қилиш ва уларни сурков мойлари ишлаб чиқаришда қўллаш” ҳамда “МЕНАВАҲА MODA”, “OMAD AZIZ” ва “ИСЛОМ” МЧЖ корхоналарида “Синтетик юқори ёғ кислоталарини синтез қилиш ва уларни чарм ва қорақўл териларига ёғловчи материаллар сифатида қўллаш” бўйича шартномалар асосида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади парафин углеводородлари ва қуйи молекулали полиэтилен асосида синтетик юқори ёғ кислоталар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

синтетик юқори ёғ кислоталари олиш учун парафин углеводородларини танлаш уларнинг таркиби ва хоссаларини аниқлаш;

маҳаллий иккиламчи парафин углеводородлари ва қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш жараёнини оптимал режимларини тадқиқ қилиш;

оксидлаш жараёнининг унумига турли омиллар таъсирини аниқлаш;

иккиламчи хомашё нефт парафинлари ва қуйи молекулали полиэтилен асосида синтетик ёғ кислоталарини олиш ва улар таркибидаги юқори молекулали кислоталар миқдорини аниқлаш;

парафин углеводородларидан синтетик юқори ёғ кислоталар олиш ва ректификациялашнинг такомиллаштирилган принципиал технологик схемасини ишлаб чиқиш;

синтез қилинган синтетик юқори ёғ кислоталари асосида антифрикцион сурков модел мойи (солидол) композицияларини олиш ва уларни қўллаш;

синтетик юқори ёғ кислоталар асосида олинган композицияларни чарм ва мўйна саноати ёғлаш жараёнида тажриба-саноат синовларини ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида маҳаллий нефт конлари парафин углеводородлари, “Шўртангазкимё” МЧЖ мажмуаси чиқиндиси қуйи молекулали полиэтилен намуналари олинган.

Тадқиқот предмети парафин углеводородлари ва қуйи молекулали полиэтилендан олинган синтетик юқори ёғ кислоталарининг физик-кимёвий хоссалари ҳамда техник хусусиятлари, уларни олиш жараёнининг муқобил режими параметрлари, лаборатория ва ишлаб чиқаришда синовдан ўтказиш технологик режимларини аниқлаш ҳисобланади.

Тадқиқот усуллари. Диссертация тадқиқотларни бажаришда физик-кимёвий ва коллоид-кимёвий, (ИҚ-спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия) таҳлил усуллари ҳамда математик моделлаштириш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

маҳаллий парафин углеводородлар таркибининг сифатий ва миқдорий таҳлили натижасида нормал тузилишга эга бўлган юқори молекулали C_{15} - C_{30} парафин углеводородлари ва ҳалқали углеводородлар борлиги исботланган;

юқори молекулали C_{15} - C_{30} парафин углеводородлари ва қуйи молекулали полиэтиленнинг юқори фракцияси C_{10} - C_{20} асосида синтетик ёғ кислоталар олиш жараёнининг мақбул режими: ҳарорат $140-180^{\circ}C$, ҳаво узатиш тезлиги 1 кг хомашёга 0,4-0,6 л/с, реакция давомийлиги 4-6 соат ишлаб чиқилган;

парафинларни катализатор ёрдамида оксидланиш жараёнида, оптимал режим ҳарорат $180^{\circ}C$, ҳаво узатиш тезлиги 0,6 л/с, реакция вақти 6 соатда оксидат унуми максимум 82% ва олинган оксидат таркибида юқори молекулали карбон кислоталар миқдори C_{17} - C_{20} фракциялари 13-15% эканлиги исботланган;

юқори молекулали $C_{15}-C_{30}$ парафин углеводородларини оксидлаш жараёнида маҳсулотнинг чиқши унумига ҳарорат, кислород миқдори ва реакция вақтининг таъсири қонуниятини аниқлашнинг математик модели ишлаб чиқилган;

юқори молекулали парафин углеводородларини оксидлаб юқори ёғ кислоталарини олиш технологиясининг ректификацияловчи колонналар сонини тўрттадан биттага қисқартириш ҳамда қувурли печ билан жихозлаш орқали такомиллаштирилган схемаси ишлаб чиқилган;

солидол ГОСТ-1033 таркибидаги табиий ёғ кислоталари ўрнига юқори молекулали парафин углеводородларидан олинган синтетик юқори ёғ кислоталарининг калцийли совунидан 20% гача қўшиш натижасида маҳсулотнинг қовушқоқлик самарадорлигининг ортиши ва таркибидаги сув миқдорининг камайиши исботланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

парафин углеводородлари ва қуйи молекулали полиэтилен асосида синтетик юқори ёғ кислоталари синтез қилинган ва фракцияларга ажратишнинг технологик схемаси ишлаб чиқилган;

маҳаллий иккиламчи углеводородлардан синтетик юқори ёғ кислоталар олиш жараёнларининг муқобил режимлари ишлаб чиқилган;

таркибидаги табиий ёғ кислоталари ўрнига юқори молекулали парафин углеводородларидан олинган синтетик юқори ёғ кислоталарининг калцийли совунидан 20% гача қўшиш натижасида антифрикцион композицион сурков модел мойи (солидол) олинган;

синтетик юқори ёғ кислоталари асосида қаракўл мўйна маҳсулотларини ёғлаш жараёни учун композициялар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги синтез қилинган синтетик юқори ёғ кислота маҳсулотларини таҳлил қилишда физик-кимёвий (ИҚ-спектроскопик, хромато-масс-спектрометрик, хроматографик, кимёвий, электрон микроскопия) ҳамда назарий ва тажрибавий изланиш натижалари ўзаро мос келиши, тавсия қилинган синов натижалари тегишли корхона лабораториясида саноат-тажриба синовидан ўтганлиги билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти парафин углеводородлари ва қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш жараёнининг такомиллаштирилиши ҳамда синтетик юқори ёғ кислоталари синтези жараёнининг муқобил режимларини топиш учун маҳсулот унумига асосий омиллар (катализатор табиати ҳамда миқдори, ҳарорат, реакция давомийлиги) таъсирларининг аниқланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти синтетик юқори ёғ кислоталар олиниши орқали нефт-газ саноати курилмалари айланма ишқаланиб ишловчи қисмларини мойланиши ҳамда чарм ва мўйна маҳсулотларини ёғлашда хориждан валюта ҳисобига келтириладиган

препаратларни камайтиришга ва келгусида улардан тўлиқ воз кечишга ҳамда реагентларнинг мақсадли қўлланиш даражасини оширишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий иккиламчи углеводородлар асосида синтетик юқори ёғ кислоталарини олиш технологияси ва уларни саноатда қўлланилиши бўйича олинган илмий натижалар асосида:

таркибидаги табиий ёғ кислоталари ўрнига юқори молекулали парафин углеводородларидан олинган синтетик юқори ёғ кислоталарининг калцийли совунидан 20% гача қўшиш натижасида антифрикцион композицион сурков модел мойи (солидол) “Бухоро таъмирлаш механика заводи” АЖда ишлаб чиқаришга жорий этилган (“Бухоро таъмирлаш механика заводи” АЖнинг 2021 йил 23 ноябрдаги 10.00/ПП-430 сон маълумотномаси). Натижада, намуна сифатида олинган намунанинг қовушқоқлик самарадорлиги 250 дан 260 га ортиши ва таркибидаги сув миқдорининг 2,5% дан 1,5% гача камайтириш имконини берган;

маҳаллий иккиламчи парафин углеводородлар асосида олинган синтетик юқори ёғ кислоталар таркибли ёғловчи композициялар “Узчармсаноат” уюшмаси таркибидаги “МЕНАВАҲА МОДА”, “ОМАД АЗИЗ”, “ИСЛОМ” МЧЖ корхоналарида амалиётга жорий этилган (“Узчармсаноат” уюшмасининг 2021 йил 21 сентябрдаги ФБ-7/2482-сон маълумотномаси). Натижада, маҳаллий хомашёлар асосида олинган синтетик юқори ёғ кислоталарини технологик жараёнда анъанавий ёғловчилар ўрнида қўллаш иқтисодий самарадорликка эришиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур илмий тадқиқот ишининг натижалари 7 та халқаро ва 3 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 19 та илмий иш нашр этилган. шулардан 2 та монография ва Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия қилинган илмий нашрларда 6 та мақола – 3 таси хорижий ва 3 таси республика илмий журналларида (шундан 1 таси SCOPUS базасига кирувчи журналларда) чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 121 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий

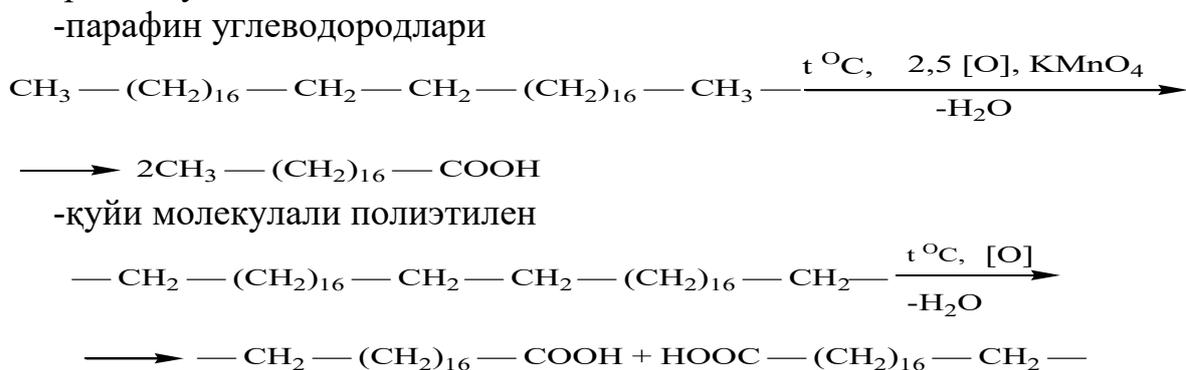
аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Синтетик юқори ёғ кислоталари синтез қилишнинг истиқболли йўналишлари ва уларнинг таҳлили”** деб номланган биринчи бобида, тадқиқотга тегишли бўлган хорижий ва маҳаллий илмий-техник нашрлар ва патент маълумотлари таҳлил қилинган, парафин углеводородлари асосида синтетик юқори ёғ кислоталари синтез қилиш, олинаётган маҳсулот сифатига бошланғич хомашёларнинг таъсири ҳамда уларнинг физик-кимёвий таркибига оид маълумотлар таҳлил қилинган. Адабиётларда келтирилган маълумотлар натижасида тадқиқотнинг мақсади ва вазибалари шакллантирилган.

Диссертациянинг **“Тадқиқот объектлари ва усуллари”** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектларининг характеристикаси, тажрибаларни ўтказиш методикаси, дастлабки моддалар, уларнинг тавсифи (парафинлар, пальмитин кислота, стеарин кислота, олеин кислота, қуйи молекулали полиэтилен, эритувчилар диоксан, бензол, метанол, этанол, изопропил спирти, диметилсулфоксид, углерод тўрт хлорид, сульфат кислота) ва уларнинг асосий физик-кимёвий хоссалари таҳлил қилинган. Хромато-масс-спектрал таҳлил қилиш, кислота, эфир, йод сонини аниқлаш усули (айниқса, Вейс усули) батафсил баён этилган.

Диссертациянинг **“Синтетик юқори ёғ кислоталари ва уларнинг ҳосилаларини синтез қилиш”** деб номланган учинчи бобида парафин углеводородларини оксидлаш орқали олинган C₅-C₂₁ кислоталар маҳсулот фракциялари Мингбулоқ ва Олмалик нефт парафинлари мисолида ўрганилган. Кимёвий ва физик-кимёвий тадқиқот усуллари ёрдамида олинган натижалар келтирилган ва улар таҳлил қилинди.

Парафин углеводородлари ва қуйи молекулали полиэтиленнинг оксидланиш жараёни механизмининг умумий кўринишини қуйидагича тасвирлаш мумкин:



Диссертация ишида парафин углеводородлар ва қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш лаборатория қурилмаси келтирилган ва у асосида олинган натижалар илмий жиҳатдан таҳлил қилинди. Парафин углеводородлари ва қуйи молекулали полиэтиленнинг оксидлаш жараёни натижасида ҳосил бўлган маҳсулотлар хромато масс-спектрометрик ва ИҚ-

спектроскопик усуллар ёрдамида аниқланди. Нефт парафинларининг карбон кислоталаргача оксидланиш жараёни бир ва кўп омилли усуллар орқали математик моделлаштирилди.

Бунинг учун асосий маҳсулот унумини y ни функция сифатида, ҳарорат x_1 , ҳаво узатиш тезлиги x_2 , реакция вақтини x_3 ларни факторлар сифатида қабул қиламиз. Шунингдек, ушбу факторларнинг қийматлари жараёнга таъсири сезиларли эканини назарга тутиб, ушбу 3 факторли регрессия тенгламасини бир қанча танловлардан кейин қуйидаги кўринишда қабул қилинди:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1x_2 + a_5x_1x_3 + a_6x_2x_3$$

кўринишида изланди. Номалум коэффициентларни топиш учун энг кичик квадратлар усулидан фойдаланилди. Энг кичик квадратлар усулини қўллаш натижасида

$$y = 96,572 - 0,214x_1 + 9,384x_2 - 2,510x_3 - 0,0262x_1x_2 - 0,033x_1x_3 - 1,429x_2x_3$$

Тенгламаси олинди. Демак, топилган коэффициентлар қуйидагича:

$$a_0 = 96,572; a_1 = -0,214; a_2 = 9,384; a_3 = -2,510; a_4 = -0,0262; a_5 = -0,033; a_6 = -1,429$$

Дастур ёрдамида олинган назарий қийматларни тажриба натижалари билан солиштирилди:

1-жадвал

Дастур ёрдамида олинган назарий қийматларнинг тажриба натижалари билан фарқи

№	Ҳарорат, °C	Ҳаво узатиш тезлиги, л/с 1 кг хомашёга	Реакция вақти, с	Унум масс.% Тажрибада	Унум масс.% Назарий	Фарқ
1	140	0,40	4,00	78,00	78,0000000	0,0000000
2	140	0,50	5,00	80,00	80,1428571	0,1428571
3	140	0,60	6,00	82,00	82,0000000	0,0000000
4	150	0,50	5,00	80,00	79,7857143	0,2142857
5	160	0,40	6,00	81,00	81,0000000	0,0000000
6	170	0,50	5,00	79,00	79,0714286	0,0714286
7	180	0,60	6,00	82,00	82,0000000	0,0000000

Жадвалдан кўришиб турибдики, тажриба қийматлари ва олинган регрессия тенгламаси ёрдамида ҳисобланган назарий қийматлар орасида фарқ кам.

Буни аппроксимация хатолигини ушбу формула ёрдамида ҳисоблаб кўриб ҳам билиш мумкин:

$$\bar{A} = \frac{\sum |y_i - y_k|}{y_i} \cdot 100\%$$

Бу ерда y_i – тажриба қийматлари, y_k – топилган регрессия тенгламаси қийматлари. Ушбу формулага юқоридаги жадвал қийматларини қўйиб ҳисобланганида қуйидаги қийматга эга бўлинди.

$$\bar{A} = 0,498$$

Бу қиймат 5% дан ошмагани учун регрессия формуласи яхши танланган деган хулосага келинди.

Тенглама адекватлигини Фишер мезони орқали топилади. Бунинг учун олинган тажриба қийматлари, топилган регрессия формуласидан фойдаланиб факторли ва қолдиқ дисперсиялар аниқланди:

$$F_{haq} = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2 / m}{\sum(y - \hat{y})^2 / (n - m - 1)}$$

Бу ерда \hat{y} - регрессия формуласи ёрдамида топилган назарий қийматлар,

\bar{y} – тажриба натижаларининг ўртача қиймати,

y - тажриба натижалари қийматлари,

n – тажриба натижалари сони,

m – факторлар сони.

Бунинг учун қуйидаги 2-жадвал шакллантирилди: $y_t, y_n, \bar{y}, \hat{y}$

2-жадвал

Жараён кўрсаткичларига боғлиқ бўлган ўзгаришлар оралиқлари

x_1	x_2	x_3	y_t	y_n	$(y_n - \bar{y})^2$	$(y_t - y_n)^2$
140	0,4	4	78	78	5,224489796	0
140	0,5	5	80	80,1428571	0,020408176	0,020408151
140	0,6	6	82	82	2,93877551	0
150	0,5	5	80	79,7857143	0,249999986	0,045918361
160	0,4	6	81	81	0,510204082	0
170	0,5	5	79	79,0714286	1,474489727	0,005102045
180	0,6	6	82	82	2,93877551	0
			Суммалар	562	13,35714279	0,071428557
		\bar{y}	80,28571429			
F_{fakt_sur}	4,452381					
F_{fakt_max}	0,02381					
F_{fakt}	187					

Юқорида келтирилган тажриба ва назарий қийматларни (1) формулага қўйиб эга бўламиз:

$$F_{haq} = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2 / m}{\sum(y - \hat{y})^2 / (n - m - 1)} = \frac{13,357/3}{0,0715/3} = \frac{4,452381}{0,02381} = 187 \quad (1)$$

$$F_{haq} = 187.$$

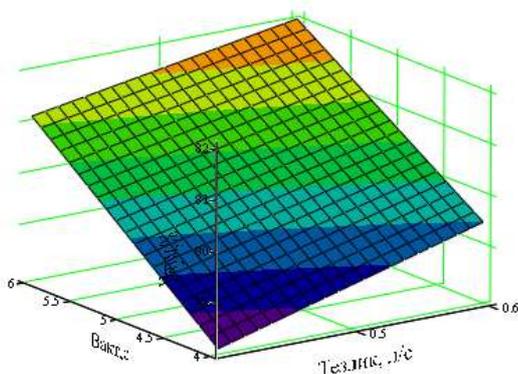
Фишернинг жадвалдаги қийматини $\alpha = 0,05$ аниқлик даражаси, $k_1 = n - 1$ - факторлар сони ва $k_2 = n - m - 1$ - озодлик даражаси, $n = 7, m = 3$ тажриба натижалари сони ва факторлар сонидан келиб чиқиб, аниқланди:

$$F_{jad} = 6,94$$

$F_{haq} > F_{jad}$ бўлганида олинган регрессия тенгламаси статистик маънодор, яъни адекват экани аниқланди. Демак, топилган регрессия тенгламаси

адекват бўлиб, ушбу модел ёрдамида аргументлар ўзгариш оралиғида сканерлаш усули ёрдамида функция максимуми топилди. Бунинг учун аргументларни ўзгариш чегараси ва қадамни қуйидагича танлаймиз: x_1 , яъни ҳароратни 140 дан 180 гача 1(бир) қадам, x_2 , яъни узатиш тезлигини 0,4 дан 0,6 гача 1(бир) қадам, x_3 , яъни реакция вақтини 4 дан 6 гача 1(бир) қадам билан ўзгартирилди.

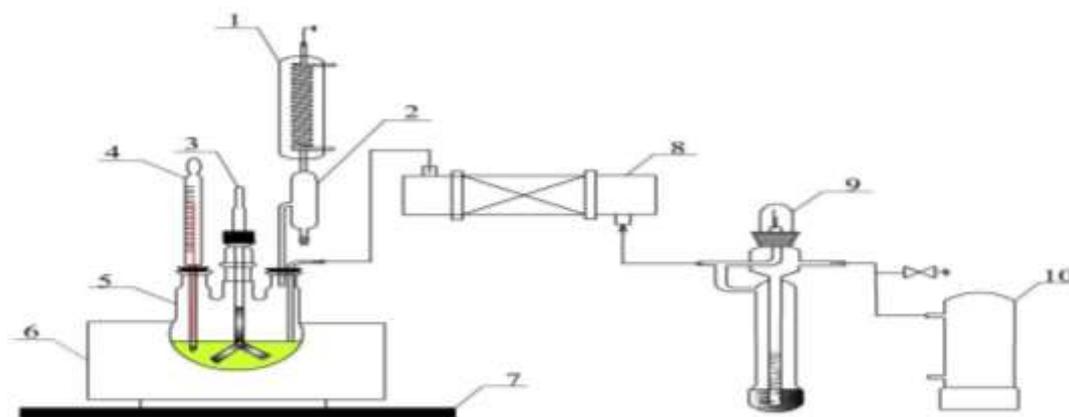
Ушбу алгоритм ёрдамида тузилган дастур асосида функция максимуми қуйидагича аниқланди:



1-расм. 180 °C ҳароратда тезлик ва вақтнинг унумдорликка боғлиқлик графиги

Энг яхши унумдорлик тезлик ва вақтнинг максимал қийматларига тўғри келмоқда.

Парафин углеводородлари ва қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш қуйидаги лаборатория қурилмасида амалга оширилди (2-расм).



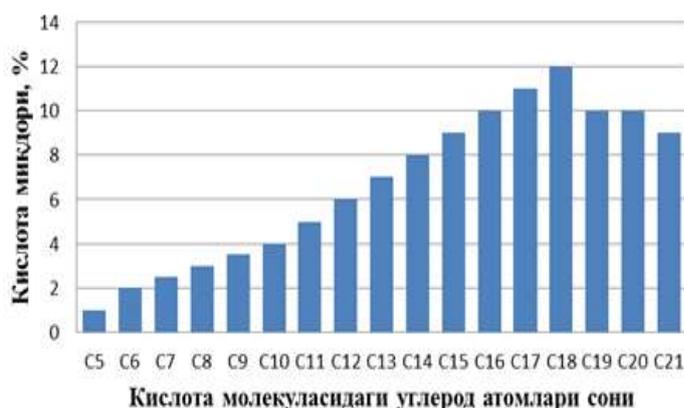
2-расм. Парафин углеводородлари ҳамда қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш лаборатория қурилмаси

1-сувли совуткич, 2-Дина-Старк ушлагичи, 3-механик аралаштиргич, 4-термометр, 5-колба реактор, 6-мойли ҳаммом, 7-қиздиргич, 8-қуриткич, 9-реометр, 10-ҳаво узаткич компрессор

Оксидлаш жараёнини амалга ошириш учун баландлиги 250 мм, диаметри 50 мм ли реактор танланди, унинг пастки қисмига ғовак пластинка, юқори қисмига Дина-Старк ушлагичли тескари совутгич ўрнатилди. Ҳарорат

реакторга ўрнатилган термометр ёрдамида ўлчанди. Реактор мой ҳаммомига жойлаштирилди. Компрессор ёрдамида ҳаво узатилиб реометр орқали ҳаво тезлиги ростланди. Реакторга 200 г парафин солиниб, уни секин қиздириб суюқлантирилгандан сўнг 1,5 г KMnO_4 ни 1,5 мл сувда эритиб солинди. Сўнгра реактор ҳарорати 180°C га кўтарилди, 1 соат давомида 1 кг парафинга нисбатан 60 л/с тезликда ҳаво ўтказилди. Реактордан ўтган ҳаво тескари совутгич орқали атмосферага чиқариб юборилди. Оксидланиш натижасида ҳосил бўлган сув Дина-Старк ушлагичда йиғилди, қайнаб чиққан парафин тескари совутгичда конденсатланиб реакторга қайтарилди.

Оксидланиш 4-6 соат давомида олиб борилди, ҳар соат давомида оксидантдан намуна олиб кислота сони аниқланди. Маҳсулот чиқими 78-82% ташкил қилди. Олинган оксидантнинг кислоталигини универсал индикатор қоғози ёрдамида текширилганда рН 5 га тенглиги аниқланди. Бу муҳит кучсиз кислотали эканлигини билдиради.



3-расм. Парафинидан олинган синтетик ёғ кислоталар аралашмасининг таркиби

кўплиги сабабли кислота ва эфирларнинг қайнаш ҳарорати бўйича



4-расм. Парафинлардан олинган C₁₇-C₂₀ кислоталар маҳсулот фракциялари таркибининг чегаравий ўзгаришлари

коэффициентлари фарқи асосланган. Турли хил парафинлардан олинган C₁₇-C₂₀ кислоталарнинг маҳсулот фракцияларини таққослашда Жанубий Олмалик нефт парафинидан олинган кислоталарнинг маҳсулот

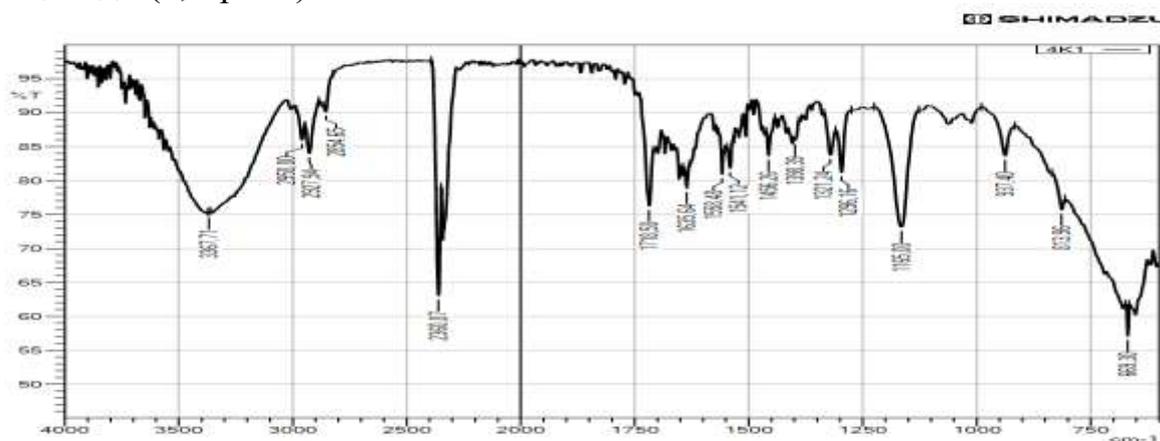
Барча кислоталар нормал монокарбон кислоталар деб қабул қилсак ва уларнинг қайнаш ҳарорати бўйича фракция таркибини ҳисобласак, аралашмада C₅ дан C₂₁ гача углеород атомлари сони жуфт ва тоқ бўлган барча кислоталар учрайди ва уларнинг миқдори катта ораликда ўзгаради (3-расм).

Кўриниб турибдики, бунда изоструктурали кислоталар аралашмалари миқдорининг фракцияларга ажратиш учун ректификация қилиш усулини танлаш нотўғри, айниқса молекулали массаси юқори бўлган компонентлар учун фақат тахминий натижа беради. Шунинг учун ёғ кислоталар аралашмаси таркибини ўрганиш учун газ-суюқлик хроматография усули қўлланилди. Бу усул аралашма компонентларининг кўзгалмас суюқ фаза ва газ фаза орасида тарқалиш

фракцияларида юқори молекулали кислоталарнинг миқдори энг кўп, Мингбулок нефт парафинидан олинган кислоталар эса асосан паст молекулали кислоталар фракциялари мавжуд бўлиб, юқори молекулали кислоталар миқдори 13,0-15,0% ни ташкил этишини кўриш мумкин (4-расм).

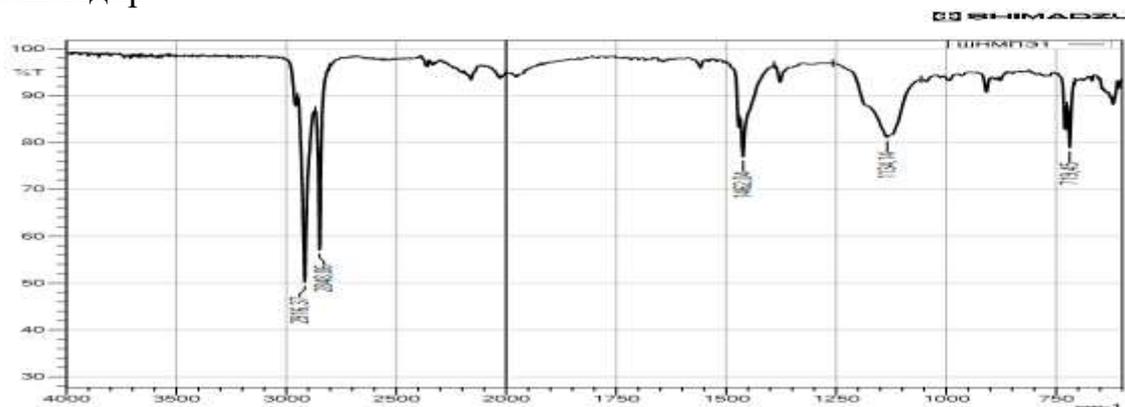
Парафин углевородлари оксидланиш маҳсулотлари ва этил спиртини этерификациялаш бензол муҳитида Mn асосли катализатор иштирокида 4 соат давомида 90 °C ҳароратда Дина-Старк ушлагич ўрнатилган уч оғизли, колбада аралаштириб турган ҳолда олиб борилди.

Парафин углевородларининг синтез қилинган оксидлаш маҳсулотлари мураккаб эфирлари тузилиши ИК-Shimadzu русумли спектрометр ёрдамида аниқланди (5,6-расм).



5-расм. Қаттиқ парафиннинг оксидланиш маҳсулотларини этерификациялаш натижасида олинган мураккаб эфир ИҚ-спектри

ИҚ-спектрда кузатилган 1718 см^{-1} ютилиш чўққиси мураккаб эфир гуруҳини $\text{C}=\text{O}$ карбонил гуруҳига, 1456 см^{-1} ютилиш соҳаси $-\text{CH}_2-$ гуруҳига, 1398 см^{-1} ютилиш чўққиси CH_3- метил гуруҳи деформацион тебранишларига тегишлидир.

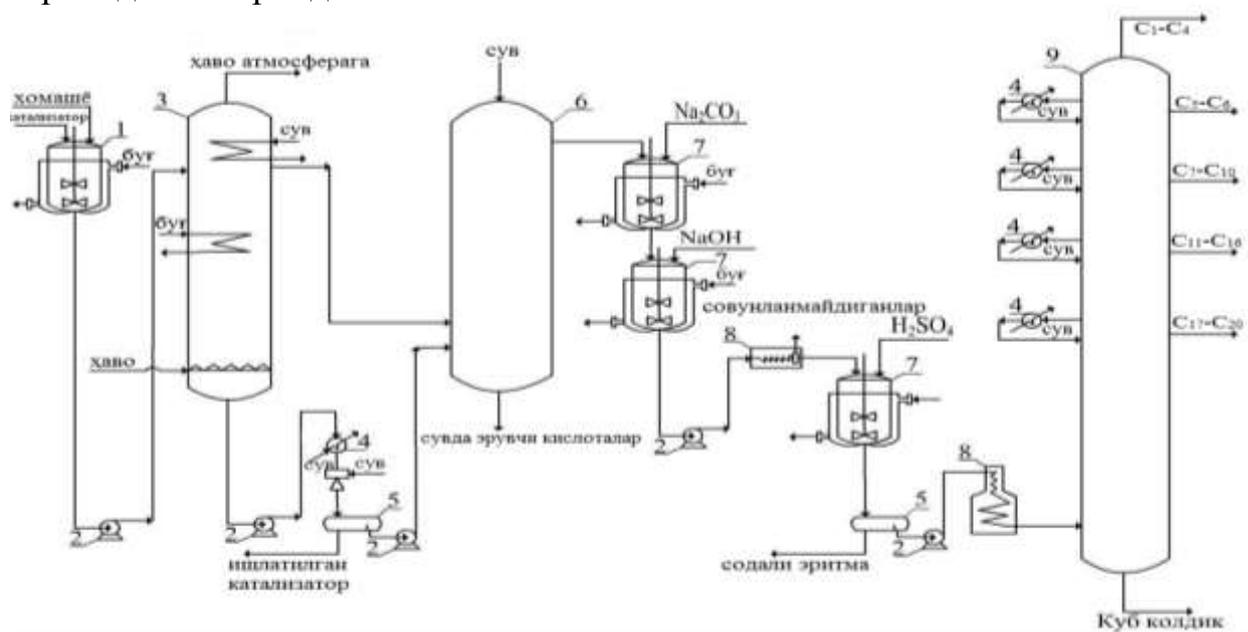


6-расм. Қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш маҳсулотларини этерификациялаш натижасида олинган мураккаб эфир ИҚ-спектри

Қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш маҳсулотларини этерификациялаш натижасида олинган мураккаб эфирини ИҚ-спектрида кузатилган 1134 см^{-1} ютилиш чўққиси карбон кислота мураккаб эфир гуруҳини $\text{C}=\text{O}$ карбонил гуруҳига, 1462 см^{-1} ютилиш соҳаси $\delta_{\text{асим}} \text{CH}_2-$ гуруҳига, 719 см^{-1} $-\text{C}(\text{CH}_3)_2$ гуруҳига, 2848 см^{-1} CH_3 гуруҳи $\nu_{\text{асим}}$

тебранишларига, 2916 см^{-1} ютилиш чўққиси CH_3 - метил гуруҳи валент симметрик тебранишларига тегишлидир.

Диссертациянинг «Синтетик юқори ёғ кислоталарини фракцияларга ажратиш технологиясини ишлаб чиқиш ва уларни саноатда қўллаш» деб номланган тўртинчи бобида монокарбон кислоталар суюқланиш ҳарорати углерод атомлари сонига боғлиқлиги натижалари келтирилган. Парафин углеводородларининг оксидланиш жараёни технологик схемаси 7-расмда келтирилди.



7-расм. Парафин углеводородларидан синтетик юқори ёғ кислоталар олиш жараёнининг технологик схемаси

1–аралаштиргич; 2 – насослар; 3 - оксидлаш колоннаси; 4 – совуткичлар; 5 – тиндиргичлар; 6 – ювиш коллоннаси 7 - автоклавлар, 8 – қувурли печлар; 9 – фракциялаш колоннаси

Тоза парафин ва катализатор 1- аралаштиргичда аралаштирилади. Ҳосил бўлган аралашма узлуксиз ишлайдиган 3-устунга насос ёрдамида оксидлаш учун берилди. Оксидлаш колоннаси алюминий ёки пўлат қотишмасидан ясалган, иситиш ёки совутиш учун қобуғи, совутиш учун масофавий совуткич ва ҳаво узатиш учун тарқатиш мосламасига эга. Колонканинг юқори қисмидаги газ қуйи қисмидаги кислоталарни олиш учун 6-устундаги сув билан ювилади, кейин аралашмалардан тозаланади ва атмосферага чиқарилади.

Реакция тугагандан сўнг ва $80-90^\circ\text{C}$ га совуткич 4 да совутилади, оксидат тиндиргич 5 да чўктирилади, у ерда катализатор ажратилади, ундан катализатор қайта ишлашга юборилади. 6-устунда, сувда эрувчан кислоталардан ювилади. Сўнгра 7-автоклавда соданинг сувли эритмаси билан эркин кислоталарни тузларга айлантириб, ишқорнинг сувли эритмаси билан ишлов бериш учун кейинги автоклавда ишлов берилди, бу ерда эфир ва лактонларнинг гидролизланиши содир бўлади. Бироқ, 7-автоклавдан олинган аралашма таркибида ҳали ҳам совунланмайдиган маҳсулотларни ўз ичига олади, улар юқори ҳароратда дистилланган бўлиши керак, бу эса кислоталарнинг сифатини яхшилайдди.

Олинган натижаларга кўра ректификациялаш колоннасининг ҳарорат режими ва ҳайдалган кислоталарнинг миқдори 3-жадвалда келтирилди.

3-жадвал

Ректификациялаш жараёнининг ҳарорат режими ва ҳайдалган кислоталарнинг миқдори

Устун бўлимлари	Ҳарорат, °С		Қолдиқ босим мм.с.м.уст	Умумий миқдор-дан кислота чиқиши, масс. %
	паст	юқори		
1	100	80	250	3,0
2	190	118	20	12,0
3	230	-	5	22,0
4	280	-	5	26,0
5	310	-	5	17,0
Куб қолдиқ	-	-	-	19,0

Бунинг учун аралашма 8-қувурли печда 310-330°С ҳароратгача иситилади ва аралашмадаги учувчан моддаларнинг буғи ажратилади.

4-жадвал

Турли конларнинг парафинларига ишлов беришда олинган нормал кислоталарнинг миқдори ва уларнинг хоссалари

Кўрсаткичлар	Конлар	
	Мингбулоқ	Жанубий Олмалик
Фракциялар C ₁₀ – C ₁₆		
Миқдори, %	67,1	67,0
Кислота сони, 1 г маҳсулотга КОН мг	235	222
Эфир сони, 1 г маҳсулотга КОН мг	0,01	0,01
Қуюлиш ҳарорати, °С	33,1	39,1
Фракциялар C ₁₇ – C ₂₀		
Миқдори, %	80,2	71,3
Кислота сони, 1 г маҳсулотга КОН мг	181	181
Эфир сони, 1 г маҳсулотга КОН мг	1,2	0,01
Қуюлиш ҳарорати, °С	58,1	58,4

Сўнгра совунланган моддалар, автоклавда сульфат кислота билан ишлов берилади, 5-тиндиргичда туз эритмаси эса эркин кислоталардан ажратилади. C₅ - C₆, C₇ - C₉, C₁₀ - C₁₆, C₁₇ - C₂₀ кислоталарнинг фракцияларини олиб, 1,4 Па босимда қайта оқим устунлари билан бир нечта бошмоқ тарелкали колонналарда фракцияланади. Қолган > C₂₀ кислоталар ва куб қолдиқ колоннанинг пастки қисмидан олинади. Амалда, хом ашё ҳолидаги синтетик ёғ кислоталари аралашмасини ажратиш учун узлуксиз дистиллаш жараёни амалга оширилди, бунинг учун ишлатиладиган тизимлар бошқача бўлади. Дистиллаш ёпиқ колонналарда фақат кислоталарнинг дастлабки фракцияси

дистилланди, сўнгра кислоталар доимий равишда буғлатилди, кейин конденсатлар ва фракциялар ажратилди.

Синтетик кислоталарнинг дистиллаш ва ректификациялаш масалаларига алоҳида аҳамият берилди ва ёғ кислоталарининг ўртача ўлчанган сифат кўрсаткичлари аниқланди.

Синтетик юқори ёғ кислоталарининг сурков мойлари ишлаб чиқариш саноатида қўлланилиши. Сурков мойлари ишлаб чиқариш саноатини ривожлантириш, уларнинг сифатини яхшилаш ҳамда ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар ассортиметини кенгайтириш мамлакатимизга импорт қилинаётган ушбу турдаги маҳсулотларга сарф бўладиган харажатларни камайтириш муҳим вазифа ҳисобланади.

Бу борада антифрикцион пластик сурков мойлари саноатида ишлатиладиган табиий ёғлар ва мойлар ўрнини иккиламчи нефткимёвий хомашёлар асосидаги синтетик юқори ёғ кислоталарига алмаштириш масаласини ечиш муҳим аҳамият касб этади.

5-жадвал

Синтез қилинган ёғ кислоталари композициялари асосидаги солидолнинг техник тавсифи

№	Кўрсаткичлар	“Солидол Ж” ГОСТ-1033	Синтез қилинган солидол
1	Томчилаш ҳарорати, °С	78	74
2	Қовушқоқлик эффекти 0 °С ва деформация тезлигининг ўртача даражаси 10 c^{-1} , (Па*с) дан ортиқ эмас	250	260
3	Коллоид барқарорлиги, %	13	13
4	NaOH бўйича эркин ишқорнинг масса улуши, % дан ортиқ эмас	0,2	0,2
5	Эркин органик кислоталарнинг миқдори	мавжуд эмас	мавжуд эмас
6	Сулфат кислотада эримайдиган механик аралашмаларининг миқдори	мавжуд эмас	мавжуд эмас
7	Сувнинг масса улуши, % дан ортиқ эмас	2,5	1,5
8	Табиий ёғлардан олинган ёғ кислоталари калцийли совунининг масса улуши, %, кам эмас	11,0	-
9	Синтетик ёғ кислоталарининг калцийли совуни масса улуши, %, ортиқ эмас	-	20

Маҳаллий иккиламчи углеводородлар асосида синтез қилинган синтетик юқори ёғ кислоталари асосидаги калцийли совунни антифрикцион сурков композиция мойи (солидол) таркибига 20 % гача киритганда эксплуатацион хоссалари ортиб, парчаланиш ҳарорати 80 °С дан 120 °С гача ошди ва ишқаланувчи қисмларни мойлаш хоссалари яхшиланишга эришилди (5-жадвал).

Синтетик ёғ кислоталари C₁₀ - C₁₆, C₁₇ - C₂₀ ва кенг фракцияли C₁₀ - C₂₀ товар фракциялари бўйича юқори сифатли сурков мойларини олиш

имкониятларини ўрганиш натижалари шуни кўрсатдики, энг яхши хусусиятларга эга бўлган сурков мойи C₁₀-C₁₆ ёғ кислоталари фракциясининг қуйма совуни ёрдамида олинганлиги аниқланди.

Синтетик юқори ёғ кислоталарининг қорақўл мўйна ишлаб чиқариш саноатида қўлланилиши. Синтетик юқори ёғ кислоталари асосида юқори ёғловчи хоссаларга эга такомиллаштирилган ёғловчи композиция яратилди ва қорақўл териларини ёғлаш жараёнида қўлланилди (6-жадвал).

6-жадвал

Қорақўл териларини ёғлаш жараёни учун тайёрланган композиция таркиби

Ёғловчи композиция таркиби	Ёғловчи аралашма таркиби % да	
	I	II
Балиқ мойи	20	-
Синтетик ёғ кислоталар	30	-
Комбинирланган универсал мой	50	-
Мездра ёғи	-	15
Техник мой	-	15
Урчуқ мойи	-	20
МСЁК	-	50
Ҳаммаси:	100	100

Қорақўл териларига ишлов беришда эмулсияда ёғлаш усули саноатда маълум ва асосий усуллардан ҳисобланади.

Тадқиқотда таркибида турли миқдорда бўлган синтетик юқори ёғ кислоталар асосидаги ёғланган намуна ўрганилган (7-жадвал).

7-жадвал

Синтетик юқори ёғ кислотаси асосидаги композиция билан ёғланган қорақўл қўй терисини синов натижалари қиймати

Кўрсаткичлар	Кўрсаткичлар қиймати		
	ГОСТ 1875-83	эталон	МСЁК
Терига ишлов бериш ҳарорати, °С < эмас	40	40	35
Хром оксиднинг масса улуши, %	1,5-3,5	2,5	1,5
Чўзилишдаги мустаҳкамлик, МПа	10	18	21
Нисбий чўзилувчанлик, %	30-50	30	41
Гигроскопиклик, %	-	8,5	15,6
Намлилик, %	-	7,5	8,0
Буғ ўтказувчанлик, г/см ³	-	450	565

Олинган натижаларга кўра, синтетик юқори ёғ кислоталар асосидаги ёғловчи композиция билан ишлов берилганда қорақўл қўй терисининг нисбий чўзилувчанлиги 21 % га, гигроскопиклиги 85 %, чўзилишдаги мустаҳкамлиги 10-11 % га ортиши кузатилди.

ХУЛОСА

1. Жанубий Олмалиқ ва Мингбулоқ нефт конлари парафин углеводородлари ҳамда “Шўртангазкимё” мажмуаси МЧЖ иккиламчи махсулоти қўйи молекулали полиэтиленнинг таркиби сифатий ва миқдорий тадқиқ қилинди. Парафин углеводородлари таркибида $C_{15}-C_{30}$ ва қўйи молекулали полиэтиленнинг таркибида $C_{10}-C_{20}$ нормал тузилишли ва ҳалқали углеводородлар борлиги исботланди ва синтетик юқори ёғ кислоталари синтез қилиш учун тавсия этилди;

2. Парафин углеводородлари ва қўйи молекулали полиэтилен асосида карбон кислоталар олишнинг мақбул режими (ҳарорат $140-180\text{ }^{\circ}\text{C}$, ҳаво узатиш тезлиги $1\text{ кг хомашёга }0,4-0,6\text{ л/с}$, реакция давомийлиги $4-6\text{ соат}$) ишлаб чиқилди;

3. Парафинларни катализатор ёрдамида оксидлаш жараёнида, оптимал режим: ҳарорат $180\text{ }^{\circ}\text{C}$, ҳаво узатиш тезлиги $0,6\text{ л/с}$, реакция вақти 6 соат да оксидант унуми 82% ва олинган оксидант таркибида юқори молекулали ёғ кислоталар $C_{17}-C_{20}$ миқдори $13-15\%$ эканлиги исботланди;

4. Юқори молекулали $C_{15}-C_{30}$ парафин углеводородларини оксидлаш жараёнида махсулотнинг чиқши унумига ҳарорат, кислород миқдори ва реакция вақтининг таъсири қонуниятини назарий жиҳатдан ҳисоблаш учун математик модел ишлаб чиқилди.

5. Парафин углеводородлари асосида синтетик юқори ёғ кислоталар олиш ва ректификацияловчи колонналар сонини тўрттадан биттага қисқартириш ҳамда қувурли печ билан жихозлаш орқали такомиллаштирилган схемаси ишлаб чиқилди ва тавсия қилинди;

6. Солидол ГОСТ-1033 таркибидаги табиий ёғ кислоталари ўрнига юқори молекулали парафин углеводородларидан олинган синтетик юқори ёғ кислоталарининг калцийли совунидан 20% гача қўшиш натижасида махсулотнинг қовушқоқлик самарадорлиги 250 дан 260 га ортиши ва таркибидаги сув миқдорининг $2,5\%$ дан $1,5\%$ гача камайишига эришилиб, нефт ва газ кимё корхоналарида ускуналарнинг подшибникларини мойлаш учун тавсия этилди;

7. Импорт ҳисобига келтириладиган композиция ўрнига синтетик юқори ёғ кислоталари асосидаги ёғловчи композицияни қоракўл мўйнали ёғлаш жараёнида қўллаганда унинг физик-механик хоссалари нисбий чўзилувчанлиги 21% га, гигроскопиклиги 85% , чўзилишдаги мустаҳкамлиги $10-11\%$ га ортиши кузатилди. Иккиламчи парафин углеводородлар асосида синтез қилинган СЮЁК ишлаб чиқаришга жорий этилди. Иқтисодий самарадорлик 50000 дона терига нисбатан 125 млн сўмни ташкил этиши аниқланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 03/28.02.2022.Т.101.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ БУХАРСКОМ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ХУЖАКУЛОВ КАМОЛИДДИН РАМАЗОНОВИЧ

**ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ
ВЫСШИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ ВТОРИЧНЫХ
УГЛЕВОДОРОДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

02.00.08 – Химия и технология нефти и газа

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

Бухара-2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2021.4.PhD/T2455

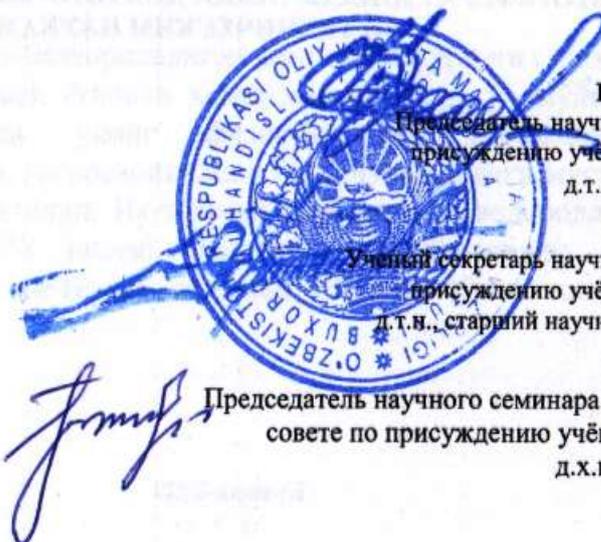
Докторская диссертация выполнена в Бухарском инженерно-технологическом институте. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён (www.bmti.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyouet» (www.ziyouet.uz)

Научный руководитель:	Фозилов Садриддин Файзуллаевич доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Худайбердиев Абсалом Абдурасулович доктор технических наук, с.н.с. Абдурахманов Олим Рустамович доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова

Защита диссертации состоится «11» мая 2022 г. в 10⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.03/28.02.2022.T.101.01 при Бухарском инженерно-технологическом институте (Адрес: 200117, г.Бухара, ул. К.Муртазаева, 15. Тел: (+99865) 223-68-42, факс: (+99865) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Бухарского инженерно-технического института за № 369, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (200117.г.Бухара, ул. К.Муртазаева 15. Тел: (+99865) 223-68-42, факс: (+99865) 223-78-84).

Автореферат диссертации разослан «25» апреля 2022 года.
(реестр протокола рассылки № 10 от. «18» февраля 2022 года).



Н.Р. Баракаев
Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

Р.Р. Хайитов
Ученый секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., старший научный сотрудник

Х.Б. Дустов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению учёных степеней
д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мире наблюдается высокий рост в отраслях нефтегазовой, кожевенно-обувной и химической промышленности. В целях дальнейшего развития этих отраслей промышленности, большое внимание уделяется глубокой переработке продукции данных отраслей, производству новых видов продукции, расширению их ассортимента и повышению качества. В связи с значительным ростом населения за последние годы, спрос на синтетические жирные кислоты и материалы на их основе растет с каждым днём. Удовлетворение данного спроса и создание современных технологий их производства имеет особое значение.

В мире проводятся важные научные исследования по производству конкурентоспособной и качественной продукции за счет комплексной переработки нефтегазового, кожевенно-обувного сырья, создания современных технологий на основе инновационных технологий. В связи с этим особое внимание уделяется созданию современного высокоэффективного способа получения синтетических высших жирных кислот путем переработки вторичных углеводородов, процессов производства импортоориентированной, качественных смазочных материалов и композиций.

В нашей республике за последние годы, как и в других различных отраслях промышленности, достигнуты значительные результаты в повышении эффективности нефтегазовой, кожевенно-обувной промышленности, локализации сырьевой базы и выпуске на их основе импортоориентированной продукции. Ведутся обоснованные научные исследования, направленные на глубокую переработку сырья отрасли и реконструкцию предприятий, запуск дополнительных цехов, работающих в данной промышленности. В стратегии развития нового Узбекистана указаны важные задачи, как «Широкое внедрение инноваций в экономику, развитие кооперационных связей промышленных предприятий и научных учреждений»¹. Исходя из вышеизложенного, производство синтетических высших жирных кислот на основе современных технологий, а также локализация импортируемой продукции и ее применение в различных отраслях промышленности имеет особую важность.

Данная диссертация в определенной мере служит реализации задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-2614 от 28 сентября 2016 года «О мерах по увеличению производства экспорт ориентированной готовой продукции на основе глубокой переработки углеводородов в 2016-2020 годах», ПП-3246 от 29 августа 2017 года «О мерах по совершенствованию экспортно-импортной деятельности организаций химической промышленности», ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической отрасли и повышению ее инвестиционной

¹ Указ Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

привлекательности», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в Республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики IV «Химия, теоретические основы химии, химической технологии и нанотехнологий».

Степень изученности проблемы. Изучением получения синтетических жирных кислот, их применения и свойств в мире занимались такие учёные как Asha Kumari, H. Schulz, Richard Lehner, Ariel D. Quiroga, Jacopo Troisi, Sean Richards, Н.М. Эмануэль, Н.К. Маньковская, А.С. Локтев, Г.Г. Йорданов, D.G. Gicheva, В.Н. Vochev, С.Д. Dushkin, Е.Г. Гиладжов, А.Т. Сагинаев и др., а в нашей стране ученые А.И. Глушенкова, Б.Н. Хамидов, З.С. Салимов, А.Т. Жалилов, С.М. Туробжонов, Ш.М. Сайидахмедов, Г.Р. Норметова, М.П. Юнусов, С.А. Абдурахимов, О.М. Ёриев, Н. Ёдгоров, О.С. Махсумова, Т.Ж. Қодиров, Б.А. Мухамедгалиев и С.Ф. Фозилов провели фундаментальные исследования в области теоретических исследований химии синтетических жирных кислот, разработки технологии производства смазочных материалов и композиций, и добились значительных научных и практических достижений.

Однако проведенный обзор показал, что в настоящее время синтез синтетических высших жирных кислот на основе n-парафиновых углеводородов из действующих нефтегазовых месторождений республики, изучение их состава, свойств и разработка технологических параметров изучены недостаточно.

В решении этих проблем важными задачами является синтез синтетических высших жирных кислот с использованием имеющихся в нашей стране ресурсов, внедрение техники и технологий промышленного производства композиций на их основе, теоретическое и практическое обоснование оптимальных режимов. Кроме того, недостаточно изучены синтез синтетических высших жирных кислот на основе нефтяных парафинов и низкомолекулярного полиэтилена, их свойства и технологические системы.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, в котором выполнена диссертация.

Исследовательская работа выполнена в рамках проекта «Синтез синтетических высших жирных кислот на основе местных вторичных углеводородов и их применение в производстве смазочных масел» плана научно-исследовательских работ Бухарского инженерно-технологического института, а также на основе договоров «Синтез синтетических высших жирных кислот и их применение в качестве смазочных материалов для кожи и каракулевых шкур» на предприятиях «MENOVAVA MODA», «OMAD AZIZ» и ООО «ИСЛОМ».

Цель исследования заключается в разработке технологии получения синтетических высших жирных кислот на основе парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена.

Задачи исследования:

подбор, определение состава и свойств парафиновых углеводородов для получения синтетических высших жирных кислот;

исследование оптимальных режимов процесса окисления местных вторичных парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена;

определение влияния различных факторов на продуктивность процесса окисления;

получение синтетических жирных кислот на основе вторичного сырья нефтяных парафинов и низкомолекулярного полиэтилена, определение в них количества высокомолекулярных кислот;

разработка усовершенствованной принципиальной технологической схемы получения и ректификации синтетических высших жирных кислот из парафиновых углеводородов;

получение и применение композиций антифрикционных смазочных модельных масел (солидолов) на основе синтезированных синтетических высших жирных кислот;

проведение опытно-промышленных испытаний композиций, полученных на основе синтетических высших жирных кислот, в смазочных процессах предприятий кожевенно-меховой промышленности.

Объекты исследования. Используются парафиновые углеводороды местных месторождений нефти, образцы низкомолекулярного полиэтилена комплекса ООО «Шуртангазкимё».

Предметом исследования является определение физико-химических свойств и технических особенностей синтетических высших жирных кислот, полученных из парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена, параметров альтернативного режима их получения, технологических режимов проведения испытаний в лабораторных и производственных условиях.

Методы исследования. При выполнении диссертационного исследования использовались физико-химические и коллоидно-химические (ИК-спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия) методы анализа, а также методы математического моделирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

доказано наличие высокомолекулярных парафиновых углеводородов C_{15} - C_{30} и ароматических углеводородов нормального строения в результате качественного и количественного анализа состава местных парафиновых углеводородов;

разработан оптимальный режим процесса получения синтетических жирных кислот на основе высокомолекулярных парафиновых углеводородов C_{15} - C_{30} и низкомолекулярного полиэтилена C_{10} - C_{20} : температура 140-180°C, скорость подачи воздуха 0,4-0,6 л/с на 1 кг сырья, продолжительность реакции 4-6 часов;

доказано, что при окислении парафинов с использованием катализатора оптимальная температура режима составляет 180°C, скорость подачи воздуха 0,6 л/с, максимальный выход оксидата 82% при времени реакции 6 часов, количество высокомолекулярных карбоновых кислот фракции C₁₇-C₂₀ в полученном оксидате составило 13-15%;

разработана математическая модель определения закономерностей влияния температуры, количества кислорода и времени реакции на выход продукта в процессе окисления высокомолекулярных парафиновых углеводородов C₁₅-C₃₀;

разработана усовершенствованная схема технологии получения высших жирных кислот путем окисления высокомолекулярных парафиновых углеводородов, предполагающая уменьшение количества ректификационных колонн с четырех до одной и оснащения трубчатой печью;

доказано, что добавление до 20 % кальциевых мыл синтетических высших жирных кислот, полученных из высокомолекулярных парафиновых углеводородов, взамен природных жирных кислот в составе солидола ГОСТ-1033, повышает эффективную вязкость продукта и снижает содержание воды.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

синтезированы синтетические высшие жирные кислоты на основе парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена и разработана технологическая схема фракционирования;

разработаны альтернативные режимы получения синтетических высших жирных кислот из местных вторичных углеводородов;

получена антифрикционная композиция модельного смазочного масла (солидола) в результате добавления до 20% кальциевого мыла синтетических высших жирных кислот, полученных из высокомолекулярных парафиновых углеводородов, взамен природных жирных кислот;

разработана технология получения композиций для процесса смазывания каракулевых меховых изделий на основе синтетических высших жирных кислот.

Достоверность результатов исследований подтверждается соответствием результатов физико-химического анализа (ИК-спектроскопический, хромато-масс-спектрометрический, хромато графический, химический, электронная микроскопия) синтезированных продуктов синтетических высших жирных кислот и результатов теоретического и экспериментального исследований, а также прохождением рекомендованных результатов исследования на производственно-экспериментальных испытаниях на соответствующей лаборатории предприятия.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования объясняется усовершенствованием процессов окисления парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена, а также выявлением ключевых факторов (характер и количество катализатора, температура, продолжительность реакции) на вы-

ход продукта для поиска альтернативных режимов процесса синтеза синтетических высших жирных кислот.

Практическая значимость результатов исследования заключается в сокращении и полном отказе в будущем от импортируемых за счёт валютных средств препаратов для смазывания деталей кругового трения оборудований предприятий нефтяной и газовой промышленности, а для смазывания кожевенно-меховых изделий за счет получения синтетических высших жирных кислот и повышении степени целевого использования реагентов.

Внедрение результатов исследования. По результатам исследований технологии получения синтетических высших жирных кислот на основе местных вторичных углеводородов и их применения в промышленности:

антифрикционная композиция модельного смазочного масла (солидола), полученная в результате добавления до 20% кальциевого мыла синтетических высших жирных кислот, полученных из высокомолекулярных парафиновых углеводородов, взамен натуральных жирных кислот, внедрена в производство на АО «Бухарский ремонтно-механический завод» (справка АО «Бухарский ремонтно-механический завод» №10.00/ПП-430 от 23.11.2021г.) В результате эффективность вязкости образца увеличилась с 250 до 260, а содержание воды уменьшилось с 2,5% до 1,5%;

смазочные композиции с содержанием синтетических высших жирных кислот, полученных на основе местных вторичных парафиновых углеводородов, внедрены на предприятиях ассоциации «Узчармсаноат»: «MENOVA YA MODA», «OMAD AZIZ» и ООО «ИСЛОМ» (справка ассоциации «Узчармсаноат» №ФБ-7/2482 от 21 сентября 2021 г.). В результате, использование в технологическом процессе синтетических высших жирных кислот на основе местного сырья вместо традиционных смазочных материалов позволило достижения экономической эффективности.

Апробация результатов исследования. Результаты данной научно-исследовательской работы были обсуждены на 7 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 19 научных работ, из них 2 монографии, 6 научных статей, рекомендованных высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 3 в республиканских и 3 в зарубежных журналах (из которых 1 в журнале базы SCOPUS).

Объём и структура диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 121 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обосновывается актуальность и необходимость проведенных исследований, описываются цели и задачи, объекты и предметы исследования, указано соответствие исследования приоритетным направлениям

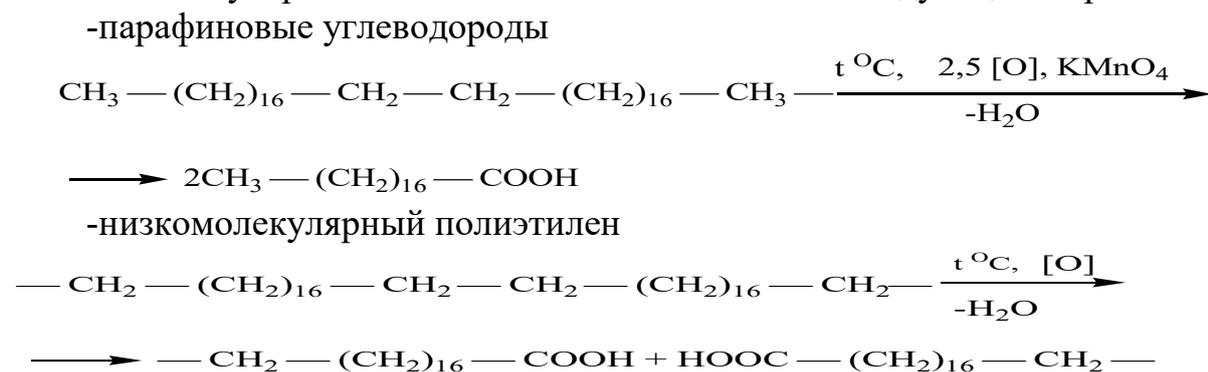
развития науки и технологий республики, описаны научная новизна и практические результаты исследования, научная и практическая значимость результатов, даны сведения о внедрении результатов исследования, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной «**Перспективные направления синтеза синтетических жирных кислот и их обзор**», выполнен обзор зарубежных и отечественных научно-технических публикаций и патентных данных, связанных с исследованием, а также проанализированы данные об их физико-химическом составе. В результате данных, представленных в литературе, были сформированы цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Объекты и методы исследования**», проанализированы объекты исследования, методы проведения опытов, исходные материалы (парафины, пальмитиновая кислота, стеариновая кислота, олеиновая кислота, низкомолекулярный полиэтилен, растворители диоксан, бензол, метанол, этанол, изопропиловый спирт, диметилсульфоксид, четыреххлористый углерод, серная кислота), их характеристики и основные физико-химические свойства. Подробно описан метод хромато-масс-спектрального анализа, способ определения кислотного, эфирного и йодного чисел (особенно метод Вейсса).

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Синтез синтетических высших жирных кислот и их производных**», исследованы фракции кислот C_5 - C_{21} , полученных окислением парафиновых углеводородов, на примере нефтяных парафинов Мингбулакского и Алмалыкского месторождений. Представлены и проанализированы результаты, полученные с помощью химических и физико-химических методов исследования.

Общий вид механизма процесса окисления парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена можно описать следующим образом:



В диссертационной работе представлена лабораторная установка для окисления парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена, полученные на ее основе результаты подвергнуты научному анализу. Продукты окисления парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена определяли методами хромато-масс-спектрометрии и ИК-спектроскопии. Проведено математическое моделирование процесса окисления нефтяных парафинов до карбоновых кислот одно- и многофакторными методами. Для этого примем выход основного продукта в качестве функции y , качестве-

факторов температуру x_1 , скорость подачи воздуха x_2 , время реакции x_3 . Кроме того, учитывая, что значения этих факторов оказывают значительное влияние на процесс, после нескольких выборок данное уравнение трехфакторной регрессии было принято в следующем виде:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1x_2 + a_5x_1x_3 + a_6x_2x_3$$

Для нахождения неизвестных коэффициентов используем метод наименьших квадратов. В результате применения метода наименьших квадратов мы имеем уравнение

$$y = 96,572 - 0,214x_1 + 9,384x_2 - 2,510x_3 - 0,0262x_1x_2 - 0,033x_1x_3 - 1,429x_2x_3$$

Таким образом, найденные коэффициенты имеют следующий вид:

$$a_0 = 96,572; a_1 = -0,214; a_2 = 9,384; a_3 = -2,510; a_4 = -0,0262; a_5 = -0,033; a_6 = -1,429$$

Сравним полученные с помощью программы теоретические значения с результатами экспериментов:

Таблица 1

Разница между теоретическими значениями, полученными с помощью программы, и результатами экспериментов

№	Температура, °С	Скорость подачи воздуха, л/с, на 1 кг сырья	Время реакции, с	Выход, масс. %, эксперим.	Выход, масс. %, теорет.	Разница
1	140	0,40	4,00	78,00	78,0000000	0,0000000
2	140	0,50	5,00	80,00	80,1428571	0,1428571
3	140	0,60	6,00	82,00	82,0000000	0,0000000
4	150	0,50	5,00	80,00	79,7857143	0,2142857
5	160	0,40	6,00	81,00	81,0000000	0,0000000
6	170	0,50	5,00	79,00	79,0714286	0,0714286
7	180	0,60	6,00	82,00	82,0000000	0,0000000

Как видно из таблицы, разница между результатами экспериментов и теоретическими значениями, рассчитанными с использованием полученного уравнения регрессии, является небольшой.

Это также можно узнать путём расчёта ошибки аппроксимации по следующей формуле:

$$\bar{A} = \frac{\sum |y_i - y_k|}{y_i} \cdot 100\%$$

где y_i – экспериментальные значения, y_k – найденные значения уравнения регрессии. При вычислении, подставляя значения таблицы в данную формулу, мы имеем значение

$$\bar{A} = 0,498$$

Так как значение не превышает 5%, приходим к выводу, что формула регрессии была выбрана правильно. Адекватность уравнения определяем с помощью критерия Фишера. Для этого определяем факторную и остаточную

дисперсии, используя полученные экспериментальные значения и найденную формулу регрессии:

$$F_{haq} = \frac{\sum(\hat{y}-\bar{y})^2/m}{\sum(y-\hat{y})^2/(n-m-1)}$$

Где \hat{y} - теоретические значения, найденные по формуле регрессии,

\bar{y} – среднее значение результатов эксперимента,

y - значения результатов эксперимента,

n – количество результатов эксперимента,

m – количество факторов.

Для этого формируем следующую таблицу: $y_t, y_n, \bar{y}, \hat{y}$

Таблица 2

Интервалы изменений в зависимости от показателей процесса

x_1	x_2	x_3	y_t	y_n	$(y_n - \bar{y})^2$	$(y_t - y_n)^2$
140	0,4	4	78	78	5,224489796	0
140	0,5	5	80	80,1428571	0,020408176	0,020408151
140	0,6	6	82	82	2,93877551	0
150	0,5	5	80	79,7857143	0,249999986	0,045918361
160	0,4	6	81	81	0,510204082	0
170	0,5	5	79	79,0714286	1,474489727	0,005102045
180	0,6	6	82	82	2,93877551	0
			Суммы	562	13,35714279	0,071428557
		\bar{y}	80,28571429			
F_{fakt_sur}	4,452381					
F_{fakt_max}	0,02381					
F_{fakt}	187					

Подставляя вышеуказанные экспериментальные и теоретические значения в формулу (1), имеем следующее:

$$F_{haq} = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2/m}{\sum(y - \hat{y})^2/(n - m - 1)} = \frac{13,357/3}{0,0715/3} = \frac{4,452381}{0,02381} = 187$$

$$F_{haq} = 187.$$

Определим значение Фишера в таблице исходя из степени точности $\alpha = 0,05$, количества факторов $k_1 = n - 1$, степени свободы $k_2 = n - m - 1$, количества результатов эксперимента и количества факторов $n = 7, m = 3$:

$$F_{jad} = 6,94$$

Получаем, что уравнение регрессии, полученное из $F_{haq} > F_{jad}$, является статистически значимым, т.е. адекватным. Следовательно, поскольку найденное уравнение регрессии является адекватным, мы используем эту модель для поиска максимума функции методом сканирования в интервале изменения аргумента. Для этого выбираем предел и шаг изменения аргументов

следующим образом: меняем x_1 , т.е. температуру от 140 до 180°C на 1 (один) шаг, x_2 , т.е. скорость подачи от 0,4 до 0,6 на 1 (один) шаг, x_3 , т.е. время реакции от 4 до 6 на 1 (один) шага.

На основе программы, созданной по данному алгоритму, максимум функции определялся следующим образом:

$$x_1 = 180; x_2 = 0,6; x_3 = 6$$

Максимум функции $y_{max} = 82,1$

Разумеется, это значение, определяемое с помощью программы. Точную картину можно увидеть из графиков полученного уравнения регрессии, полученных в диапазоне изменения параметров.

На рис. 1 приведены полученные по уравнению регрессии значения влияния скорости и времени на продуктивность при поддержании температуры процесса на уровне 180°C. Видно, что лучшая продуктивность в данном случае соответствует максимальным значениям скорости и времени.

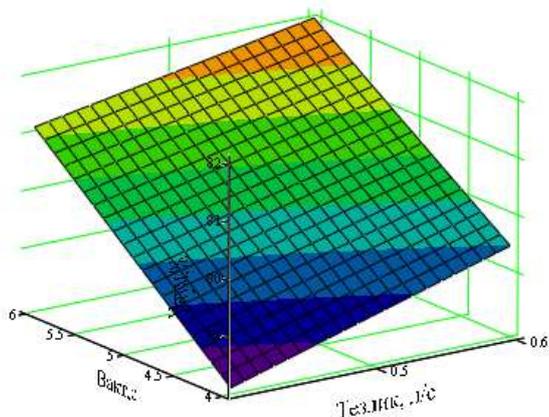


Рис. 1. График зависимости скорости и времени от продуктивность при 180 °С

Окисление парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена проводили на следующей лабораторной установке (рис. 2).

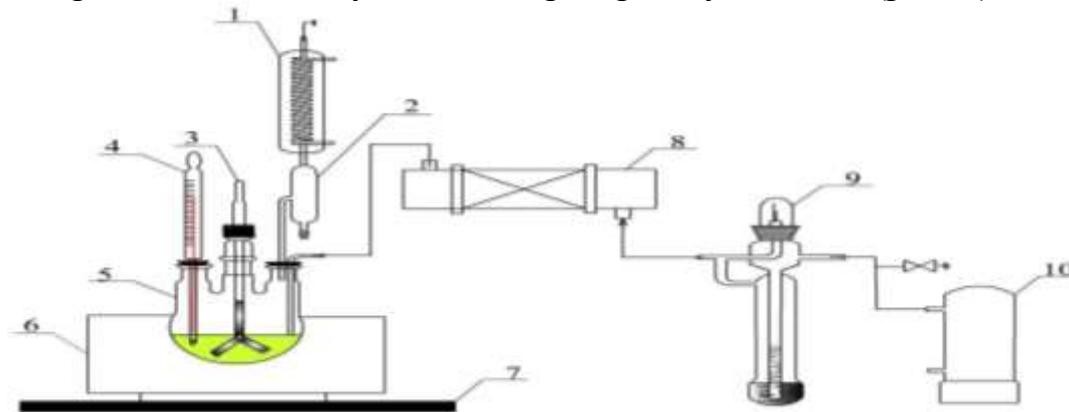


Рис. 2. Лабораторная установка окисления парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена

1-обратный охладитель, 2-ловушка Дина-Старка, 3-механический смеситель, 4-термометр, 5-колба-реактор, 6-масляная баня, 7-нагреватель, 8-осушитель, 9-реометр, 10-воздушный компрессор.

Для проведения процесса окисления был выбран реактор высотой 250 мм и диаметром 50 мм, с пористой пластиной внизу и обратным холодильником с ловушкой Дина-Старка сверху. Температуру измеряли с помощью термометра, установленного на реакторе. Реактор помещали в масляную баню. С помощью компрессора подавали воздух и с помощью реометра регулировали скорость воздуха. После добавления в реактор 200 г парафина, его медленного нагревания и разбавления, добавляли 1,5 г KMnO_4 растворённого в

1,5 мл воды. Затем температуру реактора повышали до 180°C и пропускали воздух со скоростью 60 л/с в течение 1 часа на 1 кг парафина. Воздух, проходящий через реактор, выбрасывался в атмосферу через обратный охладитель. Образовавшаяся в результате окисления вода собиралась в ловушке Дина-Старка, а выкипающий парафин конденсировался в обратном охладителе и возвращался в реактор.

Окисление проводили в течение 4-6 ч, кислотное число определяли, отбирая пробы оксиданта каждый час. Расход продукта составил 78-82%. При проверке кислотности полученного оксиданта с помощью универсальной индикаторной бумаги установлено, что pH равен 5. Это свидетельствует о слабокислой среде.

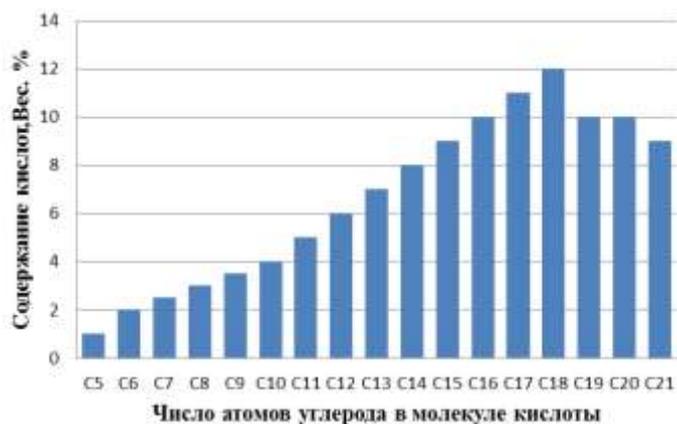


Рис. 3. Состав смеси синтетических жирных кислот, полученных из парафина



Рис. 4. Граничные изменения содержания продуктовых фракций кислот C₁₇-C₂₀, полученных из парафинов

(рис. 4). Этерификацию продуктов окисления парафиновых углеводородов и этилового спирта проводили в среде бензола в присутствии катализатора на основе марганца в течение 4 ч при температуре 90°C при перемешивании в трехгорлой колбе с установленной ловушкой Дина-Старка.

Структуру сложных эфиров синтезированных продуктов окисления парафиновых углеводородов определяли с помощью ИК-спектрометра марки Shimadzu (рис. 5, 6).

Принимая все кислоты за нормальные монокарбоновые кислоты и рассчитывая их фракционный состав по температуре кипения, в смеси присутствуют все кислоты с четным и нечетным числом атомов углерода от C₅ до C₂₁, причем их количество варьируется в широких пределах (рис. 3).

При сравнении продуктовых фракций кислот C₁₇-C₂₀, полученных из разных парафинов, продуктовые фракции кислот, полученных из южно Алмалыкского нефтяного парафина, имеют наибольшее содержание высокомолекулярных кислот, тогда как кислоты, полученные из Мингбулакского нефтяного парафина, содержат в основном фракции низкомолекулярных кислот, где содержание высокомолекулярных кислот составляет 13,0-15,0%

При сравнении продуктовых фракций кислот C₁₇-C₂₀, полученных из разных парафинов, продуктовые фракции кислот, полученных из южно Алмалыкского нефтяного парафина, имеют наибольшее содержание высокомолекулярных кислот, тогда как кислоты, полученные из Мингбулакского нефтяного парафина, содержат в основном фракции низкомолекулярных кислот, где содержание высокомолекулярных кислот составляет 13,0-15,0%

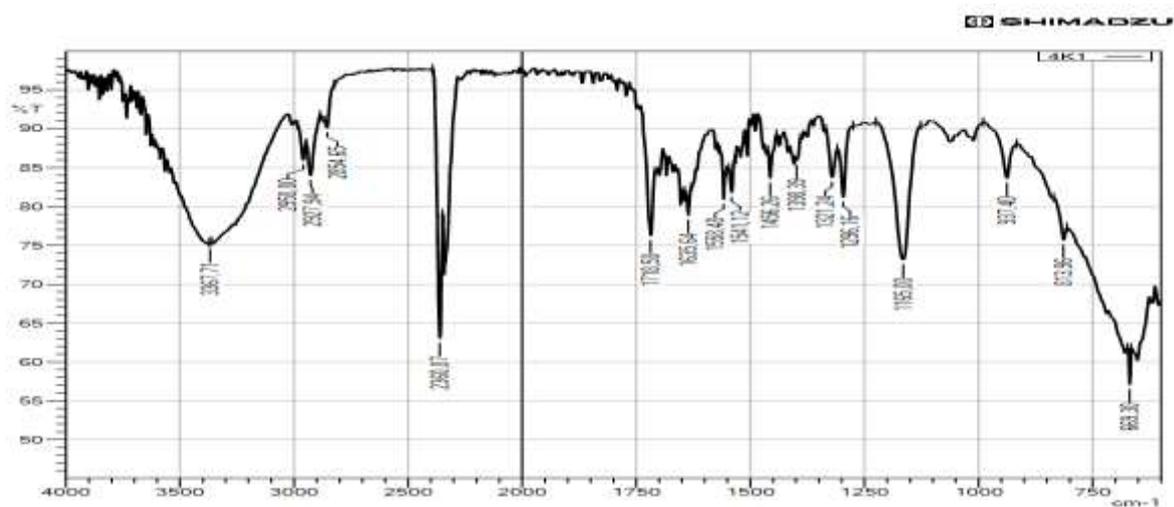


Рис. 5. ИК-спектр сложного эфира, полученного этерификацией продуктов окисления твердых парафинов

Наблюдаемый в ИК-спектре пик поглощения 1718 см^{-1} принадлежит карбонильной группе $\text{C}=\text{O}$ сложного эфира, площадь поглощения 1456 см^{-1} принадлежит группе $-\text{CH}_2-$, а пик поглощения 1398 см^{-1} принадлежит деформационным колебаниям CH_3 - метиловой группы.

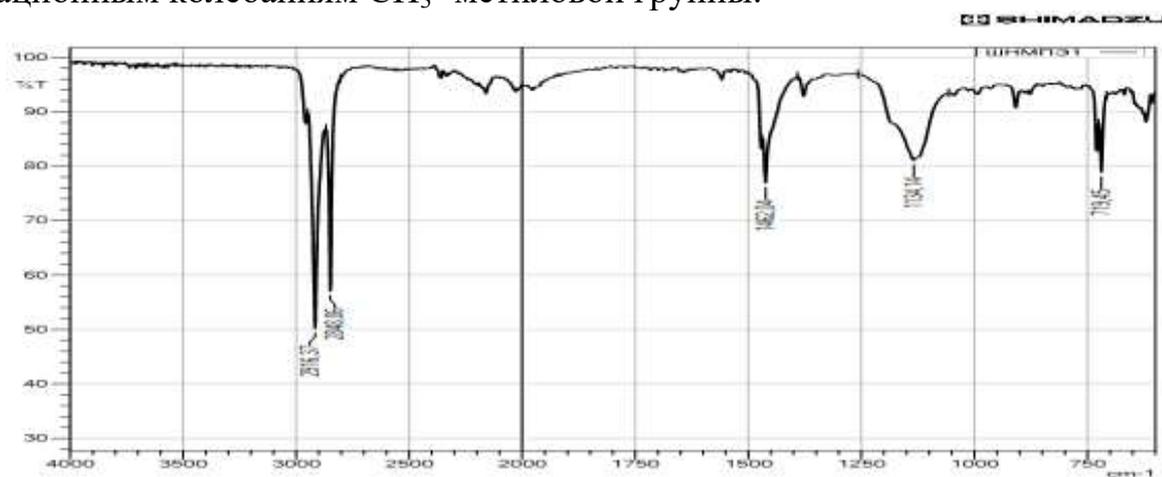


Рис. 5. ИК-спектр сложного эфира, полученного этерификацией продуктов окисления низкомолекулярного полиэтилена

Пик поглощения 1134 см^{-1} , наблюдаемый в ИК-спектре сложного эфира, полученного этерификацией низкомолекулярных продуктов окисления полиэтилена, относится к карбонильной группе $\text{C}=\text{O}$ сложного эфира карбоновой кислоты, область поглощения 2848 см^{-1} относится к $\delta_{\text{асим}}$ группы CH_2- , 719 см^{-1} – к группе $-\text{C}(\text{CH}_3)_2$, 2848 см^{-1} – к $\nu_{\text{асим}}$ колебаниям группы CH_3 , пик поглощения 2916 см^{-1} относится к валентным симметричным колебаниям метиловой группы CH_3 .

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Разработка технологии фракционирования синтетических высших жирных кислот и их применение в промышленности**» представлены результаты зависимости температуры ожигения монокарбоновых кислот от числа атомов углерода. Технологическая схема процесса окисления парафиновых углеводородов представлена на рис. 7.

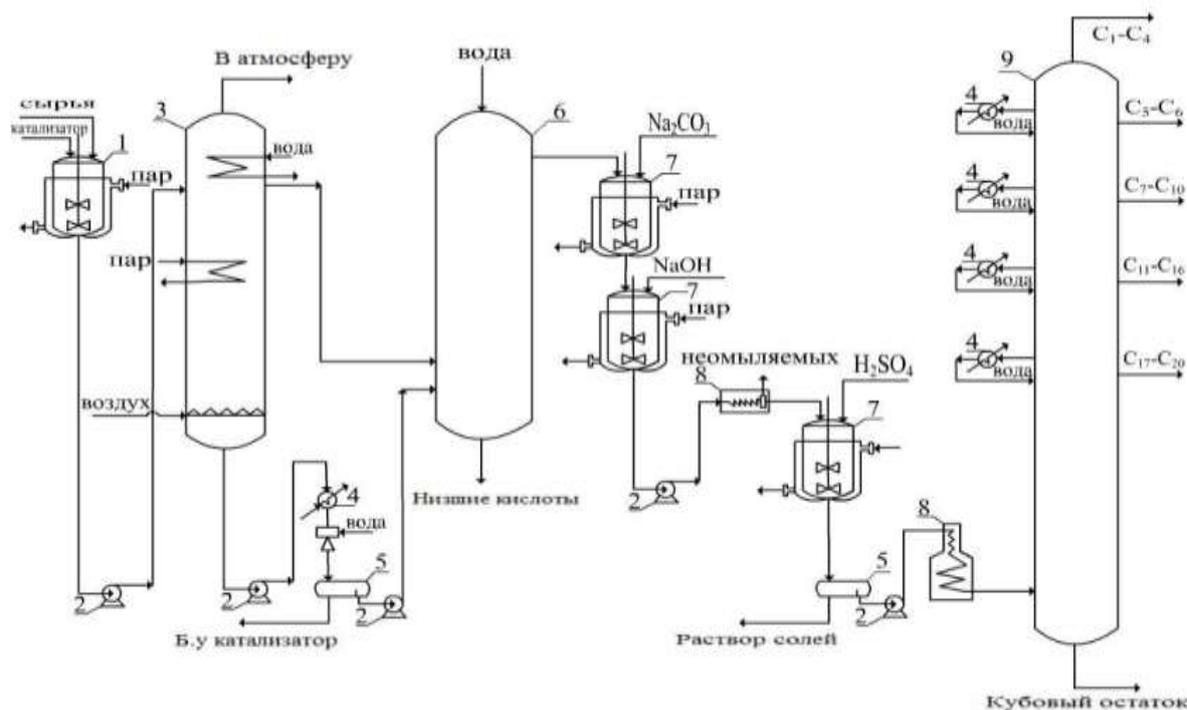


Рис. 7. Технологическая схема процесса получения синтетических высших жирных кислот из парафиновых углеводородов

1 - смеситель; 2 - насосы; 3 - окислительная колонна; 4 - холодильники;
5 - отстойники; 6 - промывочная колонна, 7 - автоклавы, 8 - трубчатые печи;
9 - колонна фракционирования

Чистый парафин и катализатор смешивают в смесителе 1. Полученная смесь насосом подается на непрерывно работающую колонну 3 для окисления. Колонна окисления изготавливается из алюминиевого или стального сплава, имеет кожух для нагрева или охлаждения, дистанционный холодильник для охлаждения и распределительное устройство для перекачки воздуха. Газ в верхней части колонны промывают водой из колонны 6 для получения низших кислот, затем очищают от примесей и выводят в атмосферу.

После завершения реакции и охлаждения до 80-90°C в холодильнике 4 оксидат осаждают в отстойнике 5, где отделяют катализатор, из отстойника катализатор направляют на переработку. В колонне 6 катализатор отмывают от водорастворимых кислот. Затем в автоклаве 7 свободные кислоты переводят в соли водным раствором соды и обрабатывают в последующем автоклаве водным раствором щелочи, где происходит гидролиз эфиров и лактонов.

Однако смесь, полученная из автоклава 7, все еще содержит не омыляемые продукты, которые должны быть дистиллированы при высоких температурах, что улучшает качество кислот. По полученным результатам, температурный режим ректификационной колонны и количество отгонных кислот приведены в табл. 3. Для этого смесь нагревают в 8-трубной печи до температуры 310-330°C и отделяют пары летучих веществ в смеси. Затем омыленные вещества обрабатывают серной кислотой в автоклаве, а солевой раствор отделяют от свободных кислот в отстойнике 5.

Таблица 3

Температурный режим ректификационной колонны и количество отгонных кислот

Отделения колонны	Температура, °С		Остаточное давление, мм.рт.ст	Выход кислоты из общего количества, %
	паст	юкори		
1	100	80	250	3,0
2	190	118	20	12,0
3	230	-	5	22,0
4	280	-	5	26,0
5	310	-	5	17,0
Кубовой остаток	-	-	-	19,0

Отделяют фракции кислот $C_5 - C_6$, $C_7 - C_9$, $C_{10} - C_{16}$, $C_{17} - C_{20}$ и фракционируют на тарельчатых колоннах со столбами обратного течения при давлении 1,4 Па, принимающие фракции кислот. Оставшиеся кислоты $> C_{20}$ и кубовый остаток отбирают из нижней части колонны.

Таблица 4

Количество нормальных кислот, полученных при переработке парафинов различных месторождений, и их свойства

Показатели	Месторождение	
	Мингбулак	Южный Алмалык
Фракции $C_{10} - C_{16}$		
Содержание, %	67,1	67,0
Кислотное число, мг КОН на 1 г продукта	235	222
Эфирное число, мг КОН на 1 г продукта	0,01	0,01
Температура сгущения, °С	33,1	39,1
Фракции $C_{17} - C_{20}$		
Содержание, %	80,2	71,3
Кислотное число, мг КОН на 1 г продукта	181	181
Эфирное число, мг КОН на 1 г продукта	1,2	0,01
Температура сгущения, °С	58,1	58,4

В действительности, будет проведен непрерывный процесс дистилляции для разделения смеси синтетических жирных кислот в виде сырья, и используемые для этого системы будут разными. При дистилляции в закрытых колоннах дистиллируется только первичная фракция кислот, затем кислоты непрерывно упариваются, после чего разделяются конденсаты и фракции.

Особое внимание уделялось вопросам дистилляции и ректификации синтетических кислот, и определялись средние взвешенные показатели качества жирных кислот.

Применение синтетических высших жирных кислот в производстве смазочного масла. Развитие отрасли производства смазочных масел, повышение их качества и расширение ассортимента выпускаемой продукции является важной задачей с точки зрения снижения себестоимости данного вида продукции, импортируемой в нашу страну

В связи с этим актуальным является решение вопроса о замене натуральных жиров и масел, используемых в промышленности антифрикционных пластичных смазочных масел, синтетическими высшими жирными кислотами на основе вторичного нефтехимического сырья.

При добавлении кальциевого мыла на основе синтетических высших жирных кислот, синтезированных на основе местных вторичных углеводов, в композицию антифрикционного смазочного масла (солидол) до 20% повышаются его эксплуатационные свойства, температура разложения возрастает с 80°C до 120°C и улучшаются свойства смазки трущихся деталей (табл. 5).

Таблица 5

Техническая характеристика солидола на основе композиций синтезированных жирных кислот

№	Показатели	«Солидол Ж», ГОСТ-1033	Синтезированный солидол
1	Температура крапления, °С	78	74
2	Эффект вязкости не более 0 °С и средняя степень скорости деформации не более 10 с ⁻¹ , (Па*с)	250	260
3	Устойчивость коллоида, %	13	13
4	Массовая доля свободной щелочи по NaOH, %, не более	0,2	0,2
5	Содержание свободных органических кислот	Не имеется	Не имеется
6	Содержание механических примесей, не растворяемых в серной кислоте	Не имеется	Не имеется
7	Массовая доля воды, не более %	2,5	1,5
8	Массовая доля кальциевых мыл жирных кислот из натуральных масел, %, не менее	11,0	-
9	Массовая доля кальциевых мыл синтетических жирных кислот, %, не более	-	20

Результаты исследования возможности получения высококачественных смазочных масел на основе синтетических жирных кислот C₁₀ - C₁₆, C₁₇ - C₂₀ и товарных широких фракций C₁₀ - C₂₀ показали, что смазочное масло с

наилучшими свойствами получено при использовании литого мыла фракций жирных кислот C₁₀-C₁₆.

Применение синтетических высших жирных кислот в отрасли производства каракулевого меха. Создана и использована в процессе смазывания каракулевых шкур усовершенствованная смазочная композиция с высокими смазывающими свойствами на основе синтетических высших жирных кислот (табл. 6).

Таблица 6

Состав композиции, приготовленной для процесса смазывания каракулевых шкур

Состав смазывающей композиции	Состав смазывающей смеси в %	
	I	II
Рыбий жир	20	-
Синтетические жирные кислоты	30	-
Комбинированные универсальные масла	50	-
Мездровый жир	-	15
Техническое масло	-	15
Веретённое масло	-	20
МСЖК	-	50
Всего:	100	100

Способ эмульсионной смазки при обработке каракулевых шкур известен и является одним из основных способов в промышленности.

В ходе исследования был изучен смазанный образец на основе синтетических высших жирных кислот разного содержания (табл. 7).

Таблица 7

Значения результатов испытаний кожи каракуля, смазанной синтетической композицией на основе высших жирных кислот

Показатели	Значения показателей		
	ГОСТ 1875-83	эталон	МСЁК
Температура обработки шкуры, °С <	40	40	35
Массовая доля окиси хрома, %	1,5-3,5	2,5	1,5
Прочность при удлинении, МПа	10	18	21
Относительное удлинение, %	30-50	30	41
Гигроскопичность, %	-	8,5	15,6
Влажность, %	-	7,5	8,0
Паропроницаемость, г/см ³	-	450	565

Согласно полученным результатам, при обработке смазочной композицией на основе синтетических высших жирных кислот относительное удлинение шкур каракульских овец увеличилось на 21 %, гигроскопичность на 85 %, прочность на разрыв на 10-11 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведено качественное и количественное исследование состава парафиновых углеводородов Южно-Алмалыкского и Мингбулакского нефтяных месторождений, а также вторичного продукта ООО «Шуртангазкимё» – низкомолекулярного полиэтилена. Доказано, что парафиновые углеводороды C_{15} - C_{30} и низкомолекулярный полиэтилен C_{10} - C_{20} имеют нормальное строение и содержат циклические углеводороды, и были рекомендованы для синтеза синтетических высших жирных кислот;

2. Разработан оптимальный режим производства карбоновых кислот на основе парафиновых углеводородов и низкомолекулярного полиэтилена (температура 140-180°C, скорость подачи воздуха 0,4-0,6 л/с на 1 кг сырья, продолжительность реакции 4-6 часов);

3. Доказано, что при оптимальном режиме процесса окисления парафинов с использованием катализатора – температура 180°C, скорость подачи воздуха 0,6 л/с, продолжительность реакции 6 часов, выход оксиданта составил 82%, а содержание высокомолекулярных жирных кислот C_{17} - C_{20} составило 13 -15%;

4. Разработана математическая модель для теоретического расчета закономерностей влияния температуры, содержания кислорода и времени реакции на выход продукта при окислении высокомолекулярных парафиновых углеводородов C_{15} - C_{30} .

5. Разработана и рекомендована усовершенствованная схема производства синтетических парафиновых углеводородов на основе парафиновых углеводородов с уменьшением количества ректификационных колонн с одной до четырех и оснащением трубчатой печью;

6. Достигнуто повышение вязкости продукта с 250 до 260 и снижение содержания воды с 2,5% до 1,5% при добавлении до 20% кальциевого мыла синтетических высших жирных кислот высокомолекулярных парафиновых углеводородов из высокомолекулярных парафиновых углеводородов, вместо натуральных жирных кислот в солидоле ГОСТ-1033, и рекомендуется для смазки подшипников оборудования нефтехимических предприятий;

7. При использовании смазочной композиции на основе синтетических высших жирных кислот вместо импортируемой композиции в процессе смазывания каракулевой шкуры, наблюдалось повышение физико-механических свойств на 21%, гигроскопичности на 85%, прочности на растяжение на 10-11%. Был внедрен в производство ВЖК, синтезированный на основе вторичных парафиновых углеводородов. Определено, что экономическая эффективность составила 125 млн сум на 50 000 шт. шкур.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc. 03/28.02.2022.T.101.01 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT BUKHARA ENGINEERING-
TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

BUKHARA ENGINEERING-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

KHUJAKULOV KAMOLIDDIN RAMAZONOVICH

**PRODUCTION, PROPERTIES AND TECHNOLOGY OF SYNTHETIC
HIGHER FATTY ACIDS BASED ON LOCAL SECONDARY HYDRO-
CARBONS AND THEIR APPLICATION IN INDUSTRY**

02.00.08 – Chemistry and technology of oil and gas

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

Bukhara-2022

The title of the doctoral dissertation (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of B2021.4.PhD/T2455

The dissertation has been carried out at the Bukhara Engineering-Technological Institute.
The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the webpage of the Scientific Council (www.bmti.uz) and on the website of "ZiyoNET" Information-educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Fozilov Sadriiddin Fayzullaevich
Doctor of Technical Sciences, professor

Official opponents:

Khudayberdiyev Absalom Abdurasulovich
Doctor of Technical Sciences

Abduraxmonov Olim Rustamovich
Doctor of Technical Sciences, professor

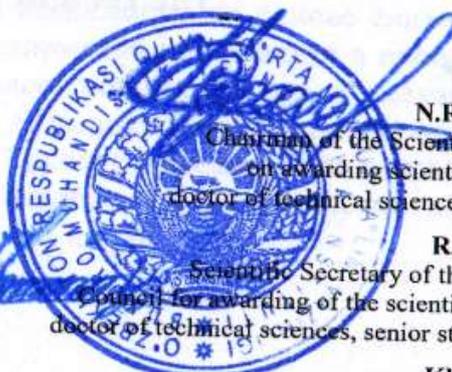
Leading organization:

Tashkent State Technical University named after I.Karimov

The defence of the dissertation will be held at «12» on May 10⁰⁰ at the meeting of the Scientific Council DSc.03/28.02.2022.T.101.01 at the Bukhara Engineering Technological Institute (Address: 15, K.Murtazaev street, 200117, Bukhara, Uzbekistan. Phone (+99895) 223-68-42, fax: (+99865) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz).

The dissertation is registered in the Information Resource Center of the Bukhara Engineering-Technological Institute for № 369, which can be found in the IRC. Address: 200117, Bukhara, K.Murtazaev street, 15 Tel. (99865) 223-68-42

Abstract of dissertation sent out «25» april 2022 y
(mailing report № 10 from «18» february 2022 y).



N.R. Barakaev
Chairman of the Scientific Council
on awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

R.R. Hayitov
Scientific Secretary of the Scientific
Council for awarding of the scientific degrees,
doctor of technical sciences, senior staff scientist

Kh.B. Dustov
Chairman of the Scientific Seminar
under Scientific Council on awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor



INTRODUCTION (annotation of PhD dissertation)

The purpose of research is to develop the technology of production of synthetic higher fatty acids based on paraffinic hydrocarbons and low-molecular polyethylene

The object of research are paraffinic hydrocarbons of local oil fields, samples of low-molecular polyethylene of “Shurtangazkimyo” LLC complex.

The scientific novelty of research is as follows:

because of a qualitative and quantitative analysis of the composition of local paraffinic hydrocarbons, the presence of high-molecular paraffinic hydrocarbons C_{15} - C_{30} and aromatic hydrocarbons of a normal structure has been proved;

the optimal mode of the process for the production of synthetic fatty acids based on high-molecular paraffinic hydrocarbons C_{15} - C_{30} and low-molecular polyethylene C_{10} - C_{20} has been developed: temperature 140-180°C, air supply rate 0.4-0.6 l/s per 1 kg of raw material, reaction time 4-6 hours;

it has been proven that during the oxidation of paraffin using a catalyst, the optimal mode temperature is 180°C, the air supply rate is 0.6 l/s, the maximum oxidant yield at a reaction time of 6 hours is 82%, the amount of high-molecular carboxylic acids of the C_{17} - C_{20} fraction in the resulting oxidant was 13-15%;

mathematical model for determining the regularities of the influence of temperature, the amount of oxygen and the reaction time on the product yield in the process of oxidation of high-molecular paraffinic hydrocarbons C_{15} - C_{30} has been developed;

improved scheme of technology of obtaining higher fatty acids by oxidizing high-molecular paraffinic hydrocarbons has been developed, which involves reducing the number of distillation columns from four to one and equipping them with a tubular furnace;

it has been proven that the addition of up to 20% calcium soaps of synthetic higher fatty acids obtained from high-molecular paraffinic hydrocarbons, instead of natural fatty acids in the GOST-1033 solid oil, increases the effective viscosity of the product and reduces the water content.

Implementation of the research results. According to results of research of technology of production of synthetic higher fatty acids based on local secondary hydrocarbons and their implementation in industry:

low-friction composition of model lubricating oil (solid-oil) obtained by adding up to 20% of calcium soap of synthetic higher fatty acids obtained from high-molecular paraffin hydrocarbons, instead of natural fatty acids, has been introduced into production at JSC “Bukhara repair-mechanical plant” (certificate of JSC “Bukhara repair-mechanical plant” No. 10.00/PP-430 dated 23.11.2021). As a result, the viscosity efficiency of the sample increased from 250 to 260, and water content decreased from 2.5% to 1.5%;

lubricating compositions containing synthetic higher fatty acids obtained from local secondary paraffin hydrocarbons have been implemented at enterprises of “Uzcharmsanoat” association, including “MEHOVAYA MODA”, “OMAD AZIZ” and “ISLOM” Ltd (certificate of “Uzcharmsanoat” association, No. FB-7/2482 dat-

ed 21.09.2021). As a result, the use of synthetic higher fatty acids based on local raw materials in the technological process instead of traditional lubricants allowed achieving economic efficiency.

The structure and volume of dissertation. The dissertation consists of introduction, four chapters, conclusion, list of references and appendices. The volume of dissertation is 121 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Хўжақулов К.Р., Мавлонов Б.А., Нарзуллаева А.М., Фозилов С. Ф. Получение жирующих ингредиентов для обработки кож на основе местного сырья // Монография. – Ташкент, “VNESHINVESTPROM”, 2019.-150 с.

2. Хўжақулов К.Р., Мавлонов Б.А., Фозилов С.Ф. Иккиламчи нефть махсулотлари асосида синтетик юқори ёғ кислоталар олиш технологияси ва уларнинг саноатда қўлланилиши // Монография. – Тошкент, “VNESHINVESTPROM”, 2021.-194 б.

3. Нарзуллаева А.М., Хужақулов К.Р., Фозилов С.Ф., Мавлонов Б.А. Анализ состава различных нефтей и возможности использования твердого парафина в получении синтетических жирных карбоновых кислот // Universum: технические науки. – Москва, 2020. - № 3(72). – С. 52-56. [02.00.00;№1]

4. Хўжақулов К.Р., Нарзуллаева А.М., Фозилов С.Ф., Мавлонов Б.А. Юқори ёғ кислоталар олишнинг қулай кўрсаткичлари ва уларни қўлланилиш соҳалари // “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий техникавий журнал. Бухоро, 2020. - №6, - 25-35 б. [02.00.00; №14]

5. K.R.Khujakulov A.M Narzullaeva, Z.X Rayimov, R.N Niyozova, N.Q Jamilova, B.O Rahmonov. Analysis of Physical and Mechanical Properties of Skin Oil Based on Secondary Petroleum Products // International Journal of Advanced Research in Science,Engineering and Technology. – India, 2020. – P.15733-15738. [05.00.00; №8]

6. Khujakulov K.R., Fozilov S.F., Mavlanov B.A. Development of technology for the process of fatliquoring leather using secondary petroleum oils // СамДУ илмий ахборотномаси. – Самарқанд, 2021. - Махсус сон. - 91-92 б. [02.00.00;№9]

7. Хужақулов К.Р., Ниёзова Р.Н., Исломов У.У., Махмудов А.Ж. Изменение жира в коже процессе ее хранения и эксплуатации // Universum: технические науки. Москва, 2021. №12(81). –С. 94-96. [02.00.00; №1]

8. Хўжақулов К.Р. Нефт парафинларини оксидлаш жараёнини математик моделлаштириш // Ўзбекистон миллий ахборот агентлиги – ЎЗА илм-фан бўлими электрон журнали 2022 март.- 231-240-б. [02.00.00.№1].

II бўлим (II часть; part II)

9. Kamoliddin Khujakulov, Babaxan Mavlanov, Sadridin Fozilov, Rano Niyozova and Murodillo Komilov. Synthesis and research of fatty acids based on local secondary petroleum products // 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 839 042073 doi:10.1088/1755-1315/839/4/042073. [№3 Scopus]

10. Хужақулов К.Р., Нарзуллаева А.М., Фозилов С.Ф., Мавлонов Б.А., Вохидов Э.А. Определение оптимальных параметров для получения высших

жирных кислот и отрасли их использования // «Нефть-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» халқаро конференция Тошкент, 2020. -507-508 б.

11. Хужакулов К.Р., Нарзуллаева А. М. Фозилов С.Ф. Мавланов Б.А. Рахмонов Б.О. Изучение оптимальных параметров процесса получения высших жирных кислот из вторичных нефтепродуктов // «Инновационные пути решения актуальных проблем развития пищевой и нефтегазохимической промышленности» международной научно-практической конференции. Бухара, 2020. 2-ТОМ 305-307 б.

12. Хўжакулов К.Р., Нарзуллаева А.М.. Иккиламчи нефть маҳсулотларидан юқори ёғ кислоталари синтези ва ишлатилиши // Фарғона политехника институти иқтидорли талабалар, магистрантлар, докторантлар ва мустақил изланувчилар Online илмий-амалий анжумани. Фарғона, 2020. 315-320 б.

13. Хужакулов К.Р., Нарзуллаева А.М., Ниёзова Р.Н. Определение оптимальных параметров для получения высших жирных кислот и отрасли их использования // Международная педагогическая дистанционная конференция “Педагогика и образование”. Москва, 2020. Часть №4. –С. 153-156.

14. Khujakulov K.R., Mavlonov B. A. Fozilov S. F. Improvement of industrial catalysis for the production of synthetic fat acids by oxygening parafines // “Fundamental and applied research in the modern world” Abstracts of VII International Scientific and Practical Conference. USA Boston, 2021.-С.96-99.

15. Хўжакулов К.Р., Мавлонов Б.А., Фозилов С.Ф. Синтетик ёғ кислоталар таркиби ва уни ўрганиш усуллари // “Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари” Халқаро илмий-амалий конференция. Тошкент, 2021. 192-193 б.

16. Хўжакулов К.Р. Олинган синтетик ёғ кислоталарининг сифатига бошланғич хом ашёлар таркибининг таъсири // “Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари” Халқаро илмий-амалий конференция. Тошкент, 2021. 310-311 б.

17. Хўжакулов К.Р., Фозилов С.Ф. Мавлонов Б.А. Маҳаллий нефть парафинларидан синтетик юқори ёғ кислоталари синтези // “Биоорганик кимёнинг долзарб муаммолари” халқаро илмий ва илмий-техник анжумани. Фарғона, 2021. 310-316 б.

18. Хўжакулов К.Р., Фозилов С.Ф., Турсунов Х.Ш., Мавлонов Б.А. Иккиламчи нефть маҳсулотлари асосида олинган синтетик юқори ёғ кислоталарини қорақўл мўйна маҳсулоти олишда қўллаш // “Sanoat injeneriyasining dolzarb muammolari” respublika ilmiy amaliy anjumani. Buxoro, 2021. 370-371 б.

19. Хўжакулов К.Р., Фозилов С.Ф., Турсунов Х.Ш., Мавлонов Б.А. Синтетик юқори ёғ кислоталари асосида қорақўл териларини ёғлаш технологияси // “Sanoat injeneriyasining dolzarb muammolari” respublika ilmiy amaliy anjumani. Buxoro, 2021. 372-373 б.

Автореферат “Дурдона” нашриётида тахрирдан ўтказилди ҳамда ўзбек,
рус ва инглиз тилларидаги матнларнинг мослиги текширилди.

Босишга рухсат этилди: 22.04.2022 йил. Бичими 60x84 1/16 ,
«Times New Roman» гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 3. Адади: 100 нусха. Буюртма № 63.

Гувоҳнома АИ №178. 08.12.2010.
“Садриддин Салим Бухорий” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.
Бухоро шаҳри, М.Иқбол кўчаси, 11-уй. Тел.: 65 221-26-45

