

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ PhD.03/30.12.2019.Т.101.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

ШАРИПОВ КОЗИМЖОН КОМИЛЖОНОВИЧ

**ТРУБКАЛИ ҚУРИЛМАЛАРДА УГЛЕВОДОРОД БУҒЛАРИНИНГ
КОНДЕНСАЦИЯСИ ЖАРАЁНИНИ ЖАДАЛЛАШТИРИШ**

02.00.08 – Нефть ва газ кимёси ва технологияси

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

Бухоро - 2022

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

Шарипов Козимжон Комилжонович Қувурли қурилмаларда углеводород буғларининг конденсацияси жараёнини жадаллаштириш.....	3
Шарипов Козимжон Комилжонович Интенсификация процесса конденсации углеводородных паров в трубчатых аппаратах.....	21
Sharipov Kozimjon Komiljonovich Intensification of the condensation process of hydrocarbon vapors in tubular apparatus.....	39
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	42

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ PhD.03/30.12.2019.Т.101.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

ШАРИПОВ КОЗИМЖОН КОМИЛЖОНОВИЧ

**ТРУБКАЛИ ҚУРИЛМАЛАРДА УГЛЕВОДОРОД БУҒЛАРИНИНГ
КОНДЕНСАЦИЯСИ ЖАРАЁНИНИ ЖАДАЛЛАШТИРИШ**

02.00.08 – Нефть ва газ кимёси ва технологияси

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

Бухоро - 2022

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.4.PhD/Т1912 рақами билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.bmti.uz) ва "Ziyonet" Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Худайбердиев Абсалом Абдурасулович
техника фанлари доктори, кат.ил.ход.

Расмий оппонентлар:

Рахмонов Тойир Зойирович
техника фанлари доктори, доцент

Жумаев Қаюм Каримович
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчиташкилот:

Навоний давлат кончилиқ институти

Диссертация химояси Бухоро муҳандислик-технология институти ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил "10" сепар соат 1400 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 200117, Бухоро шаҳри, Қ.Муртазоев кўчаси, 15-уй. Тел.: (+99865) 223-78-84, факс: (+99865) 223-78-84. E-mail: bmti_info@edu.uz).

Диссертация билан Бухоро муҳандислик-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 363 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 200117, Бухоро шаҳри, Қ.Муртазоев кўчаси, 15-уй. Тел.: (+99865) 223-78-84).

Диссертация автореферати 2022 йил "19" феврал куни тарқатилди.

(2022 йил "31" январдаги № 4 рақамли реестр баённомаси).



Н.Р. Баракаев

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

Р.Р. Ҳайитов

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

Ш.М. Ходжиев

Илмий даража берувчи илмий кенгаш
кошидаги илмий семинар
раиси, т.ф.н., доцент

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD)диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда нефт ва табиий газ энергия ва мотор ёнилғиси ишлаб чиқаришнинг асосий манбалари бўлиб, уларни қайта ишлаш асосида олинган маҳсулотлар саноат тармоқлари, транспорт, энергетика, қишлоқ хўжалиги ва кундалик ҳаётда кенг қўлланилади. Ушбу ресурсларнинг аниқланган ҳажмлари чекланганлиги сабабдан суёқ углеводородларни қайта ишлашнинг янги технологияларини ишлаб чиқиш, нефтни ҳайдаш ускуналарининг жиҳозлари конструкциясини такомиллаштириш ва халқаро стандартларга монанд, экологик кўрсаткичлари яхшиланган нефт маҳсулотлари ишлаб чиқариш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда нефт хомашёсини чуқур қайта ишлашнинг янги, энергия ва ресурстежамкор технологияларини ишлаб чиқиш ва нефтни ҳайдаш ускуналари учун юқори самарали қурилмалар ишлаб чиқишга йўналтирилган кенг қамровли илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда углеводород хомашёсини ҳайдаш жараёнларини такомиллаштириш, кўп энергия талаб этувчи жараёнларни, шу жумладан, буғларни конденсациялаш пайтида кечадиган иссиқлик ва масса алмашилиш (ИМА) жараёнларини жадаллаштириш, углеводород хомашёси ва унинг фракциялари физик-кимёвий ва иссиқлик-физик хоссаларини ҳисобга олиб, иситкич-конденсаторларнинг тезкор, ихчам конструкцияларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда саноатнинг нефт-газ тармоғини модернизация қилишга йўналтирилган илмий-амалий тадқиқотларга катта эътибор берилмоқда. Тармоқ корхоналарида хомашёни чуқур қайта ишлаш ва халқаро стандартлар талабларига мувофиқ ишлаб чиқариладиган нефт маҳсулотлари ҳажмини ошириш ва турларини кўпайтириш бўйича инновацион технологияларни жорий этиш борасида комплекс ишлар амалга оширилмоқда. Республикамизни янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «энг аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришга йўналтирилган юқори технологик тармоқларни илдам ривожлантириш асосида саноатни сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш йўли билан уни модернизация қилиш ва диверсификациялаш, амалиётда ресурс ва энергиятежамкор технологияларни кенг жорий этиш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Шунга кўра технологик қурилмаларнинг самарали ишлашини таъминлаш, иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, нефт-газ саноати хомашёларни қайта ишлаш қурилмаларида углеводород буғларини конденсациялаш жараёнларини жадаллаштириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган техника ва технологияларни кенг жорий этиш муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади.

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини 2017-2021 йилларда бешта устувор йўналишлар бўйича ривожлантириш Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3238-сон «Замонавий энергия самарадор ва энергия тежайдиган технологияларни янада кенг жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида», 2017 йил 19 апрелдаги ПҚ-2901-сон «Нефт-газ тармоғида лойиҳалаш ишларини ташкил этиш тартибини такомиллаштириш тўғрисида» ва 2018 йил 25 декабрдаги ПҚ-4077-сон «Ишлаб чиқариш қувватларини модернизация қилиш, саноат тармоқларини техник ва технологик жиҳатдан қайта жиҳозлаш жараёнини жадаллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур соҳа фаолиятига тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республикамизда фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Нефтни қайта ишлашга тайёрлаш, унга иссиқлик ишлови бериш ва ҳайдаш технологиялари ҳамда технологик жараёнлар ва жиҳозларни такомиллаштириш билан боғлиқ кенг кўламдаги илмий-техник муаммоларни ҳал этиш бўйича А.И. Александров, С.А. Ахмедов, А.Н. Плановский, А.И. Скобло, О.Ф. Глаголева, В.М. Капустин, А.К. Мановян, Н.Р. Юсупбеков, З. Салимов, Ш.М. Сайдахмедов, Б.Н. Хамидов, А. Артиков, И.М. Сайдахмедов, Ш.М. Гулямов, С.А. Абдурахимов, О.Р. Абдурахмонов, Т.З. Рахмонов, А.А. Худайбердиев ва бошқалар тадқиқотлар олиб боришган.

Улар томонидан суюқ углеводородларни қайта ишлаш технологиялари такомиллаштирилган, технологик жараёнларнинг назарий асослари ривожлантирилган, жараёнларни жадаллаштириш усуллари ишлаб чиқилган, қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш услублари аниқлаштирилган, нефтни ҳайдаш жараёнида сув буғи ўрнига муқобил иссиқлик ташувчини қўллаш услуби асосланган, кўп компонентли суюқлик тизимларида ИМА жараёнлари моделлаштирилиб, тадқиқотлар натижалари нефтни қайта ишлаш ва турдош саноат тармоқларига кенг жорий этилган.

Шу билан бирга, айти пайтда, ёнилғи фракциялари буғлари иссиқлигидан фойдаланиб хомашёни ҳайдашга тайёрлашнинг энергиятежамкор технологияларини ишлаб чиқиш, ёнилғи фракциялари буғларини конденсациялаш ва дистиллятларни совутиш пайтида кечадиган ИМА жараёнларини жадаллаштириш, қурилмалар қувурлари оралиғидаги бўшлиқда айланувчи буғ оқимини конденсациялаш ва иссиқлик ташувчилар ҳароратини қувурлар узунлиги (баландлиги) бўйлаб тақсимланиши асосида оптимал ишчи юзали иссиқлик алмашгичларни лойиҳалаш услубларини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё

институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ, ФА-А13-140 «Гидродинамик режимларни оптималлаштириш орқали углеводородли хом ашёларни бирламчи қиздириш жараёнларининг энергия тежовчи технологиясини ишлаб чиқиш» (2014-2017 йй.) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади нефтни қайта ишлаш корхоналари қувурли қурилмаларида углеводород буғларини конденсациялаш жараёнини жадаллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

суяқлик ва буғ фазаларидаги иссиқлик ташувчилар (хомашё ва фракциялар дистиллатлари) физик-кимёвий ва иссиқлик-физик хоссаларини $20\div 180^{\circ}\text{C}$ ҳароратларда ва $50\div 250$ кПа босимлардаги чегаравий қийматларини аниқлаш;

тажрибавий қобиқ-қувурли қурилмада углеводород ва сув буғларини конденсациялаш жараёнида иссиқлик ташувчилар ҳароратини қувурлар узунлиги (баландлиги) бўйлаб тақсимланиш қонуниятларини ўрганиш;

технологик параметрлар - қувурлардаги хом ашё ҳарорати ва сарфи ҳамда қувурлар оралиғидаги буғ ҳарорати, сарфи ва намлигини тажрибавий қувурли иссиқлик алмашиниш қурилмасидаги иссиқлик бериш (узатиш) самарадорлигига таъсирини ўрганиш;

углеводород ва сув буғлари қўлланилган ҳолатларда иссиқлик бериш (узатиш) коэффициентлари қийматларини таққослаш асосида тажрибавий қувурли қурилмада углеводород буғларини конденсациялаш жараёнида иссиқлик алмашинувини жадаллаштириш даражасини аниқлаш;

вертикал ва горизонтал қувурли қурилмаларда углеводород буғларини конденсациялаш жараёнининг рационал иссиқлик режимларини аниқлаш;

қувурли конденсаторларнинг оптимал иссиқлик узатиш юзасини аниқлаш мақсадида углеводород буғларининг конденсацияланиш ҳароратини тажриба аппарати қувурларининг узунлиги (баландлиги) бўйлаб тақсимланишини ўрганиш;

қувурли саноат конденсаторларида иссиқлик узатишни жадаллаштириш бўйича илмий асосланган тавсияларни ишлаб чиқиш;

углеводород буғларини қобиқ-қувурли саноат аппаратида конденсациялаш жараёнининг иссиқлик ҳисобларини бажариш;

углеводород буғларини конденсациялаш пайтида иссиқлик алмашинувини жадаллаштиришнинг таклиф этилаётган усулининг техник-иқтисодий самарадорлигини нефтни қайта ишлаш заводи шароитида баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида нефт, газ конденсати, нефтегазоконденсат аралашмаси ва уларни ҳайдаш жараёнида ҳосил бўладиган ёнилғи фракцияларининг буғ ва суяқ ҳолатлардаги дистиллятлари олинган.

Тадқиқотнинг предметини углеводород буғларининг конденсацияланиши пайтида нефт хомашёсига иссиқлик ишлови бериш жараёнлари ва қурилмалари ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда тажрибаларни режалаштириш, натижаларини компютерда қайта ишлаш, углеводород хомашёси ва фракциялар дистиллятларининг асосий хоссаларини аниқлаш, технологик жараёнларни моделлаштириш ва оптималлаштириш ҳамда ўлчашнинг аниқ услублари ва замонавий ўлчов-назорат асбобларидан фойдаланиб тажрибалар ўтказишнинг умумқабул қилинган ва синалган усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

иссиқлик ташувчиларнинг (хомашё, фракциялар дистилляти ва буғлари) асосий физик-кимёвий ва иссиқлик-физик хоссалари кўрсаткичларининг тажрибавий конденсатордаги иссиқлик бериш самарадорлигига таъсир даражаси аниқланган;

конденсацияланаётган углеводород буғлари ва қиздирилаётган хомашё ҳарорати, босими ва сарфини тажриба қурилмасининг қувурлари ва улар орасидаги бўшлиғида иссиқлик бериш самарадорлигига таъсири аниқланган;

қувурли конденсаторларнинг оптимал иссиқлик узатиш юзасини аниқлаш мақсадида углеводород буғларининг конденсацияланиш ҳарорати ва иссиқлик коэффициентларини тажриба қурилмаси қувурларининг узунлиги (баландлиги) бўйлаб тақсимланиш характери аниқланган;

тажриба қурилмасида иссиқлик узатишни жадаллаштириш даражаси унинг турли ҳароратдаги иш режимларида сув ва углеводород хом ашёси буғларининг конденсацияланиш иссиқликларига боғлиқлиги асосланган;

углеводород буғларини интенсив конденсацияланиши шароитида хомашёни қиздириш учун қобик-қувурли иссиқлик алмашгичнинг янги, қуйи қувурлар панжараси қия ишланган конструкцияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

нефтегазоконденсат хомашёси ва углеводородли иссиқлик ташувчиларнинг физик-кимёвий ва иссиқлик-физик хосса кўрсаткичларини конденсатордаги ҳарорат ва босимга боғлиқ ўзгариш чегаралари белгиланган;

нефтегазоконденсат хомашёсини қувурли саноат қурилмаларида углеводород буғларининг конденсацияланиш иссиқлигидан фойдаланиб иситиш жараёнини энергиятежамкор жадаллаштириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган;

нефтегазоконденсат хомашёсини конденсацияланаётган углеводород буғлари иссиқлигидан фойдаланиб иситувчи қобик-қувурли иссиқлик алмашгични аниқлаштирилган ҳисоблаш ва лойиҳалаш услуби ишлаб чиқилган;

иссиқлик алмашгич-конденсаторнинг янги, қуйи қувурлар панжараси қия ишланган, гидродинамик ва иссиқлик кўрсаткичлари яхшиланган конструкцияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий натижаларни муаллиф ўтказган тажрибалари натижалари, адабиётларда келтирилган тажрибавий маълумотлар, адабий манбалардан фойдаланиб бажарилган назарий ҳисоблашлар натижалари ҳамда ўтказилган тадқиқотлар асосида

ҳисобланган ва лойиҳаланган иссиқлик алмашгич намунасини ярим саноат синовларида қўллаш натижалари билан ўзаро муносиблиги билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти нефтегазоконденсат аралашмасини конденсацияланаётган углеводород буғларидан фойдаланиб иситиш жараёнини жадаллаштириш услуги хамда иссиқлик ташувчилар физик-кимёвий ва иссиқлик-физик хоссаларини эътиборга олиб, қобиқ-қувурли қурилмада буғларни конденсациялаш жараёнини аниқлаштирилган ҳисоблаш услуги ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти нефтегазоконденсат аралашмасини углеводород буғлари билан жадал иситиш имконини берувчи қобиқ-қувурли иссиқлик алмашгичнинг пастки қувурлар панжараси қия ишланган конструкцияси ишлаб чиқишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қувурли аппаратларда углеводород буғларини конденсациялаш жараёнини жадаллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

углеводородли иссиқлик ташувчилар ёрдамида нефтегазоконденсат хомашёсини иситиш учун мўлжалланган қобиқ-қувурли иссиқлик алмашиниш қурилмаси «Ўзбеккимёмаш заводи» АЖнинг “2021-2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати”га киритилган («Ўзбеккимёмаш заводи» АЖнинг 2020 йил 12 ноябридаги 44-794-сонли маълумотномаси). Натижада технологик самарадорликни 12÷18 % га ошириш имконини берган;

ИОНХ-1 маркали тузсизлантирувчи янги ингибиторлардан И12-ФА-Т027 -“Иссиқлик энергоагрегат тизимлари учун сув тайёрлаш жараёнининг технологиясини ишлаб чиқиш ва жорий этиш” инновацион лойиҳасида оқова сувларни тозалашда фойдаланилган (Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг 2020 йил 17 ноябрдаги 4/1255-2548-сонли маълумотномаси). Натижада, трубкали қурилмаларнинг сув айланиш тизимида иссиқлик алмашиниш жараёнини жадаллаштириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Ушбу тадқиқотнинг асосий натижалари 4 та халқаро ва 11 та республика илмий-амалий конференцияларида муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 34 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп эттириш учун тавсия этилган илмий нашрларда 11 та мақола 6 та хорижий ва 5 та республика журналларида чоп этилган ва 1 та фойдали моделга Ўзбекистон Республикаси ИМА патенти (№ FAR 00991) олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 103 бетни ташкил этади.

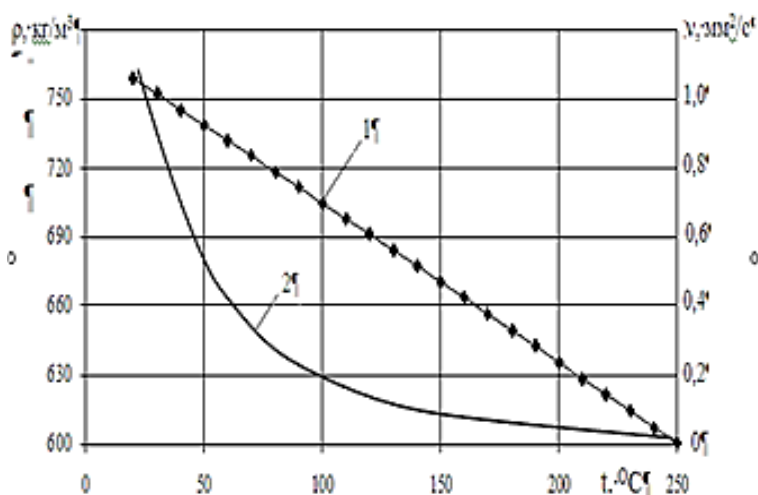
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ҚИСМИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланиб, унинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотни Ўзбекистон Республикасида фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари очиб берилган, олинган натижаларни ишончлилиги асосланиб, уларнинг назарий ва амалий аҳамияти тавсифланган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этилиши, апробацияси, эълон қилинган ишлар ва диссертацияни тузилиши ҳақида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Нефтни қайта ишлашда буғларни конденсациялаш жараёнида иссиқлик алмашиниш назарияси ва амалиёти асослари**» деб номланган биринчи бобида нефтни қайта ишлаш технологиясида буғларни конденсацияланиши пайтидаги иссиқлик алмашиниш жараёнлари назарияси ва амалиёти батафсил кўриб чиқилган, нефтни қайта ишлаш заводларида (НҚИЗ) қўлланиладиган турлича типдаги қобик-қувурли қурилмаларнинг конструктив хусусиятлари ва уларда конденсация жараёнини жадаллаштириш усуллари таҳлил этилган. Илмий-техник адабиётларда келтирилган материаллар таҳлили натижалари бўйича тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «**Фракциялар буғлари ва дистиллятларининг физик-кимёвий ва иссиқлик-физик хоссаларини ҳисоблаш-тажриба йўли билан аниқлаш**» деб номланган иккинчи бобида иссиқлик ташувчилар - бензин ва сув буғларининг асосий физик-кимёвий ва иссиқлик-физик хоссаларини 20-200°C ҳароратларда аниқлаш ва ўлчаш услублари келтирилган.

Бензин намуналарининг зичлигини ва кинематик қовушқоқлигини



1 - зичлик; 2 - кинематик қовушқоқлик

1-расм. Газконденсат зичлиги ρ ва қовушқоқлигини ν ҳароратга боғлиқ ўзгариши

ўлчашлар тажриба стенди термостатидаги сувнинг қайнаш ҳарорати 20÷98 °C билан чегараланди. Мазкур ҳарорат диапазонида бензин зичлиги $\rho = 759 \div 635$ кг/м³, унинг қовушқоқлиги эса $\nu = 1,0 \div 0,24$ мм²/с бўлади.

100°C дан юқори ҳароратларда бензин зичлиги ва қовушқоқлиги қийматларининг ўзгариши ҳисоблаш йўли билан ўрганилди. 1-расмдан кўринадикки, 20÷180°C чегарада ҳароратни

кўтарилиши натижасида бензинни тажрибалардаги аналогни бўлган газ конденсатининг зичлиги $700 \div 600,5 \text{ кг/м}^3$ ораликда қия чизик 1 бўйича 1,17 мартага пасаяди.

$20 \div 100^\circ\text{C}$ ҳароратларда газ конденсатининг кинематик қовушқоқлиги $\nu = 1,03 \div 0,24 \text{ мм}^2/\text{с}$ оралиғида 4,3 мартага кескин камаяди, 100°C дан юқори ҳароратларда эса қовушқоқликнинг пасайиш суръати 2 ($0,21$ дан $0,017 \text{ мм}^2/\text{с}$ гача) бир текисда бўлади. Умуман, $20 \div 180^\circ\text{C}$ оралиғида газ конденсатининг кинематик қовушқоқлиги қиймати 60,5 марта пасаяди.

Нефт маҳсулотлари буғларини иссиқлик сиғими нафақат уларнинг кимёвий таркиби ва ҳароратига, балки қурилмадаги босимга ҳам боғлиқ бўлади. Тавсифловчи омил $K_n = 11,897$ ва нисбий зичлик $\rho_{15}^{15} = 0,7667$ қийматларини эътиборга олиб, бензин буғларининг солиштирма массавий иссиқлик сиғими Балке ва Кей формуласи бўйича ҳисобланди (1-жадвал) ва $20 \div 200^\circ\text{C}$ ораликда $2,06$ дан $2,97 \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ гача қия чизик бўйича ортиб бориши аниқланди.

1-жадвал

Бензин фракциясининг $20 \div 200^\circ\text{C}$ ҳароратлардаги иссиқлик сиғими

$t, ^\circ\text{C}$	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$C, \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	2,05	2,10	2,15	2,20	2,25	2,30	2,35	2,40	2,45
$t, ^\circ\text{C}$	110	120	130	140	150	160	170	180	200
$C, \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85	2,97

Бензин фракциясининг буғланиш иссиқлиги r (кЖ/кг) Крег формуласи бўйича аниқланди. 2-жадвалдан кўринадики, ҳароратни $20 \div 200^\circ\text{C}$ да ортиши билан бензин ва унинг буғлари учун r қиймати мунтазам камайиб боради.

2-жадвал

Бензин фракцияси ва буғларининг $40 \div 180^\circ\text{C}$ даги буғланиш иссиқлиги

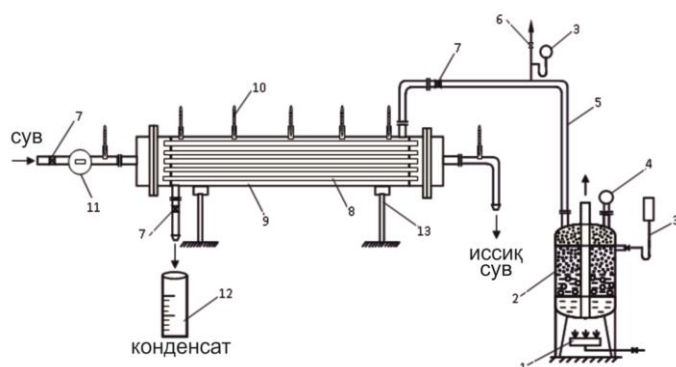
$t, ^\circ\text{C}$	Молекуляр массаси, M	Бензинни буғланиш иссиқлиги $r, \text{ кЖ}/\text{кг}$		
		суюқлик фазасида	буғ фазасида	суюқлик фазасида
40	73,93	359,190	399,619	446,460
60	81,88	347,119	380,710	445,477
80	90,69	334,120	363,263	444,494
100	90,69	334,120	363,263	444,494
110	100,36	320,765	347,166	443,511
120	110,87	307,450	332,307	442,528
130	116,45	300,895	325,306	442,036
140	122,25	294,441	318,573	441,545
150	128,25	288,106	312,095	441,053
160	134,47	281,904	305,860	440,562
170	140,91	275,846	299,857	440,070
180	147,55	269,939	294,073	439,579

Бензин фракциясининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти λ қийматлари Крег формуласи бўйича ҳисобланди. 3-жадвалдаги маълумотлар $20 \div 180^\circ\text{C}$ чегарада бензиннинг иссиқлик ўтказувчанлиги $0,16222$ дан $0,15054 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ гача (1,07 марта) камайиб боришини кўрсатади.

**Бензин фракцияси дистиллятининг 20÷180°C ҳароратлардаги
иссиқлик ўтказувчанлиги λ (Вт/м К)**

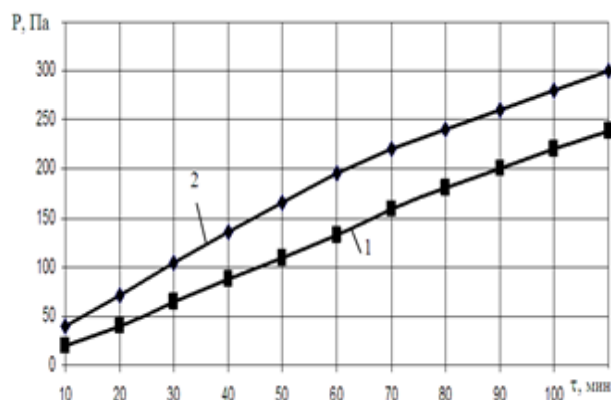
$t, ^\circ\text{C}$	20	30	40	50	60	70
$\lambda, \text{Вт}/(\text{мК})$	0,16222	0,16148	0,16076	0,15966	0,15937	0,15871
$t, ^\circ\text{C}$	80	90	100	110	120	130
$\lambda, \text{Вт}/(\text{мК})$	0,15806	0,15743	0,15681	0,15621	0,15563	0,15506
$t, ^\circ\text{C}$	140	150	160	170	180	
$\lambda, \text{Вт}/(\text{мК})$	0,15451	0,15396	0,15344	0,15292	0,15242	

Диссертациянинг «Қобик-қувурли қурилмаларда углеводород буғларини конденсациялаш жараёнини жадаллаштириш» деб номланган



2-расм. Буғларни конденсациялаш жараёнини тадқиқ этиш ускунаси схемаси

1 - газ горелкаси; 2 - буғ генератори; 3 - манометр; 4 - туташув қувури; 5 - ҳаво чиқариш вентили; 6 - қувурли конденсатор; 7 - совуқ сув ўлчагичи; 8 - ростловчи вентиль; 9 - конденсат йиғиш учун ўлчовчи идиш



3 расм. Буғ генераторидаги сув 1 ва бензин буғлари 2 босимини вақт бўйича ўзгариши

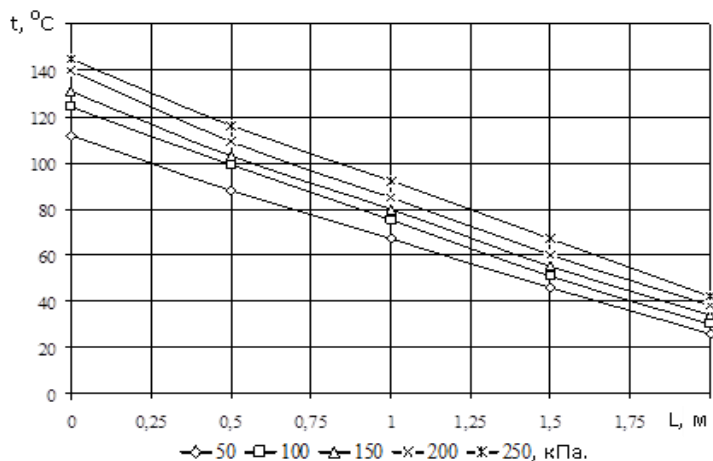
учинчи бобида углеводород ва сув буғларининг конденсацияланиши пайтида иссиқлик алмашинувини ўрганиш бўйича тажрибалар натижалари келтирилган. Тажриба ускунасида (2-расм) сув ва бензин буғларини совуқ сув оқими билан конденсациялаш ҳамда нефт ва нефтегазо-конденсат аралашмасини конденсацияланаётган бензин буғлари иссиқлиги билан қиздириш жараёнлари ўрганилди.

Тажрибалар мобайнида бензин ёки сув буғидан қиздирувчи агент сифатида фойдаланилганда ускунанинг ишчи режимга чиқиш вақтини қиёсий баҳолаш, яъни тизимдаги босим 250 кПа га қадар кўтарилганда буғ ҳосил бўлиш жараёни динамикаси ўрганилди.

3-расмда ускуна буғ генераторидаги сув буғи 1 (назорат) ва бензин буғлари 2 босимининг ўзгариш суръати тасвирланган. Тажрибаларда генераторнинг бир хилдаги иссиқлик унумдорлигида бензин

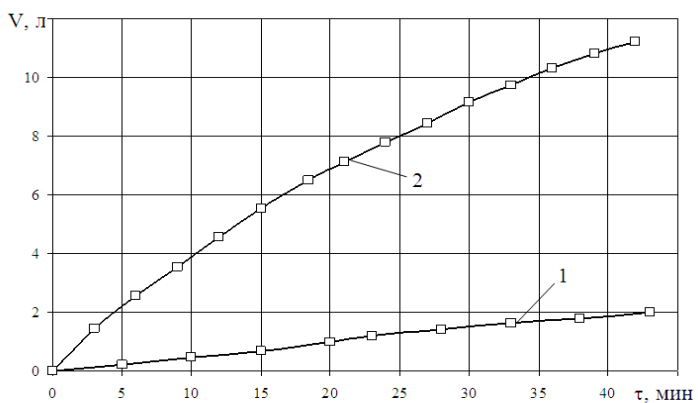
буғлари босими сув буғи босимига нисбатан юқорироқ бўлиши аниқланган.

Тажрибалар 40÷250 кПа босимларда таққосланаётган иссиқлик ташувчиларнинг буғ босимлари ўртасидаги фарқ 20÷60 кПа оралиғида бўлишини кўрсатди. Бу пайтда бензин буғларидан қиздирувчи агент сифатида фойдаланилганда ускунанинг ишчи режимга чиқиш вақти сув буғи қўлланилган ҳолатга нисбатан 10÷30 минутга қисқаради.



4-расм. Бензин буғларининг конденсацияланиш ҳароратини тажриба ускунаси узунлиги бўйлаб ўзгариши

4-расмда 50÷250 кПа босимларда сув буғининг конденсацияланиш ҳароратини t ускуна узунлиги L бўйлаб ўзгариши кўрсатилган. Графиклардан кўринадики, қурилма қобиғини биринчи қисмида сув буғининг конденсацияланиш ҳарорати 35÷55°C гача жадал пасаяди 1. Графикка кўра, қурилманинг ушбу участкаси (1 м) буғни фаол конденсацияланиш зонаси бўлиб, унинг иккинчи қисмида конденсат аста-секинлик билан 20÷27°C гача совийди.



5-расм. Сув 1 ва бензин 2 буғлари конденсати ҳажмини вақт бўйича ўзгариши

Тажриба маълумотларини таққослаш системадаги босимнинг бир хил қийматларида бензин буғларининг конденсацияланиш ҳарорати сув буғиникига нисбатан юқорироқ бўлишини кўрсатди. 50 кПа босимда иссиқлик ташувчилар буғларини конденсацияланиш ҳарорати қийматлари ўртасидаги фарқ 7°C, 250 кПа босимда эса 20°C бўлади.

5-расмда 250 кПа босим остида ҳосил бўлаётган сув буғи 1 ва бензин буғлари 2 конденсатлари ҳажмини V (л) вақт τ (мин) бўйича ўлчаш натижалари тасвирланган. 2 эгри чизиқнинг кўтарилиш тиклиги бензин буғларини қурилмада конденсацияланиш жараёни сув буғининг конденсацияланишига нисбатан анча жадал кечишини тасдиқлайди. Расм чизиқларини таққослаб, ҳосил бўлган бензин буғлари конденсатининг ҳажми сув буғи билан ўтказилган тажрибалардагидан 5÷6 марта кўплигини кўриш мумкин. Бу ҳолат углеводород буғларининг конденсацияланиш иссиқлиги сув буғини конденсацияланиш иссиқлигидан сезиларли даражада кичиклиги билан изоҳланади. Бу эса ўз навбатида тажриба қурилмаси иш унумдорлигини 5 мартадан кўп ортишига олиб келди.

Ёнилғи фракциялари нефтни бирламчи ҳайдаш ускунасининг ректификация колоннасида $100\div 350^{\circ}\text{C}$ ҳароратларда чиқарилишини эътиборга олиб, қуйидаги 4-жадвалда енгил фракциялар буғларининг конденсацияланиш иссиқлигини ҳисоблаш натижалари келтирилди.

4- жадвал

Сув ва углеводород хомашёси буғларининг конденсацияланиш иссиқлиги

Ҳарорат, $t, ^{\circ}\text{C}$	Тавсифловчи фактор, K	Фракцияларни молекуляр массаси, M	Буғларни конденсация- ланиш иссиқлиги, кЖ/кг		$r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ ўртача қиймати
			сув $r_{\text{вп}}$	бензин $r_{\text{уп}}$	
50	10,87	72,9	2380	302,3	7,8
100	11,41	98,1	2260	278,0	
100	11,41	98,1	2260	278,0	
150	11,90	129,6	2120	253,4	
200	12,35	168,3	1945	228,9	
250	12,77	214,6	1710	204,4	
300	13,16	275,6	1384	179,8	
350	13,53	347,0	881,2	155,3	

4-жадвалдан кўринадикки, ҳароратни кўтарилиши билан иссиқлик ташувчилар буғларининг конденсацияланиш иссиқлиги пасаяди. 250°C дан юқори ҳароратларда бу айниқса бензин буғлари учун сезиларли аҳамиятга эга. $50\div 350^{\circ}\text{C}$ ҳароратлар чегарасида $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ нисбатининг ўртача қиймати 7,8 бўлади.



Расм 6. Сув ва бензин буғлари конденсацияланиш иссиқликлари нисбатини $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ ҳароратга t боғлиқ ўзгариши

6-расмда ўрганилаётган иссиқлик ташувчилар $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ нисбатини ҳароратдан боғлиқ ўзгариш характери кўрсатилган. Кўриниб турибдики, ҳароратни 200°C гача кўтарилиши билан $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ нисбати деярли тўғри чизик бўйича ортиб боради ва 200°C да максимал қиймати 8,5 га тенг бўлади. Келгусида, жараён ҳароратини кўтарилиши билан $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ нисбат қиймати парабolik қонуният бўйича кескин камаяди. Ушбу ҳолат конденсацияланиш иссиқлиги эффектидан фойдаланиш қурилмадаги ҳарорат ва босимнинг қатъий белгиланган чегараларида (масалан, $P= 250$ кПа ва $t = 200\div 250^{\circ}\text{C}$)

сезиларли бўлишини кўрсатади.

Шундай қилиб, тадқиқотлар натижалари ректификация колоннасида чиқарилиб конденсацияланаётган енгил фракциялар буғларидан нефтегазоконденсат аралашмасини қиздириш учун самарали фойдаланиш имконияти мавжудлигини кўрсатади.

Нефтни қувурли қурилмада қиздириш пайтида конденсацияланаётган бензин буғлари намлигининг иссиқлик бериш самарадорлигига таъсирини ўрганиш бўйича ҳам тажрибалар ўтказилди. Тажрибалар 200 кПа босим остида, бензин буғларининг намлиги $x = 0, 1,5, 2,5$ ва $3,5$ % (ҳажм.) бўлганда, суюқ углеводородларни ҳайдаш жараёни учун сув буғи сарфини аниқлаш бўйича мавжуд тавсиялар асосида ўтказилди.

Тажриба қурилмасида турлича намликдаги газ конденсати (ўз табиатига кўра бензин фракциясининг аналоги) буғлари билан нефтни қиздириш бўйича тўртта серияда синовлар ўтказилди: 1-серия, намлик $x=0$, нефтни бошланғич ҳарорати $t_{н1} = 44^{\circ}\text{C}$, қиздирилган нефт ҳарорати $t_{н2}=109^{\circ}\text{C}$; буғни конденсацияланиш ҳарорати $t_{гк1}= 123^{\circ}\text{C}$, конденсаторда совутилган буғ ҳарорати $t_{гк2}= 80^{\circ}\text{C}$; 2-серия $x=1,5$ %, $t_{н1}= 31^{\circ}\text{C}$, $t_{н2}= 77^{\circ}\text{C}$; $t_{гк1}= 108^{\circ}\text{C}$, $t_{гк2}= 62^{\circ}\text{C}$; 3- серия $x=2,5$ %, $t_{н1}= 35^{\circ}\text{C}$, $t_{н2}= 76^{\circ}\text{C}$; $t_{гк1}= 106^{\circ}\text{C}$, $t_{гк2}= 49^{\circ}\text{C}$; 4- серия $x=3,5$ %, $t_{н1}= 41^{\circ}\text{C}$, $t_{н2}= 78^{\circ}\text{C}$; $t_{гк1}= 110^{\circ}\text{C}$, $t_{гк2}= 44^{\circ}\text{C}$.

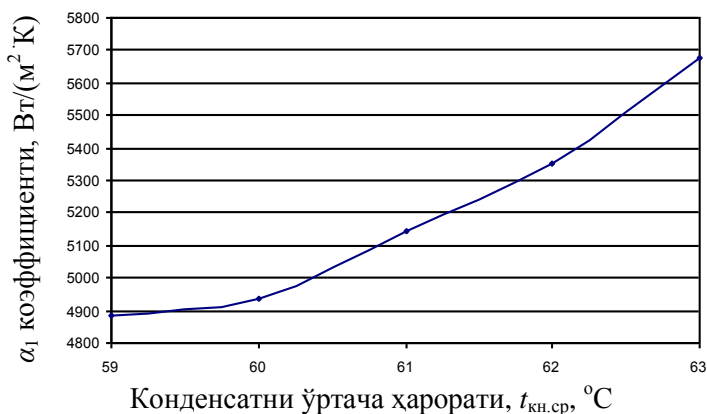
Тажриба натижаларини қайта ишлаш асосида буғдан қурилма қувури деворига иссиқлик бериш коэффиценти α_1 қийматини қурилманинг узунлиги бўйича ўзгариши таҳлил этилди. Тажриба натижалари бензин буғлари намлигининг ортиши билан қурилма қувурлари оралиғидаги бўшлиқ узунлиги бўйлаб α_1 коэффиценти қиймати пасайишини кўрсатди. Ушбу коэффицентнинг максимал қиймати $\alpha_1= 75$ Вт/(м².К) нефтни қуруқ буғ билан қиздириш тажрибасида кузатилди ($x = 0$). Буғ намлигининг келгусида 1,5 дан 3,5 % гача ортиши α_1 коэффиценти қийматини 73,5 Вт/(м². К) гача камайтириши аниқланди.

Юқорида келтирилган шароитларда нефтни турлича намликдаги бензин буғлари билан қиздириш жараёнида қувур деворидан суюқликка иссиқлик бериш коэффицентининг α_2 энг юқори қиймати $\alpha_2= 56,5$ Вт/(м².К) қуруқ бензин буғларидан фойдаланилган тажриба вариантыда ($x = 0$) кузатилди. Ушбу ҳолатда бензин буғлари намлигининг 3,5 % гача ортиши α_2 коэффицентини 51 Вт/(м².К) гача камайишига олиб келади.

Демак, бензин фракцияси дистиллятларининг сувсизлантилган буғлари нефт хомашёларини иситишда қиздирувчи агент сифатида самарали қўлланилиши мумкин.

7-расмда тажрибавий горизонтал конденсаторда α_1 коэффицентини конденсатнинг ўртача ҳароратидан $t_{кн.ср}$ боғлиқ ўзгариши тасвирланган.

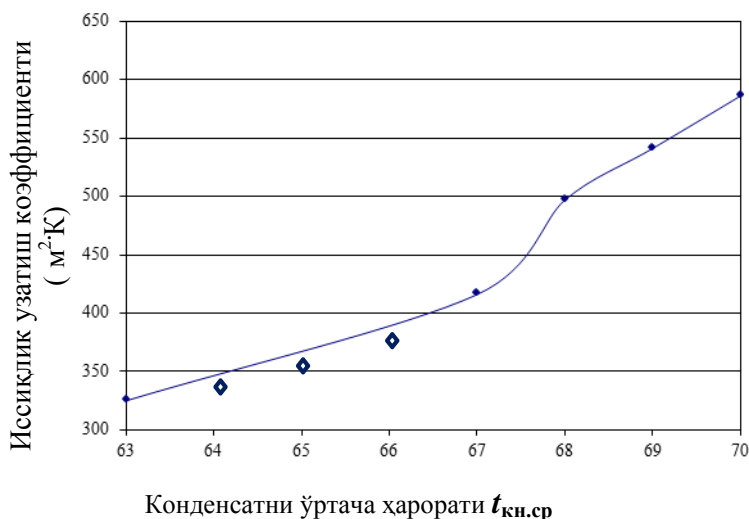
Расмдан кўринадик, $t_{кн.ср}$ қийматини 59 дан 63^oC гача ортиши билан конденсаторнинг ушбу зонасидаги α_1 коэффиценти 4882 дан 5678 Вт/(м². К)



7-расм. Горизонтал қурилмада α_1 коэффицентини конденсат ҳароратидан $t_{гк.ср}$ боғлиқ ўзгариши

гача 1,16 марта ортади. Ушбу ҳароратлар чегарасида $t_{\text{кн.ср}}$ қиймати 1°C га кўтарилганда горизонтал қувурли конденсаторда α_1 коэффициентини ўртача $199 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{C})$ га ортади.

8-расмда тажрибавий вертикал кондансаторнинг қувурлари оралиғида бензин буғларини конденсациялаш жараёнида α_1 коэффициентини конденсат ҳароратидан $t_{\text{кн.ср}}$ боғлиқлиги келтирилган. Расмдан кўринадики, конденсат



8-расм. Вертикал конденсаторда α_1 коэффициентини конденсат ҳароратидан $t_{\text{кн.ср}}$ боғлиқ ўзгариши

ҳароратини $t_{\text{кн.ср}}$ $63\div 70^\circ\text{C}$ чегарада кўтарилиши α_1 коэффициентини қийматини 325 дан 586 $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C})$ гача ортишига олиб келади, бу эса қурилмада иссиқлик бериш интенсивлигини 1,8 марта ортишига тенг бўлади. Расмдаги $\alpha_1 = f(t_{\text{кн.ср}})$ боғлиқлик характери қурилма корпусида иссиқлик бериш коэффициентини α_1 кескин, буғни

конденсацияланиш жараёнига хос тарзда, деярлик кўтарилишини кўрсатади. Бу пайтда

вертикал конденсатор кожухидаги конденсат ҳароратини $t_{\text{кн.ср}}$ 1°C га кўтарилиши α_1 коэффициентининг ўсиш суръатини ўртача $37,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{C})$ га оширади.

Шундай қилиб, тажрибавий горизонтал қобик-қувурли қурилмада бензин буғларини конденсацияланиши пайтида иссиқлик бериш коэффициентини α_1 қиймати худди шундай типдаги вертикал қурилмага нисбатан ўртача 9,7 марта юқори. Бироқ, вертикал қурилмада α_1 коэффициентининг нисбий ўсиши горизонтал қурилмага нисбатан 55,2 % юқори. Вертикал конденсаторда α_1 коэффициентини нисбатан юқори ўсиши буғни конденсацияланиш шароитини жараёнга кўрсатадиган таъсири, хусусан, қувурлар қуйи қисмини тўпланган конденсат қатламида ботиб турмаслиги билан изоҳланади.

Нефтни конденсацияланаётган бензин буғлари билан қиздириш жараёнининг жадаллаштириш даражаси j тажрибаларнинг аниқ шароитлари учун ҳисобланган иссиқлик узатиш коэффициенти K_i қийматларини таққослаш йўли билан белгиланди:

$$j_k = [(K_1 - K_2) / K_1] \cdot 100\% \quad (1)$$

Қуйидаги 5-жадвалда нефтни бензин буғлари билан қиздириш бўйича ўтказилган тажрибалар туркумидан биттасининг натижалари бўйича ҳисобланган иссиқлик бериш α ва узатиш K коэффициентларининг ўртача қийматлари асосида жараённинг самарадорлик даражасини аниқлаш натижаси келтирилган.

Тажрибавий ва саноат иссиқлик алмашгичларида нефтни углеводород буғлари билан қиздириш самарадорлиги

Технологик жараён	Иссиқлик ташувчи ҳарорати, °С				Иссиқлик бериш ва узатиш коэффициентлари, Вт/(м ² ·К)		
	$t_{н1}$	$t_{н2}$	$t_{пар}$	$t_{кон}$	α_1	α_2	K
нефтни бензин буғлари билан иситиштажрибасида	103	119	160	110	107,3	293,4	78,6
- саноат қурилмаларида							15-70 (ўртача 43)
Жараённи самарадорлиги	$j_K = [(K_1 - K_2)/K_1] \cdot 100\% = [(78,6 - 45)/78,6] \cdot 100\% = 42,75\%$						

Кўришиб турибдики, ушбу ҳолатда нефтни конденсацияланаётган бензин фракцияси буғлари иссиқлигидан фойдаланиб қиздириш жараёнининг самарадорлик даражаси 43 % ни ташкил этади.

Диссертациянинг «НҚИЗ шароитида углеводород буғларини конденсациялаш жараёнини жадаллаштиришнинг техник-иқтисодий асослари» деб номланган тўртинчи бобида нефтегазоконденсат аралашмасига иссиқлик ишлови бериб, уни ҳайдашга тайёрлаш технологик босқичи баёни ва Бухоро НҚИЗ нефтни бирламчи ҳайдаш ускунаси технологик ҳисобларининг асосий натижалари келтирилган.

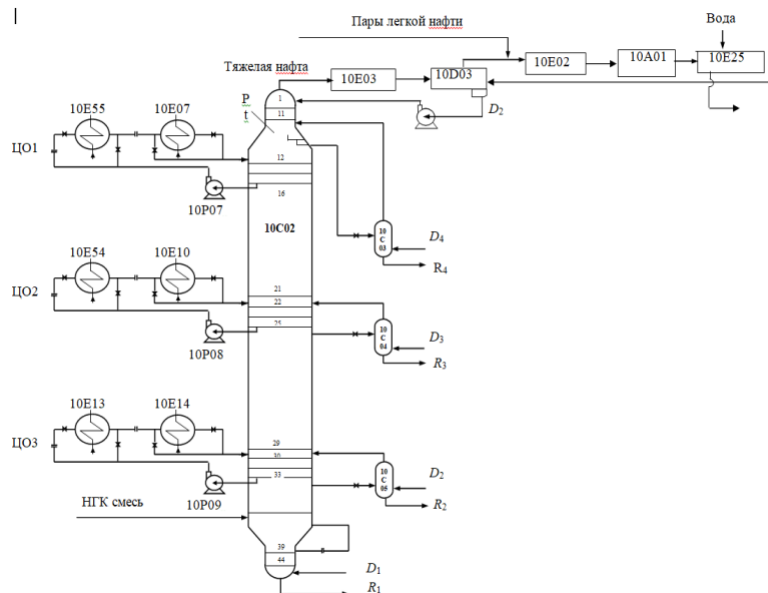
Нефтни ҳайдаш ускунаси таркибига (9-расм) асосан ишчи аралашмани қайноқ технологик оқимлар иссиқлиги билан иситувчи учта тизимдаги иссиқлик алмашиниш қурилмалари, аралашмани буғлаткич, уни бирламчи тарзда фракцияларга ажратиш колоннаси 10C01, атмосфера босими остида ҳайдовчи ректификация колоннаси 10C02 (ёнилғи фракцияларини сув буғи

билан буғлатиш учун учта

стрип-пинг-секциялари билан), иситилган аралашмани қиздирувчи змеевикли печь, фракциялар дистиллятларини ҳаво ва сув билан совутиш қурилмалари ҳамда технологик насослар киритилган.

Ҳайдаш колоннасида оғир нафта (85-180°C), керосин (150-250°C, 145-300°C, 80-310°C, 110-310°C), енгил (160-250°C) ва оғир (240-360°C) газойл фракциялари ҳамда мазут

(≥360°C) ишлаб чиқарилади. Ушбунини эътиборга олиб, маҳсулот ишлаб чиқариш технологик регламентига биноан, атмосфера босими остида ҳайдаш колоннасининг моддий баланси (6-жадвал) ҳисоблари бажарилди. Усқунанинг ишчи аралашма бўйича эксплуатациявий иш унумдорлиги -



9-расм. Бухоро НҚИЗ нефтегазоконденсат аралашмасини бирламчи ҳайдаш колоннасининг технологик тизими

105508,3 кг/соат (137,385 м³/соат), бир йилдаги иш кунлари сони $T = 340$ сутка.

6-жадвал

Атмосфера босими остида ҳайдаш колоннасининг моддий баланси

Оқимлар	Белги-ланиши	Чиқиши, % (масс.)		Миқдори, кг/соат	
		хомашёга нисбатан	ишчи аралашмага нисбатан	лойиха бўйича	амалда
Келиш:					
Нефтегазоконденсат аралашмаси (йўқотилишлар билан)	L_0	91,59	100,0	280607	105508
Сарф:					
Бензинфракцияси	D_2	53,733	58,667	164622	61898
Керосин фракцияси	R_4	13,433	14,667	41156	15475
Енгил газойл фракцияси	R_3	10,38	11,333	31801	11957
Оғир газойл фракцияси	R_2	6,106	6,667	18708	7034
Мазут	R_1	7,938	8,667	24320	9144
Хаммаси		91,59	100,0	280607	105508

6-жадвал маълумотлари асосида 10С02 атмосфера колоннасининг юқорисидан чиқарилаётган оғир нафта буғларини конденсацияланиши пайтида 30%Н+70%ГК нефтегазоконденсат аралашмасини иситиш жараёнининг моддий ва иссиқлик баланси ҳисоблари ҳамда аралашманинг енгил фракциялари буғлари учун саноат конденсаторини лойихалаш ҳисоблари бажарилди.

Вертикал қувурли қурилмаларнинг технологик самарадорлигини ошириш ва уларда иссиқлик алмашинувини жадаллаштиришнинг оддий ва самарали усулларида бири қувурлар оралиғидаги бўшлиқдан конденсатни тезкор чиқариб юборишдир ва бунга қувурлар қуйи панжарасини қия тарзда жойлаштириш йўли билан эришилди.

Қурилманинг физик моделида қувурлар оралиғидаги бўшлиқдан конденсатни оқиб чиқиш вақти аниқланиб, буғни конденсацияланиш пайтида иссиқлик алмашинувини 12÷18 % га жадаллаштириш имконияти мавжудлиги аниқланди.

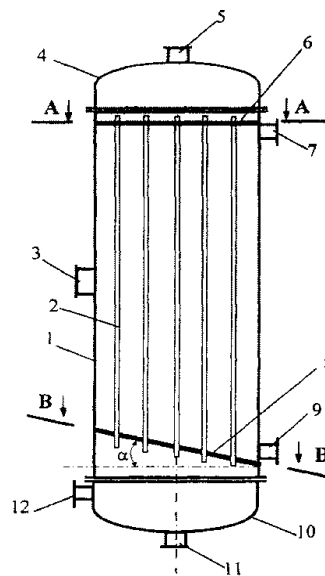
Тажрибалар натижаларига кўра, фракциялар буғларини қувурлар ташқи юзасида конденсацияланиши пайтида нефт хомашёсини иситиш учун мўлжалланган, конденсациялаш самарадорлиги юқори бўлган вертикал қобик-қувурли иссиқлик алмашинуви қурилмасининг янги конструкцияси ишлаб чиқилди (10-расм). Тавсия этилган қурилма ўхшаш типдаги мавжуд қурилмалардан ишчи қувурларнинг қуйи панжараси 45° дан ортиқ бўлмаган бурчак остида корпусга пайвандланадиган қия эллиптик диск кўришида ишланганлиги билан фарқ қилади.

Таклиф этилган қурилма, ўхшаш типдаги горизонтал ясси қувур панжарали мавжуд қурилмаларга нисбатан катта хажмда тўпланадиган конденсат қатламида қувурларнинг қуйи участкаларини ботиб турмаслиги (енгил конденсацияланадиган фракция буғлари билан ишлаганда бу катта аҳамиятга эга бўлади), буғнинг самарали конденсацияланиш баландлигининг узунлиги, буғни конденсацияланиши пайтида ИМА жараёнларини кечиш шароитлари яхшиланганлиги, трубкалар ўрамининг гидравлик қаршилигини

кичиклиги, буғ томонидан иссиқлик бериш жараёни жадаллаштирилганлиги ва жадал ишлатиш режимларида курилманинг технологик самарадорлиги юқорилиги қаби афзалликларга эга бўлади.

Қиздирилаётган аралашма хоссалари ва жараённинг технологик параметрларини ҳисобга олган ҳолда нефтгазоконденсат аралашмасининг энгил фракциялари буғларини конденсациялаш жараёни ва апаратини ҳисоблашнинг аниқлаштирилган услуби ишлаб чиқилди. Таклиф этилаётган қобик-қувурли саноат конденсаторининг технологик, конструктив ва гидравлик параметрларининг рационал қийматлари аниқланди (7-жадвал).

1 - цилиндрик корпус; 2 - иссиқлик алмашилиш қувурлари; 3 - буғ узатиш патрубкеси; 4, 10 - қопқоқ; 5 - қиздирилган суюқликни чиқариш патрубкеси; 6 - юқори қувур панжараси; 7- газларни чиқариш патрубкеси; 8 - қуйи эллиптик панжара; 9 - конденсат чиқариш патрубкеси; 11 - дренаж патрубкеси; 12-совуқ суюқликни узатиш патрубкеси.



Расм 10. Қобик-найча апаратининг схемаси

7-жадвал

Тавсия этилаётган қобик-қувурли саноат конденсаторининг конструктив-технологик параметрлари

№ п.п	Кўрсаткичларнинг номланиши	Белги-ланиши	Ўлчов бирлиги	Қиймати
1	Иссиқлик юқламаси	Q	кВт	5011,2
2	Қиздириш юзаси	F	м ²	220,8
3	Қувурлар диаметри	$d_{вн}/d_{нр}$	мм	20/25
4	Битта қувур узунлиги	l	мм	6000
5	Қувурлар сони			521
6	Қобикнинг ички диаметри	$D_{вн}$	мм	1000
7	Қайноқ иссиқлик ташувчи оқими (углеводород буғлари):			
	- массавий сарфи	$V_{хв}$	кг/соат	61898
	- ҳарорат, бошланғич/охирги	t_1/t_2	°С	165/152
8	Совутувчи агент (нефтгазоконденсат аралашмаси):			
	- сарфи	$V_{гв}$	м ³ /соат	137,385
	- ҳарорат, бошланғич/охирги	t_{61}/t_{62}	°С	49/96
9	Иссиқлик узатиш оэффиценти	K	Вт/(м ² К)	275
10	Қувурлар бўшлиғининг гидравлик қаршилиги	ΔP	кПа	295
11	Насоснинг истеъмол қуввати	N	кВт	17

Бухоро НҚИЗ шароитида углеводород буғларини қувурли курилмада конденсациялаш пайтида иссиқлик алмашинувини жадаллаштиришнинг иқтисодий самарадорлиги (млн сўм) ҳайдаш жараёнида сув буғи ўрнига оғир нафта буғларидан фойдаланиш натижасида қўшимча тарзда маҳсулот ишлаб

чиқарилиши (оғир нафта, $K_v = 3,27\%$, 1701,5), иссиқлик алмашгич-конденсатор иссиқлик самарадорлигини ортиши (2635,88), янги қурилмани тайёрлашда металл сарфини қисқариши (2256 кг, 5,8) ва қурилмада буғларни конденсациялаш жараёнини жадаллаштириш ($K_Q = 23,26\%$) асосида аралашмани оғир нафта буғлари билан қиздириш пайтида иссиқлик сарфини қисқариши (2635,88) натижасида эришиладиган самаралар мажмуидан иборат бўлиб, йилига 4546,23 млн сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

1. Бензин фракциясининг $20\div 180^\circ\text{C}$ ҳароратлардаги асосий хосса кўрсаткичларининг чегаравий қийматлари ўрнатилди: зичлиги ($\text{кг}/\text{м}^3$) суюқлик ҳолатида $759\div 635$ ва буғ фазасида $1.0\div 1.14$ (0.3 МПа); қовушқоқлиги $1.0\div 0.1$ $\text{мм}^2/\text{с}$ суюқлик фазасида ва буғ ҳолатида эса - $\mu_6 = (7.8\div 13)\cdot 10^{-6}$ $\text{Па}\cdot\text{с}$, $\nu_6 = (7.8\div 11.6)\cdot 10^{-6}$ $\text{м}^2/\text{с}$; иссиқлик сиғими - $2.05\div 2.96$ $\text{кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; буғланиш (конденсацияланиш) иссиқлиги - $359.2\div 198.6$ $\text{кЖ}/\text{кг}$; энтальпияси ($40\text{-}180^\circ\text{C}$) суюқлик - $40\div 464$ $\text{кЖ}/\text{кг}$ ва буғ ҳолатида $401\div 741$ $\text{кЖ}/\text{кг}$; иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти - $0.16222\div 0.15054$ $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

2. Сув ва нефт фракциялари буғларининг конденсацияланиш иссиқликлари нисбати углеводород буғларини конденсацияланиш жараёнида иссиқлик алмашинувини жадаллаштиришнинг технологик асоси эканлиги кўрсатилди. 250 кПа ва $200\div 250^\circ\text{C}$ чегараларда бензин фракцияси буғларини конденсациялаш жараёнида иссиқлик алмашинувини жадаллаштириш даражаси $7,8$ эканлиги белгиланди.

3. $50\div 250$ кПа босимларда бензин буғларини конденсацияланиш ҳароратини тажриба қурилмасининг қувурлари узунлиги бўйлаб тақсимланиш характерига асосланиб, конденсаторларнинг рационал иссиқлик узатиш юзасини аниқлаш методикаси тавсия этилди; буғ сарфини ортиши билан вертикал конденсаторнинг иссиқлик самарадорлиги $12,1\%$ га ортиши аниқланган.

4. Конденсацияланаётган бензин фракцияси буғлари иссиқлиги билан нефтни қиздириш интенсивлиги, жараён параметрларидан келиб чиқиб, 43% ни ташкил этиши аниқланди.

5. Хомашёни углеводород буғларининг конденсацияланиши яхшиланган шароитларда қиздириш учун пастки қувурлар панжараси қия ишланган қобик-қувурли иссиқлик алмашинуви қурилмасининг интенсив конструкцияси ишлаб чиқилган.

6. Оғир нафта буғларини конденсациялаш учун Бухоро НҚИЗ 10Е03 таянч иссиқлик алмашгич-конденсаторига нисбатан $37,4\%$ самарали қобик-қувурли конденсаторнинг асосий конструктив-технологик параметрлари аниқланган.

7. БНПЗ шароитида конденсацияланаётган оғир нафта буғлари иссиқлиги билан $30\%Н+70\%ГК$ аралашмасини қиздириш жараёнини жадаллаштириш услубини ишлаб чиқаришга жорий этишдан қутиладиган йиллик иқтисодий самарадорлик $4546,23$ млн сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ БУХАРСКОМ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ШАРИПОВ КОЗИМЖОН КОМИЛЖОНОВИЧ

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНДЕНСАЦИИ
УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПАРОВ В ТРУБЧАТЫХ АППАРАТАХ**

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 под номером B2021.4.PhD/T1912.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии АН РУз.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.bmti.uz) и информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель: Худайбердиев Абсалом Абдурасулович
доктор технических наук, с.н.с.

Официальные оппоненты: Рахмонов Тойир Зойирович
доктор технических наук, доцент

Жумаев Каюм Каримович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: Навоийский государственный горный институт

Защита диссертации состоится «10» сентября 2022 г. в «14⁰⁰» часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 при Бухарском инженерно-технологическом институте. (Адрес: 200117, г. Бухара, ул.К.Муртазаева, дом 15. Тел.: (+99865) 223-78-84; факс: (99865) 223-78-84, E-mail: bmti_info@edu.uz).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Бухарского инженерно-технологического института за №363, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (Адрес: 200117, г.Бухара, ул.К.Муртазаева, дом 15. Тел.: (+99865) 223-78-84).

Автореферат диссертации разослан «19» февраля 2022 года
(реестр протокола рассылки №4 от «31» января 2022 года)



Н.Р. Баракаев
Председатель научного совета по
присуждению ученой степени,
д.т.н., профессор

Р.Р. Хайитов
Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученой степени д.т.н., ст.науч.сот.

Ш.М. Ходжиев
Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению
ученой степени к.т.н., доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире нефть и природный газ являются основными источниками производства энергии и моторного топлива. Продукты их переработки широко применяются во многих отраслях промышленности, транспорте, энергетике, сельском хозяйстве и в быту. Ввиду ограниченности разведанных объемов этих ресурсов, разработка новых технологий переработки жидких углеводородов, усовершенствование конструкции оборудования нефтеперегонных установок и выработка нефтепродуктов с улучшенными экологическими показателями, соответствующим международным стандартам, является важной задачей.

В мире ведутся обширные научные исследования, направленные на разработку новых, энерго- и ресурсосберегающих технологий глубокой переработки нефтяного сырья и высокоэффективных конструкций аппаратов для нефтеперегонных установок. В этом аспекте особое внимание уделяется совершенствованию процессов перегонки углеводородного сырья, интенсификации энергоемких процессов, в частности процессов тепло- и массообмена (ТМО) при конденсации паров, и разработке компактных конструкций интенсивных теплообменников-конденсаторов с учетом физико-химических и теплофизических свойств углеводородного сырья и его фракций.

В нашей республике большое внимание уделяют научно-практическим исследованиям, направленным на модернизацию нефтегазовой отрасли промышленности. На предприятиях отрасли осуществляются комплекс работ по внедрению инновационных технологий глубокой переработки сырья, расширению ассортимента и увеличению объема производства нефтепродуктов в соответствии с требованиями международных стандартов. Стратегией действий по дальнейшему развитию нашей республики определены задачи по модернизации и диверсификации промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленные на опережающее развитие высокотехнологичных отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, широкого внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий на практике¹. Поэтому повышение обеспечения эффективной работы технологических аппаратов, сокращения расхода энергии и ресурсов в экономике, интенсификации процесса конденсации углеводородных паров в аппаратах переработки сырья нефтегазовой промышленности, широкого внедрения энергосберегающей техники и технологий в производстве приобретает важное научно-практическое значение.

Результаты данного диссертационного исследования в определенной мере служат выполнению задач, предусмотренных в Постановлениях

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

Президента Республики Узбекистан ПП-3238 от 23 августа 2017 года «О мерах по дальнейшему внедрению современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий», ПП-2901 от 19 апреля 2017 года «О совершенствовании порядка организации проектных работ в нефтегазовой отрасли» и ПП-4077 от 25 декабря 2018 года «О мерах по ускорению процесса модернизации производственных мощностей, технического и технологического перевооружения отраслей промышленности» и в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. Над решением широкого круга научно-технических проблем по совершенствованию технологии, технологических процессов и оборудования для подготовки нефти к переработке, ее тепловой подготовки и перегонки занимались А.И.Александров, А.Н.Плановский, А.И.Скобло, С.А.Ахмедов, О.Ф.Глаголева, В.М.Капустин, А.К.Мановян, Н.Р.Юсупбеков, З. Салимов, Ш.М. Сайдахмедов, Б.Н. Хамидов, И.М. Сайдахмедов, А. Артиков, Ш.М. Гулямов, С.А. Абдурахимов, О.Р. Абдурахмонов, Т.З. Рахмонов, А.А. Худайбердиев и другие.

В результате проведенных ими исследований усовершенствованы технологии переработки жидких углеводородов, развиты теоретические основы технологических процессов, разработаны способы их интенсификации, уточнены методики расчета и проектирования аппаратов, обоснован способ применения альтернативного теплоносителя взамен водяного пара в процессе перегонки нефти и с моделированы процессы ТМО в многокомпонентных жидких системах с последующим внедрением этих разработок в нефтепереработку и в смежные отрасли промышленности.

Вместе с тем, в настоящее время ведутся исследования по разработке энергосберегающей технологии подготовки сырья к перегонке с применением паров топливных фракций, способов интенсификации процессов ТМО при конденсации паров топливных фракций и охлаждения дистиллятов, конденсирования вращающегося потока пара в межтрубном пространстве аппаратов и оптимального проектирования рабочей поверхности теплообменных аппаратов на основе распределения температуры теплоносителей по длине (высоте) труб и др.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии, в рамках прикладного проекта ФА-А13-140 «Разработка энергосберегающей технологии процессов нагревания углеводородного сырья для первичной перегонки путем оптимизации гидродинамических режимов» (2015-2017 гг.).

Целью исследования является интенсификация процесса конденсации углеводородных паров в трубчатых аппаратах нефтепереработки.

Задачи исследования:

выявление предельных значений физико-химических и теплофизических свойств теплоносителей (сырья и дистиллятов фракций) в жидком и паровом фазах при температурах $20\div 180$ °С и давлениях $50\div 250$ кПа;

изучение закономерностей распределения температуры теплоносителей по длине (высоте) труб при конденсации углеводородных и водяных паров в опытном кожухотрубчатом аппарате;

исследование влияния технологических параметров - температуры и расхода сырья в трубках, а также температуры, расхода и влажности пара в межтрубном пространстве на эффективность теплоотдачи (теплопередачи) в опытном трубчатом теплообменном аппарате;

определение степени интенсификации теплообмена при конденсации углеводородных паров в опытном трубчатом аппарате путём сравнения значений коэффициентов теплоотдачи (теплопередачи) в случаях применения углеводородного и водяного паров;

выявление рациональных тепловых режимов конденсации углеводородных паров в аппаратах с вертикальным и горизонтальным расположением труб;

изучение распределения температуры конденсации углеводородных паров по длине (высоте) труб опытного аппарата, с целью выявления оптимальной поверхности теплопередачи трубчатых конденсаторов;

разработка научно обоснованных рекомендаций по интенсификации теплопередачи в промышленных трубчатых конденсаторах;

выполнение теплового расчета процесса конденсации углеводородных паров в промышленном кожухотрубчатом аппарате;

оценка технико-экономической эффективности применения предлагаемого способа интенсификации теплообмена при конденсации углеводородных паров в условиях нефтеперерабатывающего завода.

Объектом исследования является нефть, газовый конденсат, нефтегазоконденсатная смесь и образуемые при их перегонке дистилляты топливных фракций в паровом и жидком состояниях.

Предмет исследования - процессы и аппараты тепловой подготовки нефтяного сырья при конденсации углеводородных паров.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы методы планирования экспериментов, компьютерной обработки опытных данных, определения физико-химических и теплофизических свойств углеводородного сырья и продуктов его переработки, моделирования и оптимизации технологических процессов, а также апробированные и общепринятые методики проведения опытов с использованием точных методов измерения и современных контрольно-измерительных приборов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

выявлена степень влияния показателей основных физико-химических и теплофизических свойств теплоносителей (сырья, дистиллятов фракций и их

паров) на эффективность теплоотдачи в опытном конденсаторе;

выявлены влияния температуры, давления и расхода конденсируемых углеводородных паров и нагреваемого потока сырья на эффективность теплоотдачи в трубном и межтрубном пространствах опытного аппарата;

выявлен характер распределения температуры конденсации углеводородных паров и тепловых коэффициентов по длине (высоте) труб опытного аппарата, способствующие выявлению оптимальной поверхности теплопередачи трубчатых конденсаторов;

обоснована степень интенсификации теплопередачи в опытном аппарате в зависимости от теплоты конденсации паров воды и углеводородного сырья при различных температурных режимах его работы.

разработана новая конструкция кожухотрубчатого теплообменника с нижней наклонной трубной решеткой для нагревания сырья при интенсивных условиях конденсации углеводородных паров;

Практические результаты исследования состоят в следующем:

установлены пределы изменения показателей физико-химических и теплофизических свойств нефтегазоконденсатного сырья и углеводородных теплоносителей в зависимости от температуры и давления в конденсаторе;

разработаны рекомендации по интенсификации процесса подогрева нефтегазоконденсатного сырья с использованием тепла конденсируемых углеводородных паров в промышленных трубчатых аппаратах, способствующие снижению расхода тепловой энергии;

разработана методика уточненного расчета и проектирования эффективной конструкции кожухотрубчатого теплообменника для подогрева нефтегазоконденсатной смеси при конденсации паров углеводородного сырья;

разработана новая конструкция теплообменника-конденсатора с нижней наклонной трубной решеткой и улучшенными гидродинамическими и тепловыми показателями.

Достоверность результатов исследования подтверждена согласованностью теоретических результатов с данными собственных экспериментов, приведенными в литературе опытными данными, результатами теоретических расчетов из литературных источников, а также результатами опытно-промышленного применения теплообменника, рассчитанного и с проектированного на основе проведенных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке способа интенсификации процесса подогрева нефтегазоконденсатной смеси при конденсации углеводородных паров фракций и уточненной методики расчета процесса конденсации паров в трубчатых аппаратах с учетом физико-химических и теплофизических свойств теплоносителей.

Практическая ценность результатов исследования обосновывается разработкой конструкции теплообменника, способствующего интенсивному подогреву нефтегазоконденсатной смеси парами углеводородных паров за счет наклонного исполнения нижней трубной решетки аппарата.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по интенсификации процесса конденсации углеводородных паров в трубчатых аппаратах:

кожухотрубный теплообменник для подогрева нефтегазоконденсатного сырья с использованием углеводородных теплоносителей включен в «Перечень перспективных разработок для реализации в 2022-2023 годах» АО «Узбекхиммаш» (справка № 44-794 АО «Завод Узбекхиммаш» от 12 ноября 2020 г.). В результате удалось повысить технологическую эффективность аппаратов на 12÷18 %; новый обессоливающий ингибитор марки ИОНХ-1 применен для очистки сточных вод в инновационном проекте И12-ФА-Т027 - «Разработка и внедрение технологии водоподготовки теплоэнергетических систем» (справка Академии Наук Республики Узбекистана № 4/1255-2548 от 17 ноября 2020 г.). В результате ускорен процесс теплообмена в системе циркуляции воды трубчатых устройств.

Апробация результатов исследования. Основные результаты данного исследования были обсуждены на 4 международных и 11 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 34 научных работ, из них 11 статей, в том числе 6 в зарубежных и 5 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций и получен 1 патент АИС Республики Узбекистан на полезную модель (№ FAR 00991).

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Объем диссертации составляет 103 страниц.

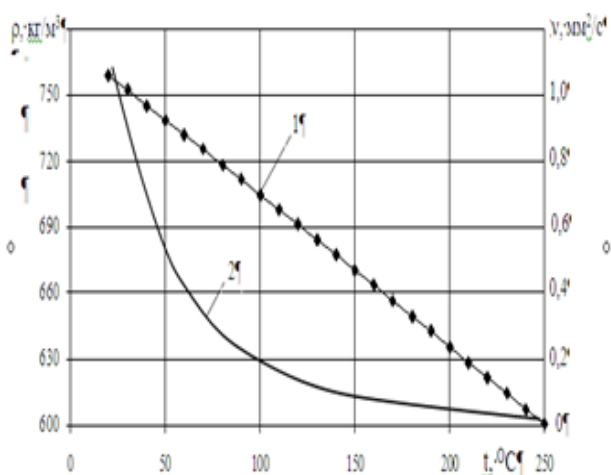
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в производство, апробации, об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Основы теории и практики теплообмена при конденсации паров в нефтепереработке**» подробно рассмотрены теория и практика теплообмена при конденсации паров в технологии нефтепереработки, анализированы конструктивные особенности различных типов кожухотрубчатых аппаратов нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) и методы интенсификации в них процесса конденсации. По итогам анализа материалов, приведенных в научно-технической литературе, сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации «**Расчетно-экспериментальное определение физико-химических и теплофизических свойств паров и дистиллятов фракций**» приведены методики определения и измерения физико-химических и теплофизических свойств теплоносителей - паров бензина и воды (контрольные) при температурах 20÷200°C.

Плотность и кинематическая вязкость пробы бензина измерены при 20÷98°C, что ограничена температурой кипения воды в термостате опытностенда. В данном диапазоне температуры плотность бензина составляет $\rho = 759 \div 635 \text{ кг/м}^3$, а его кинематическая вязкость $\nu = 1,0 \div 0,24 \text{ мм}^2/\text{с}$. При температурах свыше 100°C изменения значений вязкости и плотности бензина изучена расчётным путём. Из рис. 1 видно, что плотность



1 - плотность; 2 - кинематическая вязкость

Рис. 1. Изменение плотности ρ и вязкости ν газоконденсата от температуры

1 газоконденсата (аналога бензина в опытах) от повышения температуры при 20÷180°C снижается 700÷600,5 кг/м³ по наклонной кривой 1 (в 1,17 раза).

Кинематическая вязкость газоконденсата ν при 20÷100°C находится в диапазоне 1,03÷0,24 мм²/с (резко падает в 4,3 раза), а после 100°C темп снижения вязкости 2 (от 0,21 до 0,017 мм²/с) становится плавным. В целом, снижение расчетной величины кинематической вязкости газового конденсата при 20÷180°C составляет 60,5 раз.

Теплоемкость паров нефтепродуктов зависит не только от их химического их состава и температуры, но и от давления в аппарате.

С учетом характеристического фактора $K_n = 11,897$ и относительной плотности $\rho_{15}^{15} = 0,7667$ удельная массовая теплоемкость паров фракции бензина при 20÷200°C рассчитана по формуле Балке и Кея (табл. 1) и выявлено ее плавное повышение по наклонной линии от 2,06 до 2,97 кДж/кг К.

Таблица 1

Теплоемкость фракции бензина при температурах при 20÷200 °C

$t, ^\circ\text{C}$	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$C, \text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	2,05	2,10	2,15	2,20	2,25	2,30	2,35	2,40	2,45
$t, ^\circ\text{C}$	110	120	130	140	150	160	170	180	200
$C, \text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85	2,97

Теплота испарения фракции бензина r (кДж/кг) при 20÷200°C определена по формуле Крега. Как видно из табл. 2, с повышением температуры значения r для фракции бензина и его паров постепенно снижается.

Таблица 2

Теплота испарения фракции бензина и его паров при 40÷180 °С

$t, ^\circ\text{C}$	Молекулярная масса, M	Теплота испарения бензина r , кДж/кг		
		в жидкой фазе	в паровой фазе	в жидкой фазе
40	73,93	359,190	399,619	446,460
60	81,88	347,119	380,710	445,477
80	90,69	334,120	363,263	444,494
100	90,69	334,120	363,263	444,494
110	100,36	320,765	347,166	443,511
120	110,87	307,450	332,307	442,528
130	116,45	300,895	325,306	442,036
140	122,25	294,441	318,573	441,545
150	128,25	288,106	312,095	441,053
160	134,47	281,904	305,860	440,562
170	140,91	275,846	299,857	440,070
180	147,55	269,939	294,073	439,579

Значения коэффициента теплопроводности λ фракции бензина рассчитано по формуле Крэга. Данные табл. 3 показывают, что при 20÷180°С теплопроводность бензина постепенно снижается в 1,07 раза, от 0,16222 до 0,15054 Вт/(м К).

Таблица 3

Теплопроводность λ (Вт/м К) дистиллята фракции бензина при 20÷180°С

$t, ^\circ\text{C}$	20	30	40	50	60	70
$\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	0,16222	0,16148	0,16076	0,15966	0,15937	0,15871
$t, ^\circ\text{C}$	80	90	100	110	120	130
$\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	0,15806	0,15743	0,15681	0,15621	0,15563	0,15506
$t, ^\circ\text{C}$	140	150	160	170	180	
$\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	0,15451	0,15396	0,15344	0,15292	0,15242	

В третьей главе диссертации «**Интенсификации процесса конденсации углеводородных паров в кожухотрубчатых аппаратах**» приведены результаты экспериментов по изучению теплообмена при конденсации углеводородных и водяных паров. В опытной установке (рис. 2) изучены процессы конденсации паров воды и бензина с потоком холодной воды, а также процессы подогрева нефти и нефтегазоконденсатной смеси теплом конденсирующихся паров бензина.

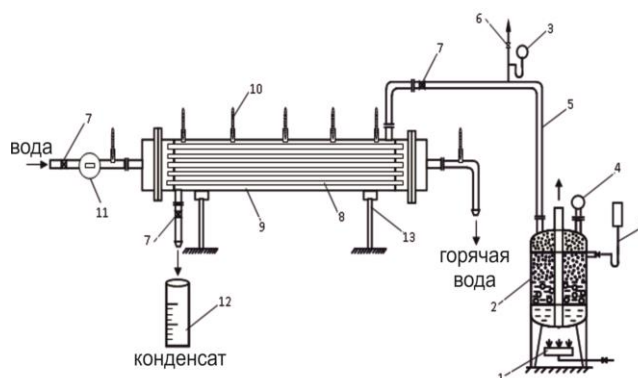


Рис. 2. Схема установки для исследования процесса конденсации паров

1 - горелка газовая; 2 - парогенератор; 3 - манометр; 4 - труба соединительная; 5 - вентиль продувочный; 6 - кожухотрубчатый конденсатор модульный; 7 - счетчик холодной воды; 8 - вентиль регулирующий; 9 - мерный бачок для сбора конденсата

В ходе опытов проведена сравнительная оценка времени достижения рабочего режима установки при использовании паров бензина и воды в качестве греющего агента, т.е. изучена динамическая характеристика процесса парообразования при давлении паров в системе до 250 кПа.

На рис. 3 показан темп изменение давления паров воды 1 (контрольная) и бензина 2 по времени в паровом генераторе. Выявлено, что при одинаковой тепловой производительности генератора давление паров бензина по сравнению с давлением водяного пара имеет более высокую величину.

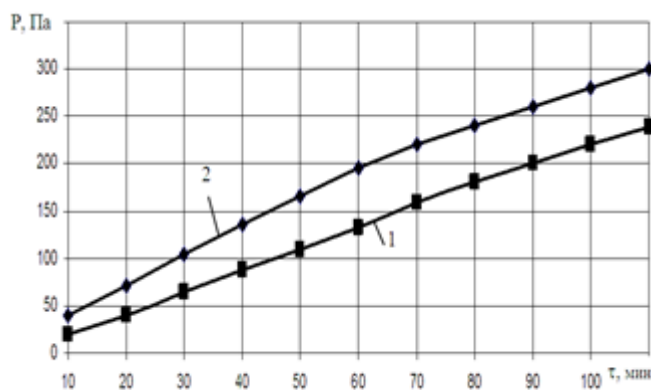


Рис. 3. Изменение давления паров воды 1 и бензина 2 по времени в парогенераторе

температуры конденсации t водяного пара по длине установки L при давлениях 50÷250 кПа. Как видно из графиков, в первой части кожуха аппарата температуры конденсации водяного пара 1 интенсивно падает до 35÷55 °С. Судя по графику, данный участок аппарата (до 1 м) является зоной активной конденсации пара, а во второй его части конденсат постепенно охлаждается до 20÷27°С.

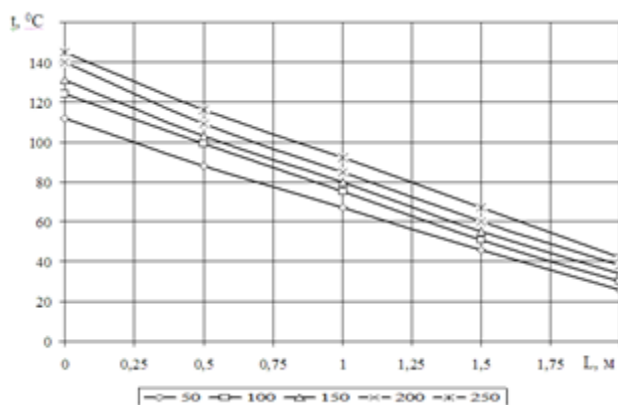


Рис. 4. Изменение температуры конденсации паров бензина по длине экспериментальной установки

Опыты показали, что при 40÷250 кПа разность между давлениями паров сравниваемых теплоносителей составляет 20÷60 кПа. При этом установлено, что в данном диапазоне давлений, при использовании паров бензина в качестве греющего агента, время выхода установки на рабочий режим сокращается на 10÷30 мин, чем в случае применения водяного пара.

На рис. 4 показаны изменения температуры конденсации t водяного пара по длине установки L при давлениях 50÷250 кПа. Как видно из графиков, в первой части кожуха аппарата температуры конденсации водяного пара 1 интенсивно падает до 35÷55 °С. Судя по графику, данный участок аппарата (до 1 м) является зоной активной конденсации пара, а во второй его части конденсат постепенно охлаждается до 20÷27°С.

Сопоставление опытных данных по конденсации паров показало, что пары бензина по сравнению с водяным паром имеют более высокую температуру конденсации при одном и том же значении давления в системе. При давлении 50 кПа разница в значениях температуры конденсации паров теплоносителей составляет 7°С, а при давлении 250 кПа - 20°С.

На рис. 5 изображены результаты измерения образуемого конденсата V (л) водяного пара 1 и паров бензина 2 по времени τ (мин) при 250 кПа. Крутизна кривой 2 подтверждает, что процесс конденсации паров бензина в аппарате протекает намного интенсивнее, чем конденсации водяного пара.

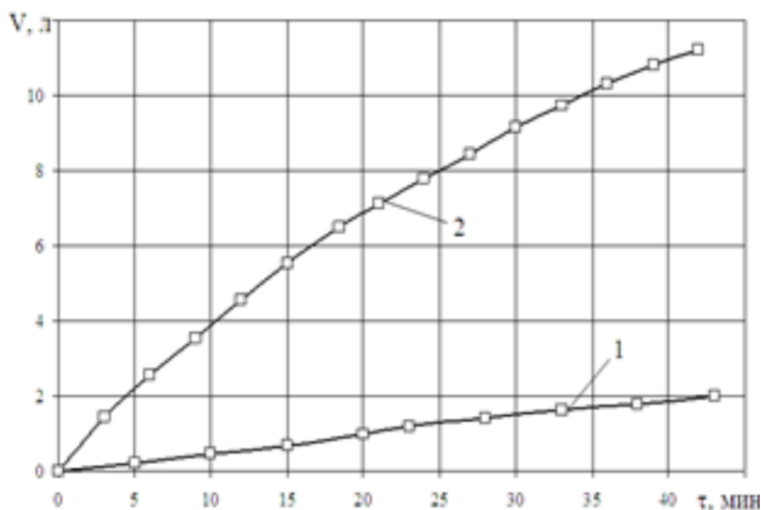


Рис. 5. Изменение объема конденсата паров воды 1 и бензина 2 по времени

Сравнение кривых рисунка показывает, что объем образованного конденсата паров бензина в 5÷6 раза больше, чем в опытах с водяным паром. Это объясняется тем, что теплота конденсации углеводородных паров значительно меньше теплоты конденсации водяного пара. Это и привело к увеличению производительности опытной установки

более чем в 5 раза.

Учитывая, что топливные фракции из ректификационной колонны установки первичной перегонки нефти выводятся при 100÷350°C, в табл. 4 приведены результаты расчетов теплота конденсации паров легких фракций.

Таблица 4

Теплота конденсации паров воды и углеводородного сырья

Температура, $t, ^\circ\text{C}$	Характеризующий фактор, K	Молекулярная масса фракций, M	Теплота конденсации паров, кДж/кг		Среднее значение $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$
			воды $r_{\text{вп}}$	бензина $r_{\text{уп}}$	
50	10,87	72,9	2380	302,3	7,8
100	11,41	98,1	2260	278,0	
100	11,41	98,1	2260	278,0	
150	11,90	129,6	2120	253,4	
200	12,35	168,3	1945	228,9	
250	12,77	214,6	1710	204,4	
300	13,16	275,6	1384	179,8	
350	13,53	347,0	881,2	155,3	

Как видно из табл. 4, с повышением температуры теплота конденсации паров теплоносителей снижается. При температурах свыше 250 °C это имеет существенное значение, особенно для паров бензина. Среднее значение соотношения $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ при 50÷350°C составляет 7,8.

На рис. 6 показан характер изменения соотношения $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ исследуемых теплоносителей в зависимости от температуры t . Как видно, с повышением температуры до 200°C соотношение $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ увеличивается почти прямолинейно и при 200°C оно достигает максимального значения, равное 8,5. В дальнейшем, с повышением температуры процесса величина соотношения $r_{\text{вп}}/r_{\text{уп}}$ резко снижается по параболическому закону. Это означает, что применение эффекта теплоты конденсации может быть существенным в определенном интервале температуры и давления в аппарате (например, при $P = 250$ кПа и $t = 200 \div 250^\circ\text{C}$).

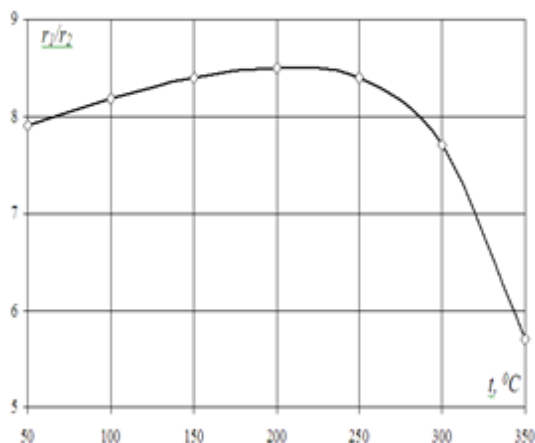


Рис. 6. Изменение соотношения теплоты конденсации паров воды и бензина $r_{вп}/r_{уп}$ в зависимости от температуры t

Таким образом, результаты исследований указывают на возможность эффективного использования конденсируемых паров легких фракций, выводимых из ректификационной колонны, для подогрева нефтегазоконденсатной смеси.

Проведены также эксперименты по изучению влияния влажности конденсируемых паров бензина на эффективность теплоотдачи при подогреве нефти в трубчатом аппарате. Эксперименты проведены под давлением 200 кПа, при влажности паров бензина $x = 0, 1,5, 2,5$ и $3,5$ % (об.)

на основании рекомендаций по определению расхода водяного пара на процесс перегонки жидких углеводородов.

В опытном аппарате проведены четыре серии экспериментов по нагреванию нефти с парами газового конденсата, являющейся по своей природе близким аналогом фракции бензина, имеющими различную степень влажности: 1- серия опытов: влажность $x = 0$ %, начальная температура нефти $t_{н1} = 44$ °C, температура подогретой нефти $t_{н2} = 109$ °C; температура конденсации пара $t_{гк1} = 123$ °C и температура охлажденных паров в конденсаторе $t_{гк2} = 80$ °C; 2- серия: $x = 1,5$ %, $t_{н1} = 31$ °C и $t_{н2} = 77$ °C; $t_{61} = 108$ °C и $t_{62} = 62$ °C; 3- серия: $x = 2,5$ %, $t_{н1} = 35$ °C и $t_{н2} = 76$ °C; $t_{61} = 106$ °C и $t_{62} = 49$ °C; 4 - серия: $x = 3,5$ %, $t_{н1} = 41$ °C и $t_{н2} = 78$ °C; $t_{61} = 110$ °C и $t_{62} = 44$ °C.

По расчетно-экспериментальным данным четырех экспериментов анализированы изменения значения коэффициента теплоотдачи от пара к стенке труб α_1 по длине аппарата. Результаты опытов показали, что с повышением влажности паров бензина значение коэффициента теплоотдачи α_1 по длине межтрубного пространства аппарата снижается. Наибольшее значение коэффициента $\alpha_1 = 75$ Вт/(м²·К) соответствует варианту опытов, когда нефть подогревается сухими парами бензина ($x = 0$). Выявлено, что дальнейшее повышения влажности пара от 1,5 до 3,5 % приводит к снижению значения коэффициента α_1 до 73,5 Вт/(м²·К).

В опытах нагревания нефти парами бензина различной влажности при описанных выше условиях наибольшее значение коэффициента теплоотдачи от стенки труб к нагреваемой нефти $\alpha_2 = 56,5$ Вт/(м²·К) соответствует также варианту опыта с использованием обезвоженных паров бензина ($x = 0$). В данном случае повышение влажности паров бензина до 3,5 % приводит к снижению значения коэффициента α_2 до 51 Вт/(м²·К).

Следовательно, пары обезвоженных дистиллятов бензиновой фракции могут быть успешно использованы в качестве греющего теплоносителя при нагревании нефтяного сырья.

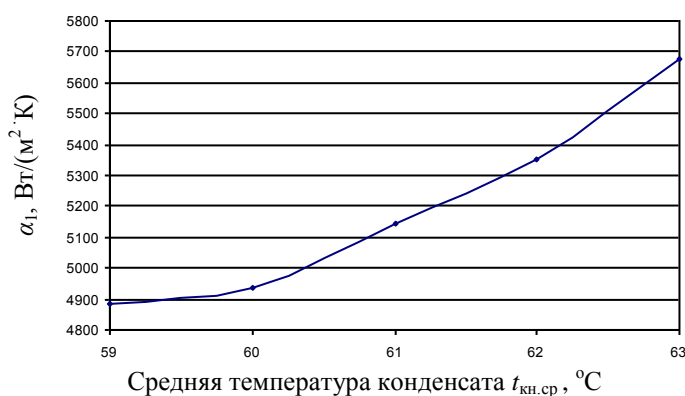


Рис. 7. Зависимость коэффициента α_1 от температуры конденсата $t_{кн.ср}$ в горизонтальном аппарате

На рис. 7 изображена кривая зависимости коэффициента α_1 от средней температуры конденсата $t_{кн.ср}$ в опытном горизонтальном конденсаторе. Как видно, с ростом значения $t_{кн.ср}$ от 59 до 63 °C в данной зоне конденсатора происходит плавное повышение коэффициента α_1 от 4882 до 5678 Вт/(м²·К), в 1,16 раза. Повышение температуры $t_{кн.ср}$

на 1 °C в данном интервале температур способствует росту коэффициента α_1 в горизонтальном трубчатом конденсаторе в среднем на 199 Вт/(м²·°C).

На рис. 8 изображена зависимость коэффициента α_1 при конденсации паров бензина от температуры конденсата $t_{кн.ср}$ в межтрубном пространстве опытного вертикального конденсатора. Из рисунка видно, что повышение температуры $t_{кн.ср}$ при 63÷70 °C приводит к увеличению значения коэффициента α_1 в данной части конденсатора от 325 до 586 Вт/(м²·К), что равносильно росту интенсивности теплоотдачи в аппарате в 1,8 раза.

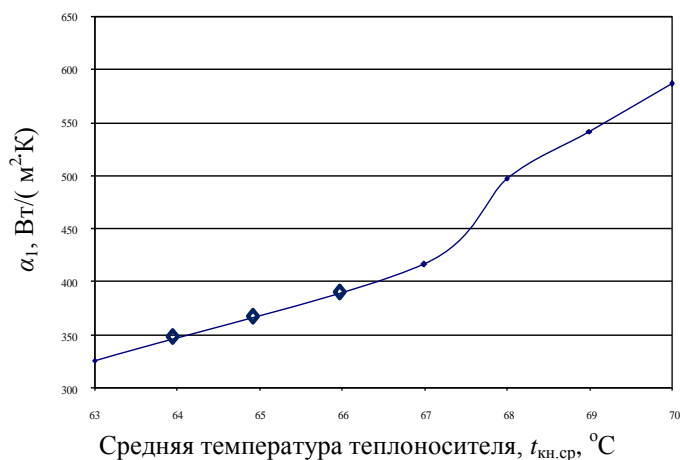


Рис. 8. Зависимость коэффициента α_1 от температуры конденсата $t_{кн.ср}$ в вертикальном аппарате

Характер кривой зависимости $\alpha_1=f(t_{кн.ср})$ на рисунке свидетельствует о резком повышении коэффициента теплоотдачи α_1 в кожухе аппарата, что свойственно процессу конденсации паров. При этом рост температуры конденсата $t_{кн.ср}$ на 1 °C в межтрубном пространстве вертикального аппарата повышает величину коэффициента α_1 в среднем на 37,3 Вт/(м²·К).

Таким образом, коэффициент теплоотдачи α_1 при конденсации паров бензина в опытном горизонтальном кожухотрубчатом аппарате в среднем в 9,7 раза выше, чем в вертикальном аппарате аналогичного типа. Однако, относительный темп повышения коэффициента α_1 в вертикальном аппарате на 55,2 % выше (1,8 раза по сравнению с 1,16 разом), чем в горизонтальном аппарате. Относительно высокие темпы повышения коэффициента α_1 в вертикальном конденсаторе объясняется влиянием условий конденсации на процесс, в

частности, отсутствием затопления нижней части труб накопленным слоем конденсата.

Степень интенсификации j процесса подогрева нефти при конденсации паров бензина выявлена путём сравнения расчетных значений коэффициента теплопередачи K_i при конкретных условиях опытов:

$$j_K = [(K_1 - K_2)/K_1] \cdot 100\% \quad (1)$$

В нижеследующей табл. 5 приведены результаты определения степени эффективности подогрева нефти парами бензина при усредненных расчетных значениях коэффициентов теплоотдачи α и теплопередачи K , применительно к одному из проведенных серий опытов.

Таблица 5

Эффективность нагревания нефти углеводородными парами в экспериментальном и промышленном теплообменниках

Технологический процесс	Температура теплоносителя, °С				Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи, Вт/(м ² ·К)		
	$t_{н1}$	$t_{н2}$	$t_{пар}$	$t_{кон}$	α_1	α_2	K
Подогрев нефти парами бензина в опытном трубчатом аппарате	103	119	160	110	107,3	293,4	78,6
- на промышленных аппаратах							15-70 (средн.45)
Степень эффективности процесса	$j_K = [(K_1 - K_2)/K_1] \cdot 100\% = [(78,6 - 45)/78,6] \cdot 100\% = 42,75 \%$						

Как видно, в данном случае степень интенсификации процесса подогрева нефти при конденсации паров фракции бензина составляет 43 %.

В четвертой главе диссертации «Технико-экономическое обоснование

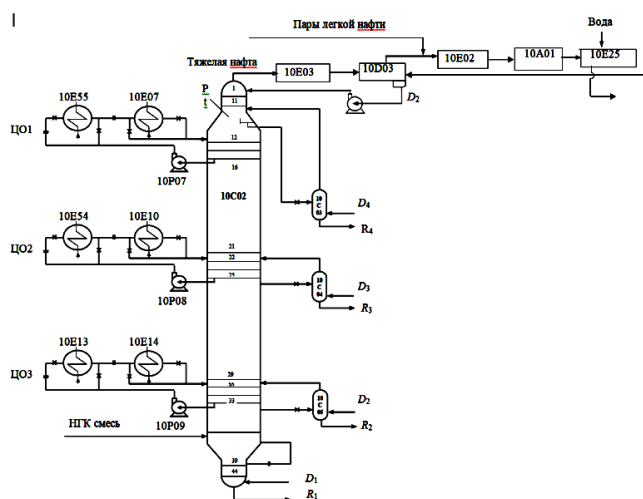


Рис. 9. Технологическая схема колонны первичной перегонки нефтегазоконденсатной смеси Бухарского НПЗ

интенсификации конденсации углеводородных паров в условиях НПЗ» приведены описание технологического этапа тепловой подготовки нефтегазоконденсатной смеси к перегонке и основные результаты технологических расчетов установки первичной перегонки нефти Бухарского НПЗ.

В состав нефтеперегонной установки (рис. 9) входят три блока теплообменников для подогрева рабочей смеси теплом горячих технологических

потоков, испаритель смеси, колонна предварительного фракционирования 10C01, ректификационная колонна первичной перегонки 10C02 с тремя

стриппинг-секциями для отпарки топливных фракций водяным паром, змеевиковая печь для нагрева подогретой смеси, аппараты воздушного и водяного охлаждения дистиллятов фракций, а также технологические насосы.

В перегонной колонне производится фракции тяжелой нефти (85-180°C), керосина (150-250°C, 145-300°C, 80-310°C, 110-310°C), лёгкого (160-250°C) и тяжелого (240-360°C) газойля, а также мазут (свыше 360°C). С учетом этого, проведен расчет материального баланса колонны атмосферной перегонки (табл. 6) в соответствии с технологическим регламентом производства. Эксплуатационная производительность установки по рабочей смеси - 105508,3 кг/ч (137,385 м³/ч), число рабочих дней установки в году $T = 340$ сут.

Таблица 6

Материальный баланс колонны атмосферной перегонки

Потоки	Обозначение	Выход, % масс.		Количество, кг/ч	
		на исходное сырье	на рабочую смесь	по проекту	по факту
Приход:					
Нефтегазоконденсатная смесь (с учетом потерь)	L_0	91,59	100,0	280607	105508
Расход:					
Бензиновая фракция	D_2	53,733	58,667	164622	61898
Керосиновая фракция	R_4	13,433	14,667	41156	15475
Фракция легкого газойля	R_3	10,38	11,333	31801	11957
Фракция тяжелого газойля	R_2	6,106	6,667	18708	7034
Мазут	R_1	7,938	8,667	24320	9144
Итого:		91,59	100,0	280607	105508

По данным табл. 6 выполнены расчеты материального и теплового балансов процесса подогрева нефтегазоконденсатной смеси 30 % Н+70% ГК при конденсации паров фракции тяжелой нефти из верха атмосферной колонны 10С02 и с проектирован промышленный конденсатор для паров легких фракций смеси.

Одним из простых и эффективных методов интенсификации теплообмена в вертикальных трубчатых аппаратах, повышающий их технологическую эффективность, является ускоренный отвод конденсата из межтрубного пространства, что достигнуто наклонным исполнением нижней трубной решетки в аппаратах. Определяя времени истечения конденсата из межтрубного пространства физической модели аппарата выявлена возможность интенсификации теплообмена при конденсации пара на 12÷18 %.

На основе результатов опытов разработана конструкция вертикального кожухотрубчатого теплообменного аппарата с повышенной эффективностью зоны конденсации пара, предназначенного для подогрева нефтяного сырья при конденсации паров фракций на внешней поверхности труб (рис. 10).

Предложенный аппарат отличающийся от известных устройств выполнением нижней трубной решетки 8 в виде наклонного эллиптического диска, жестко закрепленного к корпусу 1 под углом не более 45° по отношению к горизонтальной плоскости.

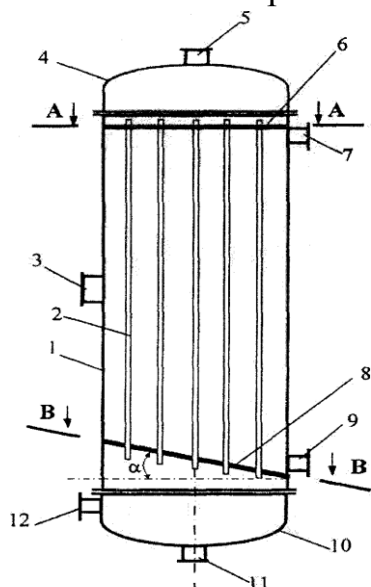


Рис. 10. Схема кожухотрубчатого аппарата

1 - цилиндрический корпус; 2 - теплообменные трубки; 3 - патрубок для подачи пара; 4 - крышка; 5 - патрубок для отвода подогретой жидкости; 6 - трубная решетка верхняя; 7 - патрубок для отвода газов; 8 - трубная решетка нижняя эллиптическая; 9 - патрубок для отвода конденсата; 10 - днище; 11 - сливной патрубок; 12 - патрубок для подвода холодной жидкости.

Предложенный аппарат, по сравнению с известными аппаратами с горизонтальной плоской трубной решеткой, обладает рядом преимуществ, такими как отсутствие затопления нижних участков труб большим объемом накапливаемого слоя конденсата, что особенно важно при работе с легко конденсируемыми парами фракций, увеличение эффективной высоты конденсации пара, улучшение условий проведения процессов ТМО при конденсации пара, снижение гидравлического сопротивления трубного пучка, интенсификация теплоотдачи со стороны пара и повышение технологической эффективности аппарата при интенсивных режимах его эксплуатации.

Разработана методика уточненного расчета процесса и аппарата для конденсации паров легких фракций нефтегазоконденсатной смеси с учетом технологических параметров и свойств подогреваемой смеси. Определены рациональные значения конструктивно-технологических и гидравлических параметров предлагаемого промышленного кожухотрубчатого конденсатора (табл. 7).

Экономический эффект от интенсификации теплообмена при конденсации углеводородных паров в трубчатом аппарате в условиях Бухарского НПЗ складывается из следующих статей (млн сум) - экономия от дополнительно производимой продукции за счет использования паров нефти взамен водяного пара при перегонке (тяжелая нефть, $K_v=3,27\%$, 1701,5), повышения тепловой эффективности теплообменника-конденсатора (2635,88), снижения металлоемкости нового аппарата (2256 кг, 5,8) и сокращения расхода тепла на подогрев смеси парами тяжелой нефти (1590,15 Гкал/г, 203,05) за счет интенсификации конденсации паров в аппарате ($K_Q = 23,26\%$) и составляет 4546,23 млн сум в год.

Таблица 7

**Конструктивно-технологические параметры предлагаемого
промышленного кожухотрубчатого конденсатора**

№ п.п	Наименование показателей аппарата	Обозначение	Единица измерения	Значение
1	Тепловая нагрузка	Q	кВт	5011,2
2	Поверхность нагрева	F	м ²	220,8
3	Диаметры теплообменных труб	$d_{вн}/d_{нр}$	мм	20/25
4	Длина одной трубы	l	мм	6000
5	Число теплообменных трубок			521
6	Внутренний диаметр кожуха	$D_{вн}$	мм	1000
7	Поток горячего теплоносителя (углеводородные пары):			
	- расход массовый	$V_{хв}$	кг/час	61898
	- температура, начальная/конечная	t_1/t_2	°С	165/152
8	Нефтегазоконденсатная смесь (охлаждающий агент):			
	- расход	$V_{гв}$	м ³ /час	137,385
	- температура, начальная/конечная	t_{61}/t_{62}	°С	49/96
9	Коэффициент теплопередачи	K	Вт/(м ² ·К)	275
10	Гидравлическое сопротивление трубного пространство	ΔP	кПа	295
11	Потребная мощность насоса	N	кВт	17

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлены предельные значения основных показателей свойств фракции бензина при 20÷180°С: плотности (кг/м³) в жидком (759÷635) и паровом (1,0÷1,14, при 0,3 МПа) фазах; вязкости 1,0÷0,1 мм²/с и его паров - $\mu_6 = (7,8 \div 13) \cdot 10^{-6}$ Па·с и $\nu_6 = (7,8 \div 11,6) \cdot 10^{-6}$ м²/с; теплоемкости - 2,05÷2,96 кДж/(кг·К); теплоты конденсации паров - 359,2÷198,6 кДж/кг; энтальпии (при 40÷180°С) в жидком - 40÷464 кДж/кг и в паровом фазах - 401÷741 кДж/кг; теплопроводности - 0,16222÷0,15054 Вт/(м·К).

2. Показано, что соотношение теплоты конденсации паров воды и нефтяных фракций является технологической основой интенсификации теплообмена при конденсации углеводородных паров. Выявлено, что при 250 кПа и 200÷250°С степень интенсификации теплообмена при конденсации паров фракции бензина составляет 7,8 раз.

3. Установлен характер распределения температуры конденсации паров бензина при давлениях 50÷250 кПа по длине труб опытного аппарата, способствующий выявлению рациональной поверхности теплопередачи конденсаторов; выявлено, что при повышенных расходах углеводородных паров тепловая эффективность вертикального конденсатора повышается на 12,1 %.

4. Выявлено, что степень интенсификации подогрева нефти теплом конденсируемых паров фракции бензина составляет 43%, в зависимости от параметров процесса.

5. Разработана конструкция интенсивного кожухотрубчатого теплообменного аппарата с нижней наклонной трубной решеткой для нагревания сырья при улучшенных условиях конденсации углеводородных паров.

6. Определены основные конструктивно-технологические параметры кожухотрубчатого конденсатора для паров тяжелой нефти, эффективного на 37,4 % чем базовый теплообменник-конденсатор 10E03 Бухарского НПЗ.

7. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения в производство способа интенсификации подогрева смеси 30%Н+70%ГК теплом конденсируемых паров тяжелой нефти в условиях БНПЗ составляет 4546,23 млн сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/30.12.2019.T.101.01 FOR AWARDING AN
ACADEMIC DEGREE AT THE BUKHARA ENGINEERING
TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY
ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

SHARIPOV KOZIMJON KOMILJONOVICH

**INTENSIFICATION OF THE CONDENSATION PROCESS OF
HYDROCARBON VAPORS IN TUBULAR APPARATUS**

02.00.08 - Chemistry and technology of oil and gas

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

Bukhara - 2022

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) is technical sciences is registered is the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2021.4.PhD/T1912.

The dissertation was completed at the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) posted on the web page of the Scientific Council at (www.bmti.uz) and the Information and educational portal "Ziyonet" (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant: **Khudayberdiev Absalom Abdurasulovich**
doctor of technical sciences, senior researcher

Official opponents: **Rakhmonov Toir Zoirovich**
doctor of technical sciences, associate professor

Jumaev Kayum Karimovich
candidate of technical sciences, associate professor

Leading organization: **Navoi State Mining Institute**

The defense will take place "10" *mart* 2022 y. at "14⁰⁰" hours at the meeting of the Scientific Council PhD.03 / 30.12.2019.T.101.01 at the Bukhara Engineering and Technological Institute (Address: Bukhara city, K. Murtazaeva str., 15. Tel. : (+99865) 223-78-84; fax: (99865) 223-78-84, E-mail: bmti_info@edu.uz.

The dissertation is registered in the Information Resource Center of the Bukhara Engineering and Technological Institute under No. 363, which can be found in the IRC (Address: 200117, city of Bukhara, K. Murtazoev st., Building 15. Tel. : (+99865) 223-78-84.

Abstract of dissertation sent out "19" *february* 2022
(mailing report No 4 from 31 January 2022)



N.R. Barakaev
Chairman of the Scientific Council for the award
of an academic degree,
Doctor of Technical Sciences, prof.

R.R. Khayitov
Scientific secretary of the Scientific Council for
Awarding Academic Degrees,
Senior Researcher

Sh.M. Xodjiyev
Chairman of the Scientific Seminar at the
Academic Council, awarding a scientific degree,
Candidate of Technical Sciences, Docent.

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work It is an intensification of the process of condensation of hydrocarbon vapors in tubular oil refining apparatuses.

The object of the study is oil, gas condensate, oil and gas-condensate mixture and distillates of fuel fractions formed during their distillation in vapor and liquid states.

The scientific novelty of the dissertational research work is as follows:

the degree of influence of the indicators of the basic physico-chemical and thermophysical properties of heat carriers (raw materials, distillates of fractions and their vapors) on the efficiency of heat transfer in an experimental condenser is revealed;

the effects of temperature, pressure and flow of condensed hydrocarbon vapors and the heated flow of raw materials on the efficiency of heat transfer in the tube and inter-tube spaces of the experimental apparatus are revealed;

the nature of the distribution of the condensation temperature of hydrocarbon vapors and thermal coefficients along the length (height) of the pipes of the experimental apparatus, contributing to the identification of the optimal heat transfer surface of tubular condensers, is revealed;

the degree of intensification of heat transfer in the experimental apparatus was established by comparing the heat of condensation of water vapor and hydrocarbon raw materials at different temperature conditions of its operation.

a new design of a shell-and-tube heat exchanger with a lower inclined tube grate for heating raw materials under intense conditions of condensation of hydrocarbon vapors has been developed;

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results on the intensification of the process of condensation of hydrocarbon vapors in tubular apparatuses:

shell-and-tube heat exchanger for heating oil and gas condensate using hydrocarbon coolants is included in the "List of promising developments for implementation in 2022-2023" JSC "Uzbekkimyomash zavod" (Reference from "Uzbekkimyomash zavod" dated November 12, 2020 No. 44-794). As a result, it was possible to increase the technological efficiency by 12÷18%;

new IONX-1 inhibitors were used for wastewater treatment in the innovative project "Development and implementation of water treatment technology for heat and power systems" (Reference of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan No. 4/1255-2548 dated November 17, 2001). As a result, tubular devices made it possible to speed up the heat exchange process in the water circulation system.

The structure and the volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and an appendix. The volume of the dissertation is 103 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Худайбердиев А.А., Шарипов К.К. Изучения процесса конденсации углеводородных паров в опытном кожухотрубчатом аппарате // Научно-технический журнал: Химическая промышленность. - Санкт-Петербург, 2017. -№1. - С. 40-44(02.00.00; № 16).

2. Худайбердиев А.А., Шарипов К.К., Исмоилов О.Ю., Мирзарахимов М.С. Распределение коэффициента теплопередачи по высоте вертикального кожухо-трубчатого конденсатора // Международный научно-технический журнал: Химическая технология. Контроль и управления.- Ташкент, 2017. - №2. -С. 69-73(02.00.00; № 10).

3. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А., Исмоилов О.Ю. Основные физико-химические и теплофизические свойства газового конденсата // Научно-технический журнал: Химическая промышленность. - Санкт-Петербург, 2017. - №3. - С. 143-146(02.00.00; № 16).

4. Худайбердиев А.А., Шарипов К.К., Исмоилов О.Ю., Худайбердиев Аб.А. Анализ распределения коэффициента теплопередачи при конденсации углеводородных паров по высоте трубчатого теплообменника // Научно-технический журнал: Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент, 2017. -№ 3. - С. 35-38 (02.00.00; № 7).

5. Худайбердиев А.А., Мирзарахимов М.С., Шарипов К.К., Исмоилов О.Ю. Анализ коэффициента теплоотдачи при конденсации углеводородных паров в опытном кожухотрубчатом аппарате // Научно-технический журнал: Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент, 2018. -№ 1. - С. 46-47 (02.00.00; № 7).

6. Хурмаматов А.М., Шарипов К.К. Расчет физико-химических свойств газового конденсата при температурах 20-250°C // Научно-технический журнал: Нефтепереработка и нефтехимия. - Москва, 2018. -№ 8. - С. 30-32(02.00.00, № 16).

7. Худайбердиев А.А., Мирзарахимов М.С., Шарипов К.К., Исмоилов О.Ю. Сравнительный анализ эффективности конденсации углеводородных паров в кожухотрубчатых аппаратах // Научно-технический журнал: Нефтепереработка и нефтехимия. - Москва, 2018. -№4. - С. 43-45 (02.00.00, №16).

8. Худайбердиев А.А., Шарипов К.К., Худайбердиев Аб.А., Исмоилов О.Ю., Рахимджанова Ш.А. Кожухотрубчатый теплообменник с эффективной зоной конденсации пара на поверхности труб // Научно-технический журнал: Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ. - Москва, 2020. - № 11. - С. 48-49 (02.00.00, № 16).

II бўлим (II часть; II part)

9. Салимов З.С., Худайбердиев А.А., Шарипов К.К. Изучение процессов конденсации водяного и углеводородных паров в двухтрубчатом теплообменнике // Узбекский химический журнал. - Ташкент, 2011. - № 2. - С. 59-62(02.00.00; № 6).

10. Салимов З.С., Худайбердиев А.А., Шарипов К.К., Хурмаматов А.М. Эффективное использование углеводородных паров в первичной перегонке нефтегазоконденсатного сырья // Журнал Нефти и газа Узбекистана. - Ташкент, 2011. - № 2. - С. 34-35 (02.00.00; № 7).

11. Патент РУз на полезную модель № FAP 00991. Кожухотрубчатый теплообменный аппарат // Салимов З.С., Худайбердиев А.А., Сайдахмедов Ш.М., Шарипов К.К. // Приоритет с 19.03.2013, зарегистрирован в гос. реестре ПМ РУз 08.01.2015.

12. Худайбердиев А.А., Шарипов К.К., Исмоилов О.Ю. Определение основных физических свойств газового конденсата при температурах 20-250°C // Научно-технический журнал: Нефтепереработка и нефтехимия. - Москва, 2017. - № 10. - С. 40-41 (02.00.00, № 16).

13. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А. Изучения процесса конденсации паров углеводородного сырья в трубчатом аппарате // Актуальные проблемы очистки нефти и газа от примесей различными физико-химическими методами: Сборник трудов республиканской научно-технической конференции. - Карши: Карши ДУ, 20-21 мая 2011. - С.49-50.

14. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А. Установка для изучения процесса конденсации углеводородных паров // Актуальные проблемы очистки нефти и газа от примесей различными физико-химическими методами: Сборник трудов республиканской научно-технической конференции. - Карши: Карши ДУ, 20-21 мая 2011. - С.54-55.

15. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А., Хурмаматов А.М. Сопоставительный анализ теплоты конденсации паров воды и углеводородного сырья // Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан: Сборник материалов конференции: - Нукус: КГУ им. Бердаха, 16-17 марта 2011. - С.110.

16. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А. Результаты экспериментальных исследований процесса конденсации углеводородных паров // Атроф-мухитни мухофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилон фойдаланиш: Республика ИТА материаллари тўплами. - Фарғона: ФарПИ, 2012. - 273-276 б.

17. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А., Мирзарахимов М.С., Шамшетов И. Изучение процесса конденсации углеводородных паров в кожухотрубчатых конденсаторах // Актуальные проблемы переработки нефти и газа Узбекистана: Инновационные технологии горнометаллургической отрасли: материалы научно-практической конференции. - Ташкент: ИОНХ АН РУз, 8-9 ноября 2012. - С. 218-222.

18. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А., Валиева Н.Р., Абдуллаева Ф.И., Ашуров Э. Расчет коэффициента теплоотдачи при конденсации углеводородных паров в опытном трубчатом аппарате // Инновационные идеи в производстве и образовании: Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции: - Бухара: БИТИ, 13-14 июня 2014 г. - С. 113-115.

19. Шарипов К.К., Балтабаева М.Ж., Онофрейчук А.О. Определение основных физико-химических и теплофизических свойств газового конденсата // Высокотехнологические разработки в производстве: Материалы республиканской научной конференция молодых ученых. - Ташкент, 2016. - С. 32-33.

20. Шарипов К.К., Балтабаева М.Ж., Онофрейчук А.О. Определение основных теплофизических свойств газового конденсата при температурах 20-250°C // Высокотехнологические разработки в производстве: Материалы республиканской научной конференция молодых ученых. - Ташкент, 2016. - С. 33-34.

21. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А. Распределение температуры конденсации углеводородных паров в кожухотрубчатом аппарате // Повышение эффективности процессов и аппаратов химической и смежных отраслях промышленности: Сборнике научных трудов международной НТК, посвященная 105-летию со дня рождения Плановского А.Н. - Т.1. - Москва, 8-9 сентября 2016 г. - С. 286-288.

22. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А. Установка для изучения процесса конденсации углеводородных паров // Кимёвий технология ва озиқ-овқат саноати корхоналарида ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштиришда инновацион ғоялар. Республика ИАА материаллари тўплами. I қисм. - Наманган: НамМТИ, 26-27 апрель 2016 й. - С. 273-275.

23. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А. Распределение температуры конденсации углеводородных паров в кожухотрубчатом аппарате // Кимёвий технология ва озиқ-овқат саноати корхоналарида ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштиришда инновацион ғоялар. Республика ИАА материаллари тўплами. I қисм. - Наманган: НамМТИ, 26-27 апрель 2016 й. - С. 246-248.

24. Шарипов К.К., Балтабаева М.Ж., Худайбердиев А.А., Абдураззакова Г.Т. Анализ коэффициента теплоотдачи при конденсации углеводородных паров // Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. - Тошкент, 2017. - С. 29-30.

25. Шарипов К.К., Балтабаева М.Ж., Маткаримова Н., Ганиев Ш. Теплофизических свойств газового конденсата при температурах 20-250°C // Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук: - Ташкент, 2017.- С. 31-32.

26. Шарипов К.К., Балтабаева М.Ж., Худайбердиев А.А. Изучение процессов конденсации водяного и углеводородных паров // Озиқ-овқат ва кимё саноатида чиқиндисиз ва экологик тоза самарадор технологияларни қўллаш: Республика ИАА материаллари тўплами. - Наманган: НамМПИ, 14 март 2017 й. - С. 195-196.

27. Шарипов К.К. The study of the processes of condensation of water and hydrocarbon vapors XXXVII international scientific and Practical conference «International scientific review of the problems and prospects of Modern science and education». 27-28 август 2017 г. - С.7-10.

28. Шарипов К.К., Содикова Н.У., Худайбердиев А.А. Сравнительный анализ эффективности конденсации углеводородных паров // Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов: Сборник докладов и тезисов II Международной НТК: - Бухара: БНПЗ, 19-20 октября 2017 г. - С. 275-277.

29. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А. Оптимизация процессов конденсации углеводородных паров // Химическая технология и экология в нефтяной и газовой промышленности: Материалы II Международной НПК: Булатовские Чтения: Сборник статей / Под общ. ред. проф. О.В. Савенок. В 5 т. - Краснодар: Юг, 31 марта 2018.- Т.5. - С. 333-337.

30. Шарипов К.К. Изучения процесса конденсации углеводородных паров // Химическая технология и экология в нефтяной и газовой промышленности: Материалы II Международной НПК: Булатовские Чтения: Сборник статей / Под общ. ред. проф. О.В. Савенок. В 5 т.- Краснодар: Юг, 31 марта 2018. - Т.5. - С. 349-351.

31. Шарипов К.К. Сравнительный анализ эффективности конденсации углеводородных паров // Химическая технология и экология в нефтяной и газовой промышленности: Материалы II Международной НПК: Булатовские Чтения: Сборник статей / Под общ. ред. проф. О.В. Савенок. В 5 т. - Краснодар: Юг, 31 марта 2018. - Т.5. - С. 352-355.

32. Шарипов К.К., Хожиева С.Н., Балтабаева М.Ж. Определение основных физико-химических свойств газового конденсата при температурах 20-250°C // Умидли кимёгарлар - 2018. XXXII Научно-технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. - Тошкент, 2018. - С.186-187.

33. Худайбердиев А.А., Шарипов К.К., Рахимжонова Ш.С. Об эффективности подогрева нефтяного сырья в трубчатых аппаратах под воздействием поля центробежных сил // Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии: Сборник докладов и тезисов международной научно-технической конференции. - Фергана: ФарПИ, 23-24 октября 2020 г. - С.507-511.

34. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А. Кожухотрубчатый теплообменник с эффективной зоной конденсации пара на поверхности труб // Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии: Сборник докладов и тезисов международной научно-технической конференции. - Фергана: ФарПИ, 23-24 октября 2020 г. - С. 511-514.

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

Босишга рухсат этилди: 07.02.2022 йил. Бичими 60x84 ¹/₁₆, «Times New Roman» гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 2,7 Адади: 100 нусха. Буюртма №66.

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

