

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**РАДЖИБАЕВ ДИЛШОД ПАТИДИНОВИЧ**

**НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТ АРАЛАШМАЛАРИНИ  
РЕКТИФИКАЦИЯЛАШ ЖАРАЁНИНИНГ ИССИҚЛИК  
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

**02.00.08 - «Нефть ва газ кимёси ва технологияси»**

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

**Фалсафа доктори (PhD) диссертация автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**  
**Content of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)**

**Раджибаев Дилшод Патидинович**

Нефтегазоконденсат аралашмаларини ректификациялаш  
жараёнининг иссиқлик самарадорлигини ошириш..... 3

**Раджибаев Дилшод Патидинович**

Повышение тепловой эффективности ректификации  
нефтегазоконденсатных смесей ..... 21

**Radjibayev Dilshod Patidinovich**

Improving the thermal efficiency of rectification of oil and gas  
condensate mixtures ..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works ..... 42

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**РАДЖИБАЕВ ДИЛШОД ПАТИДИНОВИЧ**

**НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТ АРАЛАШМАЛАРИНИ  
РЕКТИФИКАЦИЯЛАШ ЖАРАЁНИНИНГ ИССИҚЛИК  
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

**02.00.08 - «Нефть ва газ кимёси ва технологияси»**

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.4.Ph/T163 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Умумий ва ноорганик кимё институтида бажаришган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) «Ziyonet» ахборот таълими порталида ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлашган.

<b>Илмий раҳбар:</b>	<b>Худайбердиев Абсалом Абдурасулович</b> техника фанлари доктори, катта илмий ходим
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Фозилов Садриддин Файзуллаевич</b> техника фанлари доктори, профессор
	<b>Раҳмонов Тойир Зойирович</b> техника фанлари доктори, доцент
<b>Етакчи ташкилот</b>	<b>«O'ZLITINEFTEGAZ» АЖ</b>

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc 03/30.12.2019. T.04.01 рақамли Илмий кенгашнинг «22» 19 2021 йил соат 11:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил 100011, Тошкент шаҳри, Навоий кўчаси, 32-уй). Тел: (99871) 244-79-20; факс (99871) 244-79-17.

Диссертация иши билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (183 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил 100011, Тошкент шаҳри, Навоий кўчаси, 32-уй). Тел: (99871) 244-79-20; факс (99871) 244-79-17.

Диссертация автореферати 2021 йил «25» 11 кунга тарқатилади.  
(2021 йил «25» 11 рақамли реестр баённомаси)



**Туробжонов С.М.**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Қодиров Х.И.**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш котиби, т.ф.д., профессор

**Раҳмонбердиев Г.Р.**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш ҳузуридаги илмий семинар  
раислик қилувчи, к.ф.д., профессор

## **КИРИШ (фалсафа доктори диссертациясининг (PhD) аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Дунёда нефт хомашёсини ректификациялаш жараёнини такомиллаштириш ва нефтни ҳайдаш ускуналаридан чиқарилаётган қайноқ технологик оқимлар иссиқлигини тўлиқ утилизация қилишга асосланган энергия тежамкор технологияларни яратиш бўйича ҳозирги пайтда тадқиқотлар олиб борилмоқда. Шу ўринда углеводород хомашёларига иссиқлик ишлови бериб, уларни ҳайдаш босқичига тайёрлаш ва ишлаб чиқариладиган ёнилғи фракциялари сифатини яхшилашга оид технологик муаммолар ечимига алоҳида аҳамият берилмоқда. Шу сабабли, бирламчи ҳайдаш технологиясини такомиллаштириш ва углеводород хомашёсини ректификация йўли билан фракцияларга ажратиш аниқлигини орттириш масалалари халқаро стандартлар талабларига мос келувчи сифатли нефт маҳсулотлари ишлаб чиқаришда катта аҳамиятга эга.

Дунёда мотор ёнилғиси ишлаб чиқариш технологияси углеводородли хомашёни ўта қиздирилган сув буғи иштирокида мураккаб ҳайдашга асосланган бўлиб, ушбу катта миқдорда энергия талаб этадиган жараённи оптималлаштириш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада тарелкали ректификация колоннаси баландлиги бўйича буғ ва суюқлик фазалари ҳароратларининг тақсимланишини аниқлаш, сифатли дистиллят ажратиш олишнинг замонавий энергия тежамкор услублари ва қурилмаларини яратиш, уларни қўлланиш соҳаларини кенгайтириш, ҳамда технологик оқимларнинг гидродинамик режимларини ректификация колоннаси ишининг самарадорлигига таъсирини аниқлашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда нефтни бирламчи ҳайдаш технологиясини такомиллаштириш, ҳайдаш ускунаси самарадорлигини ошириш ва ректификация колоннасининг ихчам, интенсив конструкцияларини яратиш борасида муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришга йўналтирилган тармоқларни жадал ривожлантириш асосида саноатни сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш, уни модернизациялаш ва диверсификация қилиш»<sup>1</sup> бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан нефтни ҳайдаш ускунасининг иссиқлик ва гидродинамик режимларини оптималлаштириш, хомашёни қиздириш босқичида технологик оқимлар иссиқлигидан фойдаланиш улушини орттириш ва нефтни ҳайдаш ускунасининг асосий жиҳози - ректификация колоннасини унда амалга ошириладиган иссиқлик ва масса узатиш (ИМА) жараёнларини жадаллаштириш асосида модернизациялашга йўналтирилган илмий тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони

Фармони, 2017 йил 19 апрелдаги ПҚ-2901-сон «Нефт-газ тармоғида лойиҳалаш ишларини ташкил этиш тартибини такомиллаштириш», 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3238-сон «Замонавий энергия самарадор ва энергия тежайдиган технологияларни янада жорий этиш чора-тадбирлари» 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 фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга мазкур диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларни ривожланиши устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Углеводород хомашёсини қайта ишлаш технологиясини ривожлантириш, технологик жиҳозларнинг янги конструкцияларини яратиш ва мавжудларини такомиллаштириш, нефтни ҳайдаш жараёнларининг технологик режимларини мақбуллаштириш ҳамда моддий ва иссиқлик ресурсларини тежаш йўналишларида С.А. Ахмедов, О.Ф. Глаголева, В.М. Капустин, А.К. Мановян, С.А. Багатуров, А.И. Александров, А.И. Скобло, З. Салимов, Н.Р. Юсупбеков, А. Ортиқов, Р.Ч. Ли, Ш.М. Сайдахмедов, С.М. Турабжонов, С.А. Абдурахимов, Т.З. Рахмонов, О.Р. Абдурахмонов, А.М. Хурмаматов, А.А. Худайбердиев ва бошқалар тадқиқотлар олиб боришган.

Улар томонидан нефтни қайта ишлаш усуллари такомиллаштирилди, технологик жараёнларнинг назарий асослари ривожлантирилди, жиҳозларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш услублари аниқлаштирилди, нефтни ҳайдаш жараёнида углеводород буғларини қўллаш асослари шакллантирилди, кўп компонентли эритмалар ва суюқ углеводород аралашмаларини қиздириш, дистилляциялаш ва ҳайдаш жараёнларини моделлаштириш натижалари саноатга жорий этилди.

Бугунги кунда дунёда сув буғи ўрнига муқобил углеводородли иссиқлик ташувчиларни қўллаш технологиясини ишлаб чиқиш, юқори ҳароратда ректификация колоннасидан чиқарилаётган қайноқ технологик оқимлар иссиқлигидан самарали фойдаланиш, хомашё ҳароратини технологик зоналар баландлиги бўйича тақсимланиши асосида тезкор ИМА қурилмаларини лойиҳалаш ва ишлаб чиқаришга жорий этиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Шу билан бирга, суюқлик ва газ фазаларининг ўзаро таъсири асосида кечадиган ИМА жараёнларини жадаллаштириш йўли билан ректификация колонналари самарадорлигини ошириш бўйича ўтказиладиган тадқиқотлар суюқ углеводородларни фракцион ажратиш технологиясини мукамаллаштиришнинг устувор йўналишларидан ҳисобланади.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институти илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ, ФА-А13-Т001 «Масса алмашиниш жараёнларини

жадаллаштириш асосида нефт ва газ конденсати аралашмаларини ректификация қилишнинг юқори самарали технологиясини яратиш» (2012-2014 йй.), 7-ФА-О-10065- «Нефт ва газ конденсати аралашмаларини қуруқ ҳайдаш технологияси бўйича илмий-техник ҳужжатларни тайёрлаш ва унинг саноат тажриба синовларини ўтказиш» (2014-2015 йй.) мавзуларидаги амалий ва инновацион лойиҳалар ҳамда №13-16/7-396/031 - «Гидродинамик режимларни оптималлаштириш йўли билан стриппинг-колонналарда ёнилғи фракцияларини буғлатишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш ва жорий этиш» (2013-2015 йй.) хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** нефтни бирламчи ҳайдаш ускунасида нефтегазоконденсат аралашмасини ректификациялаш жараёнининг иссиқлик самарадорлигини оширишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

турлича нисбатлардаги таркибий компонентли нефтегазоконденсат аралашмаларининг фракцион таркибини аниқлаш;

хомашё ва фракция дистиллятларининг асосий физик-кимёвий ва иссиқлик физик хоссаларини 20÷200 °С ва 40÷300 кПа чегараларда тадқиқ этиш;

нефтегазоконденсат аралашмасини ҳайдаш жараёнида буғ ва суюқлик фазалари ҳароратларини тарелкали тажрибавий ректификация колоннаси баландлиги бўйича тақсимланишини ўрганиш;

технологик параметрлар (ишчи босим, аралашма таркиби, хом ашё ва флегма ҳароратлари ва сарфлари) ва оқимларнинг гидродинамик режимларини ректификация колоннаси ишининг самарадорлигига таъсирини тадқиқ этиш;

хомашёни ҳайдаш жараёнининг технологик ҳисобларини бажариш;

нефтегазоконденсат аралашмасини ректификациялаш жараёнининг ёнилғи фракцияларини ажратиш аниқлигини ошириш имконини берувчи иссиқлик режимини мақбуллаштириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш;

нефтни қайта ишлаш заводи (НҚИЗ) шароитида бирламчи ҳайдаш ускунасининг ректификация колоннаси иссиқлик самарадорлигини оширишнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида нефт, газ конденсати ва уларнинг турлича нисбатлардаги аралашмалари ҳамда хомашёни ҳайдаш жараёнида ҳосил бўладиган ёнилғи фракцияларининг буғ ва суюқлик фазаларидаги дистиллятлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** нефтегазоконденсат аралашмаларини углеводородли иссиқлик ташувчилар билан ректификациялаш жараёнлари ва қурилмалари ташкил этган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда тажрибаларни режалаштириш, нефт ва нефт маҳсулотлари хоссаларини аниқлаш, тажриба натижаларини компьютерда қайта ишлаш ҳамда ўлчашнинг аниқ усуллари ва замонавий ўлчов-назорат асбобларидан фойдаланиб тажрибалар ўтказишнинг умумқабул қилинган ва синалган услубларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

нефт ва унинг фракциялари дистиллятлари ҳароратларини ректификация колоннаси баландлиги бўйлаб тақсимланиш қонуниятлари аниқланган;

хомашё таркиби, ҳарорати ва сарфини ҳамда флегма сарфи ва ҳароратини ректификация жараёнининг иссиқлик самарадорлигига таъсири исботланган;

дистиллят фракцияларини ажратиш самарадорлигини ошириш имконини берувчи флегма сонининг оптимал қийматлари аниқланган;

нефтегазоконденсат аралашмасини углеводород буғлари билан ҳайдаш жараёнининг рационал технологик ва гидродинамик режимлари аниқланган;

нефтни бирламчи ҳайдаш ускунасининг ректификация колоннаси тубидаги клапанли тарелкани ағдарма типдаги тарелкага алмаштириш билан нефтегазоконденсат аралашмасини ректификациялаш жараёни такомиллаштирилган.

#### **Тадқиқотнинг амалий натижалари:**

нефтегазоконденсат аралашмалари ва дистиллятларнинг фракцион таркиби, асосий физик-кимёвий ва иссиқлик физик хоссаларини 20÷200 °С ва 40÷300 кПа да ўзгариш чегаралари аниқланган;

ректификация колоннасида нефт ва газ конденсати аралашмаларини фракцияларга ажратишнинг рационал технологик ва гидродинамик режимлари аниқланиб, унинг иссиқлик режимини ростлаш бўйича тавсия ишлаб чиқилган;

ректификация колоннасини туб қисмидаги клапанли тарелкани ағдарма типдаги тарелкага алмаштириб, нефтегазоконденсат аралашмасини ректификациялашнинг мақбул шароитлари яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** назарий натижаларни муаллифнинг экспериментал тадқиқотлари натижалари, адабиётларда келтирилган тажрибавий маълумотлар ва улардан фойдаланиб бажарилган назарий ҳисоблашлар натижалари билан ўзаро мослиги билан тасдиқланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ректификация колоннаси иссиқлик самарадорлигини оширишнинг илмий асосланган услуби аниқланганлиги ва ундан мақсадли фойдаланиб нефтегазоконденсат хомашёсини фракцияларга ажратишнинг энергия ва ресурс тежамкор режими ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ректификация колоннаси ва унинг циркуляцион суғориш контурларининг самарали иссиқлик режимлари аниқланганлиги, колоннани ишлатиш ва таъмирлаш шароитларини енгиллаштириш мақсадида унинг тубидаги клапанли тарелкани ағдарма типдаги тарелкага алмаштириш бўйича техник ечим берилганлиги ҳамда хомашё ва иссиқлик ташувчилар хоссаларини эътиборга олган ҳолда масса алмашиниш қурилмаларини рационал лойиҳалаш услубини ишлаб чиқишга ҳизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Нефтегазоконденсат аралашмаларини ректификациялаш жараёнининг иссиқлик самарадорлигини ошириш бўйича олинган илмий-амалий натижалар асосида:

нефтни бирламчи ҳайдаш ускунасида нефтегазоконденсат аралашмасини ректификациялаш жараёнининг иссиқлик самарадорлигини ошириш технологияси «Бухоро НКИЗ» МЧЖнинг «амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («Ўзбекнефтегаз» АЖнинг 2021 йилни 9



сентябридаги 03-17-5/132-сон маълумотномаси). Натижада, ректификация колоннасининг иссиқлик самарадорлигини 20÷30 фоизга ошириш (3952 кВт), ҳарорат режимини рационал чегараларда ростлаш ва ишлаб чиқарилаётган нефт маҳсулотлари таннархини пасайтириш имконини берган;

ректификация колоннасининг туб қисмига ағдарма типдаги тарелка ўрнатиш билан такомиллашган нефтегазоконденсат аралашмасини ҳайдаш технологияси «Ўзбеккимёмаш заводи» АЖнинг «амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («Ўзбекнефтегаз» АЖнинг 2021 йилни 9 сентябридаги 03-17-5/132-сон маълумотномаси). Натижада, маҳаллий углеводород хомашёларини фракцияларга ажратувчи тарелкали ректификация колоннасининг янги самарали конструкцияларини лойиҳалаш, суъний босим ошиш жараёнини олдини олиш ва сувсизлантирилган нефт маҳсулотлари ишлаб чиқариш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқотнинг асосий натижалари 4 та халқаро ва 8 та республика илмий-амалий конференцияларида муҳокамадан ўтган ва маъқулланган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 26 та илмий иш, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссиясининг докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп эттириш учун тавсия этилган илмий нашрларда 9 мақола, шу жумладан 4 та хорижий ва 5 та республика журналларида чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 127 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация иши мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотни Ўзбекистон Республикасида фан ва технологиялар тарақиётининг устивор йўналишларга мувофиқлиги кўрсатилиб, унинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг аниқлиги асосланиб, уларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг апробацияси, чоп этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Суюқ углеводород хом ашёсини ҳайдаш назарияси ва амалиётининг ҳозирги ҳолати**» деб номланган биринчи бобида илмий-техник адабиётларда келтирилган нефтни ҳайдаш жараёни назарияси ва амалиёти, технологик параметрларни ректификация жараёни самарадорлигига таъсири, углеводород хомашёси ва фракциялари дистиллятларининг асосий хосса кўрсаткичларини аниқлаш формулалари, хомашёни бирламчи ҳайдаш босқичини амалга ошириш услублари ва уларни аппаратуравий шакллантиришнинг алоҳида хусусиятларига оид маълумотлар таҳлил қилинган. Адабиётларда келтирилган маълумотлар таҳлили натижалари асосида тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «Нефтегазоконденсат аралашмаси ва фракциялар дистиллятларининг хоссаларини ўрганиш» деб номланган номли иккинчи бобида хомашё (нефт, газ конденсати ва уларни аралашмалари) ва уни ҳайдаш жараёнида ҳосил бўлувчи дистиллятларнинг фракцион таркиби, асосий физик-кимёвий ва иссиқлик-физик хоссаларини аниқлаш натижалари баён этилган.

Ҳосил қилинган фракциялар дистиллятларининг таркиби ва сифат кўрсаткичларини қиёсий таҳлил қилиш мақсадида тажрибалар ГОСТ 2177-99 га мувофиқ, сув буғи (назорат) ва углеводород хомашёси буғларидан фойдаланиб, оддий ҳайдаш услубида ўтказилди (1-жадвал).

### 1-жадвал

#### 30%Н+70%ГК аралашмасини сув ва углеводород буғлари билан ҳайдаш орқали олинган фракцияларнинг физик хоссалари ва фракцион таркиби

№	Кўрсаткичлар номи	Атмосфера босими остида ҳайдаш пайтида олинган фракцияларнинг физик-кимёвий хоссалари					
		сув буғи билан			углеводород буғлари билан		
		бензин	керосин	дизель ёнилғиси	бензин	керосин	дизель ёнилғиси
1	20 °С ҳароратдаги зичлиги, кг/м <sup>3</sup>	740	790	820	735	785	815
2	Сув микдори, %	-	0,04	0,03	-	0,025	0,025
3	20 °С ҳароратдаги қовушқоқлиги, мм <sup>2</sup> /с	0,721	1,876	3,049	0,717	1,799	3,048
4	Фракцион таркиби:						
	- бошлангич қайнаш ҳарорати, °С	70	100	140	60	160	216
	10 %	78	160	160	70	184	234
	20 %	88	180	196	88	192	240
	30 %	92	190	204	92	196	244
	40 %	98	196	208	98	200	249
	50 %	102	206	217	102	205	253
	60 %	108	210	242	108	210	259
	70 %	115	218	257	115	216	264
	80 %	126	230	276	126	224	276
	90 %	160	240	296	160	238	286
	95 %	176	244	310	176	240	315
	- қайнашни тугаш ҳарорати, °С	178	244	342	176	240	340
5	Чиқиши, %	96,0	94	93,5	96,5	95,5	95,2
6	Қолдик, %	3,0	5,0	5,5	2,5	3,5	3,8
7	Йўқотилишлар, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

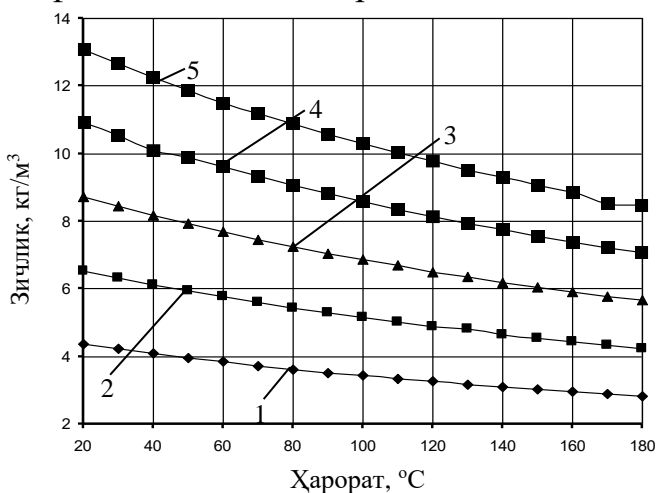
Тажрибалар натижалари 30%Н+70%ГК аралашмаси углеводород буғлари билан ҳайдалганда (сув буғи ишлатилган ҳолатга нисбатан) бензин (0,5 %) ва керосин (1,5 %) фракцияларини чиқиш фоизи ортишини, дизел ёнилғисини эса камайишини (-1,7 %) кўрсатди. Бу пайтда олинган дистиллятлар зичлиги ўртача 5 кг/м<sup>3</sup> га камайиб, уларни қовушқоқлиги ҳам пасаяди (мм<sup>2</sup>/с): бензин 0,04 га, керосин 0,077 га, дизел ёнилғиси қовушқоқлиги эса аксинча 0,001 га ортади.

Тажрибалар углеводород буғларидан фойдаланиб ҳайдаш ҳароратини  $2\div 4^\circ\text{C}$  га пасайтириш, дистиллятларни сувланиш эҳтимолини олдини олиш ва шу тариқа уларнинг сифат кўрсаткичларини яхшилаш мумкинлигини кўрсатди.

1-расмда 30%Н+70%ГК аралашмасини углеводород буғлари билан ҳайдаш жараёнида ҳароратни фракциялар чиқишига таъсири акс эттирилган. Дистиллятлар қайнаш ҳарорати эгри чизиқларининг ўзгариши характери жараён ҳароратини кўтарилиши билан фракциялар чиқиш фойзи ортиб боришини кўрсатади.

Углеводород хом ашёсининг зичлиги, қовушқоқлиги ва иссиқлик сифими ҳайдаш ускунаси технологик режимини танлаш, ИМА жиҳозларини ҳисоблаш ва лойиҳалашда муҳим аҳамиятга эга. Шу сабабдан хомашё ва фракцияларнинг ушбу хосса кўрсаткичларини жараён ҳарорати ва босимига боғлиқ ўзгариши ўрганилди.

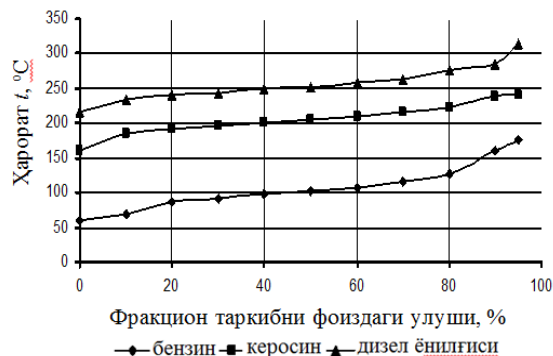
Нефт, газоконденсат ва улар аралашмалари зичлигини аниқлаш тажрибалари ГОСТ 3900-85 бўйича ареометрик усулдан фойдаланиб ўтказилди.  $20\text{-}200^\circ\text{C}$  ҳароратларда таркибида нефт миқдори кам бўлган 30Н+70ГК нефтегазоконденсат аралашмаси зичлиги  $786,57\text{-}635,02\text{ кг/м}^3$ , нефт миқдори кўп бўлган 70Н+30ГК аралашманинг зичлиги эса  $818,56\text{-}665,62\text{ кг/м}^3$  чегараларда камайд.



1- 100 кПа; 2 - 150 кПа; 3- 200 кПа;  
4 - 250 кПа; 5- 300 кПа

2-расм. Тажрибавий ректификация колоннасида бензин буғлари зичлигини  $20\div 80^\circ\text{C}$  ва  $100\div 300\text{ кПа}$  да ўзгариши

ўзгариш характери аниқланди (2-расм). Ҳисоблашлар ҳароратни 20 дан  $350^\circ\text{C}$  гача ортиши билан бензин, керосин ва дизел ёнилғиси фракциялари буғлари зичлиги мос равишда 1,54, 1,13 ва 1,17 марта камайишини кўрсатди. Бу пайтда ректификация колоннасида босимни 100 дан 300 кПа гача кўтарилиши ҳосил



1-расм. 30%Н+70%ГК аралашмасини углеводород буғлари билан ҳайдаш жараёнида ҳароратнинг фракциялар чиқишига таъсири

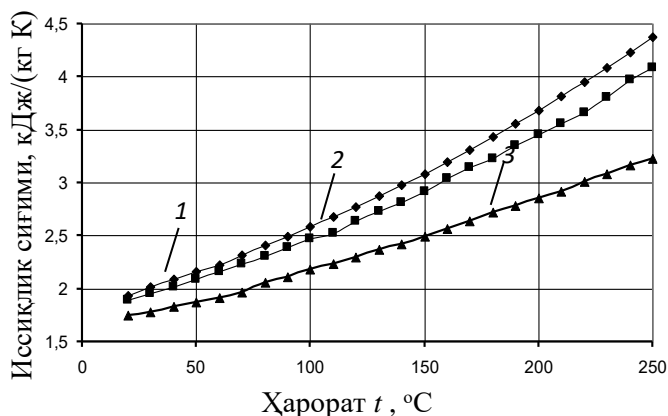
ҳисоблаш ва лойиҳалашда муҳим аҳамиятга эга. Шу сабабдан хомашё ва фракцияларнинг ушбу хосса кўрсаткичларини жараён ҳарорати ва босимига боғлиқ ўзгариши ўрганилди. Нефт, газоконденсат ва улар аралашмалари зичлигини аниқлаш тажрибалари ГОСТ 3900-85 бўйича ареометрик усулдан фойдаланиб ўтказилди.  $20\text{-}200^\circ\text{C}$  ҳароратларда таркибида нефт миқдори кам бўлган 30Н+70ГК нефтегазоконденсат аралашмаси зичлиги  $786,57\text{-}635,02\text{ кг/м}^3$ , нефт миқдори кўп бўлган 70Н+30ГК аралашманинг зичлиги эса  $818,56\text{-}665,62\text{ кг/м}^3$  чегараларда камайд.

Фракциялар буғларининг зичлиги  $\rho_r$  ( $\text{кг/м}^3$ ) ҳисоблаш-тажриба йўли билан  $100\div 300\text{ кПа}$  ва  $20\div 350^\circ\text{C}$  чегараларда, корхоналарда нефтни бирламчи ҳайдаш шароити ва ўтказилган тажрибалар соҳаларига мос ҳолатлар учун аниқланди.

Тажрибавий ректификация колоннасида ўтказилган тадқиқотлар натижаларига кўра бензин ( $20\div 180^\circ\text{C}$ ), керосин ( $190\div 250^\circ\text{C}$ ) ва дизел ёнилғиси ( $260\div 350^\circ\text{C}$ ) фракциялари буғлари зичлигини  $100\div 300\text{ кПа}$  босимларда ҳарорат таъсирида

бўлаётган барча енгил фракциялар буглари зичлигини ўртача 3 мартага оширади.

Нефт, газ конденсати ва уларнинг аралашмаларини кинематик қовушқоқлиги капилляр услубида, ВПЖ-4 вискозиметри воситасида, ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94) бўйича аниқланди. Ҳисоблаш-тажриба йўли билан уларнинг  $20 \div 200$  °С ҳароратлардаги қовушқоқлиги куйидаги чегараларда пасайиши аниқланди ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ): нефт -  $6,7 \div 0,3$ , газ конденсати -  $1,0 \div 0,1$  ва 30Н+70ГК аралашмаси -  $1,4 \div 0,06$ .



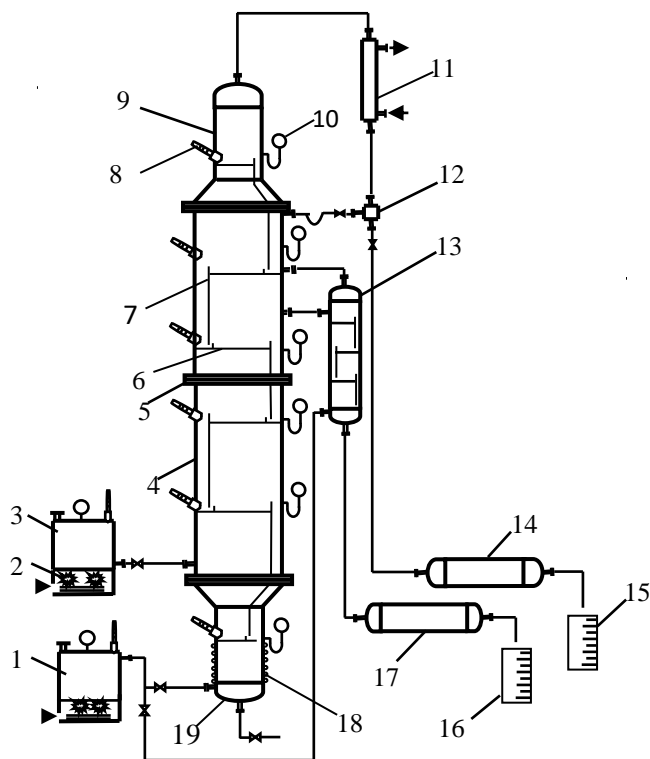
1 - бензин; 2 - керосин; 3 - дизель ёнилғиси  
**3-расм.  $20 \div 250$  °С ҳароратда 70%Н+30%ГК аралашмаси фракциялари дистиллятларининг иссиқлик сифимини ўзгариши**

Ҳисоблаш-тажриба йўли билан 30%Н+70%ГК аралашмаси фракциялари дистиллятларининг иссиқлик сифими жараён ҳароратини  $20 \div 250$  °С ҳароратларда кўтарилиши билан куйидаги чегараларда жадал ортиб бориши аниқланди ( $\text{кДж}/\text{кг}\cdot\text{К}$ ): бензин -  $1,938 \div 4,381$ , керосин -  $1,893 \div 4,087$ , дизель ёнилғиси -  $1,748 \div 3,231$  (3-расм). Расмдаги 1-3 эгри чизиқларнинг нисбий жойлашуви бензин фракцияси

иссиқлик сифимини бошқа фракциялар дистиллятлари иссиқлик сифимига нисбатан юқори бўлишини кўрсатади. Фикримизча, бу ҳолат нефтни ҳайдаш босқичида ИМА жараёнлари учун иссиқлик ташувчини танлашда амалий аҳамиятга эга бўлади.

Диссертациянинг «Тажриба ускунасида нефтегазоконденсат аралашмаларини ҳайдаш жараёнини тадқиқ этиш» деб номланган учинчи бобида нефтегазоконденсат аралашмасини ҳайдаш жараёнини ўрганиш учун яратилган тажриба ускунаси конструкцияси ва ишлаш принципи баён этилган. Ускуна асосан буг қозони, хом ашё учун қиздиргич, ректификация колоннаси, қувурли вертикал дефлегматор, фракциялар дистиллятлари учун сув совуткичлари ҳамда хомашё, дистиллятлар ва мазут учун ўлчовли идишлардан иборат (4-расм).

Ректификация колоннаси ( $D = 210$  мм) бешта клапанли тарелкалар билан жиҳозланган. Колонна бойитувчи ( $D_B = 150$  мм,  $n_T = 3$  та) ва куб қисмлари ( $D_K = 76$  мм,  $H = 760$  мм) ҳамда фланецлар воситасида бириктирилган учта секциядан иборат бўлиб, умумий баландлиги 2200 мм. Контакт тарелкаси ( $D_T = 210$  мм) бортли сегментсимон ясси диск шаклида ишланиб, унга бешта дискли клапанлар (40 мм) ўрнатилган. Ускуна ёпувчиростловчи элементлар ва асосий конструктив узеллардаги иссиқлик ташувчилар сарфи, ҳарорати ва босимини назорат қилувчи асбоблар билан бутланган.

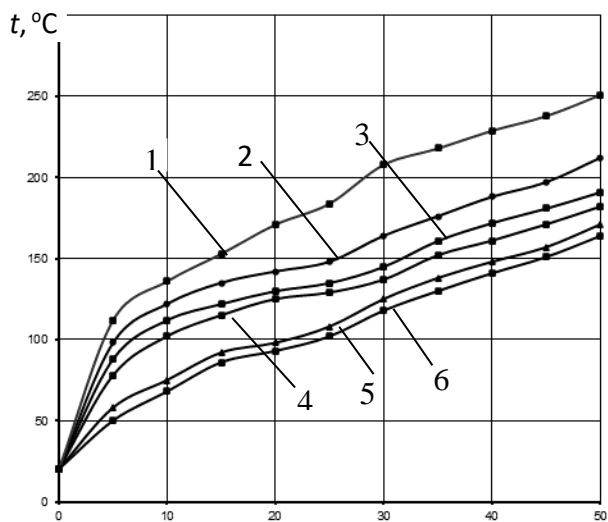


1- буғ қозони; 2 - газ горелкаси; 3 - хомашё қиздиргичи; 4 - ректификация колоннаси; 5 - фланецли бирикма; 6 - клапанли тарелка; 7- қуйилиш пластинаси; 8 - термометрлар; 9 - колоннанинг юқори қисми; 10 - манометрлар; 11 - вертикал дефлегматор; 12 - флегма ажратиш мосламаси; 13 - стриппинг-колонна; 14, 17 - сувли горизонтал совуткичлар; 15, 16 - ўлчов идишлари; 18 - электр қиздиргич; 19 - колоннанинг куб қисми

**4-расм. Углеводородли хомашёни хайдаш учун тажриба ускунаси схемаси**

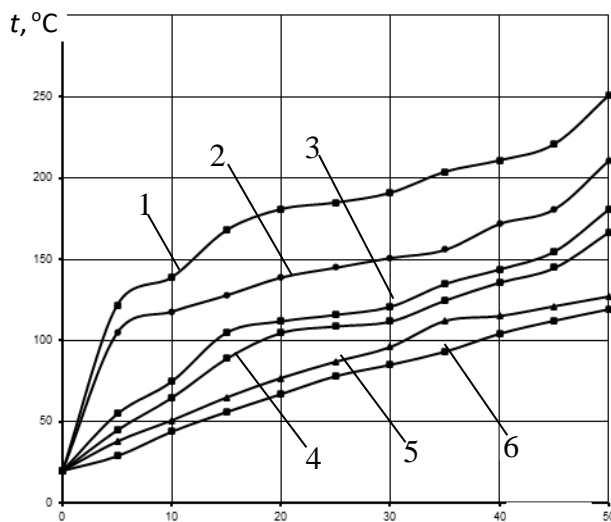
Буғ ва суяқ фазалари ўртасидаги иссиқлик алмашинишни жадаллаштириш йўлини топиш ва жараён ҳароратининг рационал чегараларини аниқлаш мақсадида

тажрибавий ректификация колоннаси ишчи зоналарида ўзаро таъсирлашувчи оқимлар ҳароратларининг тақсимланиши ўрганилди (5 ва 6- расмлар).



1- кубдаги нефт; 2,3,4,5 ва 6 - колонна тарелкаларидаги дистиллятлар

**5-расм. Нефть хом ашёсини углеводород буғлари билан хайдашда колоннадаги ҳароратни  $t$  вақт  $\tau$  бўйича ўзгариши**



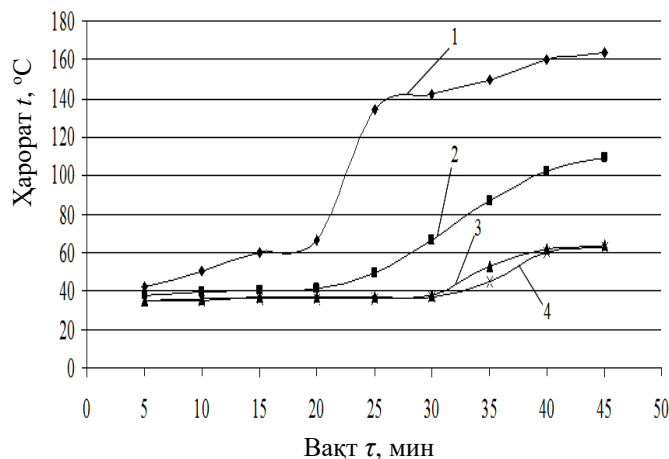
1 - кубдаги нефт; 2,3,4,5 ва 6 - колонна тарелкаларидаги дистиллятлар

**6-расм. Нефть хом ашёсини сув буғлари билан хайдашда колоннадаги ҳароратни  $t$  вақт  $\tau$  бўйича ўзгариши**

Углеводород буғлари (5-расм) ва сув буғи (6-расм) иштирокида нефтни колонна кубдаги  $T_1$  ва бешта тарелкасидаги дистиллятлар ҳароратларини  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  ва  $T_6$  (саноқ колонна қуйидан юқорига) вақт бўйича ўзгариш чизиқлари таққосланса, хомашёни углеводород буғлари воситасида хайдаш пайтида фракцияларни ажратиш давомийлигини қисқартириш имкониятлари мавжудлигини кўриш мумкин: бензин 20, керосин 10 ва дизел ёнилғиси 5 мин.

7-расмда ҳар учта секциясига бештадан дискли контакт тарелкаси ўрнатилган тажрибавий ректификация колоннасида нефт ва дистиллятлар оқимлари ҳароратларини вақт бўйича тақсимланиши тасвирланган. Расмдаги чизикларни мувоzanат ҳолатига қадар кўтарилиш характери кубдаги нефтни қайнаш нуқтасигача қиздириш жараёнида унинг таркибидан енгил фракцияларни буғланиш суръати билан изоҳланади.

Нефтегазоконденсат аралашмаларини ҳайдаш жараёнида буғлантирувчи агентнинг фракциялар чиқишига таъсирини аниқлаш бўйича ҳам тажрибалар (кубдаги хомашё ҳажми - 3,0 л, буғ сарфи - 3,5 %) ўтказилди (2 ва 3-жадваллар).



1 - кубдаги нефт; 2 - дизел фракцияси; 3 - керосин фракцияси; 4 - бензин фракцияси

**7-расм. Ректификация колоннаси кубини ва тарелкаларидаги нефт ва фракциялар дистиллятлари ҳароратларини вақт τ бўйича ўзгариши**

**2-жадвал**

**30%Н+70%ГК ва 70%Н+30%ГК аралашмаларини сув буғи билан ҳайдаш жараёнида фракциялар дистиллятларининг чиқиши**

№	Фракция	Қайнаш ҳарорати, °C	1- тажриба 30%Н+70%ГК		2- тажриба 70%Н+30%ГК	
			V, мл	чиқиш, %	V, мл	чиқиш, %
1	Бензин	қб-180	1560	52	1200	40
2	Керосин	180-240	455	15,17	450	15
3	Дизель ёнилғиси	240-350	460	15,33	490	16,33
4	Буғланиш	-	125	1,5	115	3,83
5	Қолдиқ	-	400	16	745	24,83
6	Σ	-	3000	100	3000	100

**3-жадвал**

**30%Н+70%ГК ва 70%Н+30%ГК аралашмаларини углеводород буғлари билан ҳайдаш жараёнида фракция дистиллятларининг чиқиши**

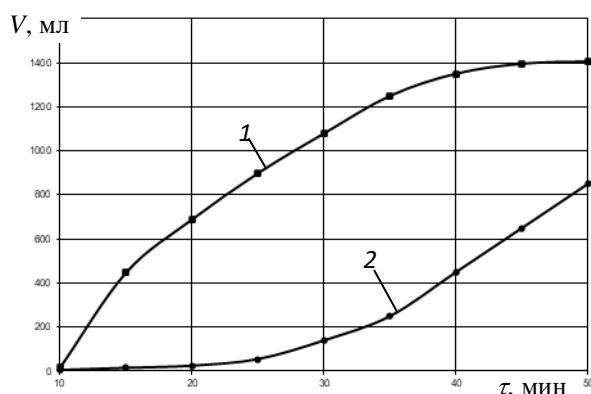
№	Фракция	Қайнаш ҳарорати, °C	1-тажриба 30%Н+70%ГК		2-тажриба 70%Н+30%ГК	
			V, мл	чиқиш, %	V, мл	чиқиш, %
1	Бензин	қб -180	1629	54,3	1335	44,5
2	Керосин	180-240	442,8	14,76	436,5	14,55
3	Дизель ёнилғиси	240-350	435,9	14,53	429,9	14,33
4	Буғланиш	-	39	1,3	112,2	3,74
5	Қолдиқ	-	453,3	15,11	686,4	22,88
	Σ	-	3000	100	3000	100

2 ва 3- жадвал маълумотларини таққослаб, сув буғи ўрнига углеводород буғлари ишлатилганда бензинни чиқиши 2,3÷4,5 % ортишига эришиш мумкинлигини кўрамыз. Бу пайтда керосин ва дизел ёнилғисини чиқиши мос равишда, 0,41÷0,5 ва 2,0 % га камаяди, мазут ҳажми эса 1,95 % га қисқаради.

Тажрибаларда жараён ҳароратини кўтарилиши фракциялар чиқишининг кўпайишига олиб келиши ҳам аниқланди. Масалан, нефт углеводород буғлари билан ҳайдалганда (ҳажми 4 л, кубдаги ҳарорат 251 °С) қайнаш ҳарорати 164-171 °С бўлган бензин фракцияси олинди, уни сув буғи билан ҳайдалганда эса бу фракцияни қайнаш ҳарорати 119-127 °С бўлди. Бу пайтда углеводород буғи иштирокида ўтказилган тажрибада ҳосил бўлган бензинни чиқиши  $(V_d/V_n)100 = (1405 \text{ мл}/4000 \text{ мл})100 = 35,1 \%$  ни, сув буғи билан ўтказилган назорат тажрибасида эса ушбу катталиқ  $(850 \text{ мл}/4000 \text{ мл})100 = 21,3 \%$  ни ташкил этди (8-расм).

Расмдан кўринадики, нефтни углеводород буғлари билан ҳайдаш пайтида ҳароратни жадал суръатларда кўтарилиши бензин фракцияси чиқишини ўртача 13,8 % га ортишига, жараён давомийлигини эса 5÷10 мин қисқаришига олиб келади. Бу эса нефтни углеводород буғлари билан бирламчи ҳайдаш босқичида ИМА жараёнларини жадаллаштириш имконияти борлигини кўрсатади.

Юқорида таъкидланганидек, зичлик ва қовушқоқлик ёнилғи фракциялари сифат кўрсаткичларини тавсифлайди. Шу мақсадда нефт, газ конденсати ва улар аралашмаларини сув ва углеводород буғлари воситасида ҳайдаш пайтида олинган бензин, керосин ва дизел ёнилғиси фракцияларининг зичлиги ва қовушқоқлиги 20 °С ҳароратда ўлчанди (4-жадвал).



8-расм. Нефтни углеводород 1 ва сув 2 буғлари билан ҳайдашда бензин фракцияси чиқишини  $V$  вақт  $\tau$  бўйича ўзгариши

4-жадвал

**Хомашё ва фракциялар намуналарининг сифат кўрсаткичлари**

№	Хомашё	Фракциялар	Фракциялар дистиллятларининг кўрсаткичлари			
			Сув буғи воситасида		Углеводород буғлари воситасида	
			$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\nu \cdot 10^{-6}$ , мм/с <sup>2</sup>	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\nu \cdot 10^{-6}$ , мм/с <sup>2</sup>
1	Газоконденсат	Бензин	735	0,65	730	0,69
		Керосин	780	1,01	770	0,92
		Дизел ёнилғиси (ДТ)	800	1,72	782	1,02
2	20%Н+80%ГК	Бензин	745	0,73	750	0,75
		Керосин	790	1,32	773	0,97
		ДТ	812	1,89	788	1,37
3	50%Н+50%ГК	Бензин	760	0,99	762	0,79

4-жадвал давоми

		Керосин	805	1,59	781	1,19
		Дизтопливо	818	2,25	800	1,65
4	80%Н+20%ГК	Бензин	780	1,32	772	0,87
		Керосин	818	1,88	787	1,46
		ДТ	824	2,65	814	2,13
5	Нефт	Бензин	792	1,69	778	0,99
		Керосин	820	2,87	805	2,08
		ДТ	830	2,99	822	2,51

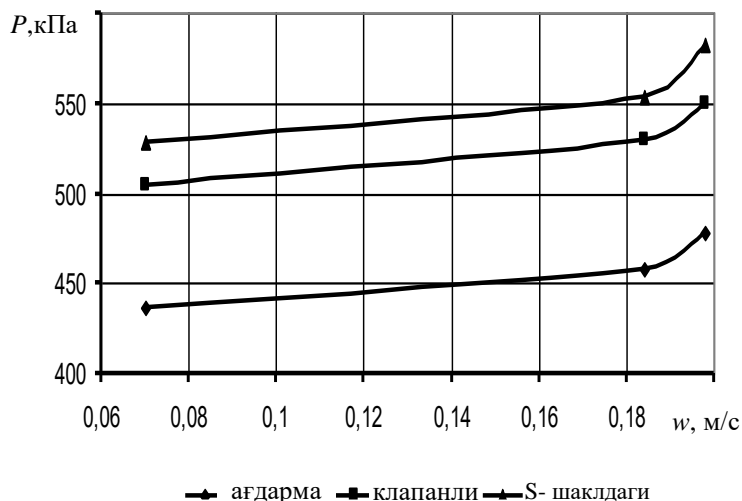
4-жадвал маълумотлари таҳлили углеводород буғлари воситасида ҳайдаб олинган фракциялар дистиллятларининг зичлиги ва қовушқоқлиги сув буғини қўллаб олинган дистиллятларнинг ушбу кўрсаткичларидан кичик бўлишини кўрсатади. Бу пайтда дистиллятлар зичликлари ўртасидаги фарқлар фракциялар бўйича куйидаги чегараларда бўлади: бензин учун  $-0,7 \div 1,8$  %, керосин учун  $-1,3 \div 1,8$  % ва дизель ёнилғиси учун эса  $+1 \div 2,3$  %.

Аралашмаларда нефт миқдорини ортиши билан дистиллятлар қовушқоқлигининг нисбатан нотекис ўсиши кузатилди. Углеводород буғлари билан ҳайдаб олинган дистиллятлар қовушқоқлиги қийматларининг чегаралари (назорат синовларига нисбатан) куйидагича ( $\nu$ , м/с<sup>2</sup>): бензин фракциялари учун  $0,65 \div 1,69$  дан то  $0,69 \div 0,99$  гача (ёки  $6,2 \div 30$  %), керосин фракциялари учун  $1,01 \div 2,87$  дан то  $0,92 \div 2,08$  гача (ёки  $9,8 \div 38$  %) ва дизель ёнилғиси учун  $1,72 \div 2,99$  дан то  $1,02 \div 2,51$  гача (ёки  $68,6$  дан то  $19,1$  % гача тушади).

Таъкидлаш лозимки, дистиллятларни 4-жадвалда келтирилган зичлиги ва қовушқоқлиги қийматлари уларнинг технологик регламентда белгиланган қийматлари чегараларига мос келади. Бу эса углеводородли хом ашё буғларидан фойдаланиб ректификация жараёни ҳароратини пасайтириш мумкинлигини ва хомашёни муқобил (сувсиз) ҳайдаш технологияси истиқболини кўрсатади.

Ишлаб чиқариш амалиётида ректификация колоннаси тубига ўрнатилган тарелка клапанларини қуюқ нефт билан тикилиб қолиш ҳолатлари мавжуд. Бунинг сабаби мазут, мумлар ва бошқа чўкиндиларни юқори ҳарорат таъсирида клапанлар ва тарелка юзаларига ёпишиб куйиши натижасида дашқол ҳосил бўлишидир. Натижада колоннанинг ушбу зонасида гидродинамик шароит ёмонлашади. Шу сабабдан, ректификация колоннаси куйи қисмини ишлатиш ва таъмирлаш шароитларини енгиллаштириш мақсадида бу зонадаги клапанли тарелкани ағдарма типдаги тарелкага алмаштириш ечими тавсия этилди. Бундай тавсия қўлланилаётган клапанли, муқобил S- шакли ва тавсия этилган ағдарма типлардаги контакт тарелкаларининг суяқлик-буғ аралашмаси оқимига кўрсатадиган гидравлик қаршиликларини таққослаш, уларни колоннадаги гидродинамик ва технологик режимларга кўрсатадиган таъсир даражасини баҳолаш асосида ишлаб чиқилди (9-расм). Расмдан кўринадик, ағдарма типдаги тарелка энг кичик қаршиликка эга бўлиб, у колонна туби қаршилигини орттирмайди ва ундаги гидродинамик шароитга таъсир этмайди.

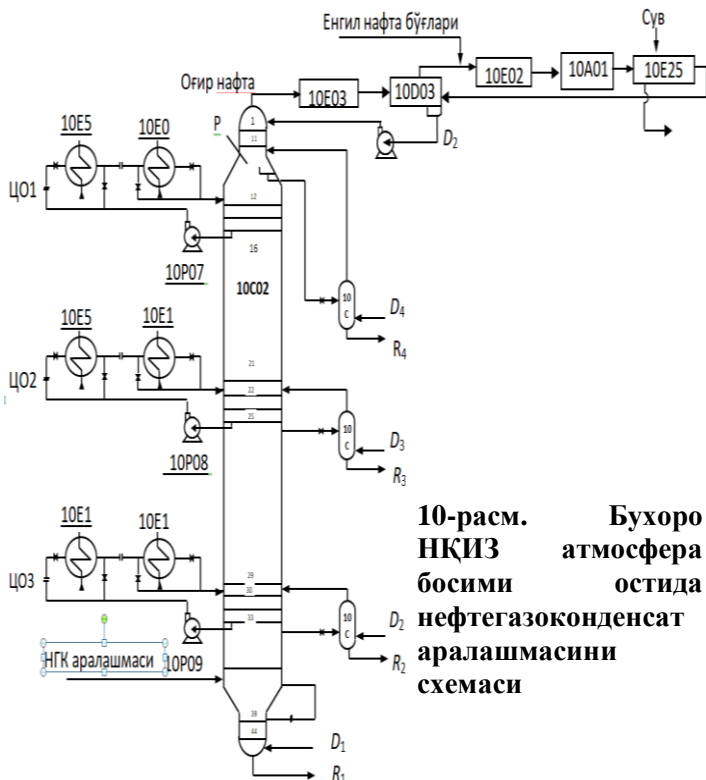




9-рasm. Клапанли, S-шаклли ва ағдарма типдаги тарелкалар гидравлик қаршилигини  $\Delta P$  колоннадаги суюқлик-буғ аралашмаси оқими тезлигидан  $w$  боғлиқ ўзгариши

радорлигини ошириш, унинг конструкциясини такомиллаштириш ва углеводород буғларидан фойдаланиб ҳайдаш жараёнининг иссиқлик ва гидродинамик режимларини яхшилаш борасида тавсиялар бериш бўйича ўтказилган тадқиқот натижаларини амалга ошириш жиҳатлари кўриб чиқилган.

30%Н+70%ГК аралашмасини бирламчи ҳайдаш ускунасининг технологик



10-рasm. Бухоро атмосфера босими нефтегазоконденсат аралашмасини схемаси

Тавсия этилган техник ечим клапанларни тарелка тешикларидан чиқариб олиш йўли билан амалга оширилади ва колонна туб қисмини ишлатиш ва таъмирлаш шароитини енгиллаштиради.

Диссертациянинг «Нефтегазоконденсат аралашмасини ректификациялаш жараёни иссиқлик самарадорлигини оширишнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари» деб номланган тўртинчи бобида Бухоро НҚИЗ шароитида мураккаб ректификация колоннасининг иссиқлик сама-

тизими (10-рasm), ускуна таркиби, жараёнларни амалга ошириш кетма-кетлиги ҳамда ёнилғи фракциялари ва мазутни тавсифлари келтирилган. Бирламчи ҳайдаш ускунасининг хомашёни дастлабки фракцияларга ажратиш 10C01 ва уни бирламчи ҳайдаш 10C02 колонналарининг моддий баланслари бажарилган.

Ишчи аралашма колоннага буғ-суюқлик оқими ҳолатида берилиши ва ҳайдаш даврида у оғир нафта, керосин, енгил ва оғир газойл фракцияларига ажратилишини ҳисобга олиб, 10C02 колоннасининг иссиқлик баланси тузилди (5-жадвал).

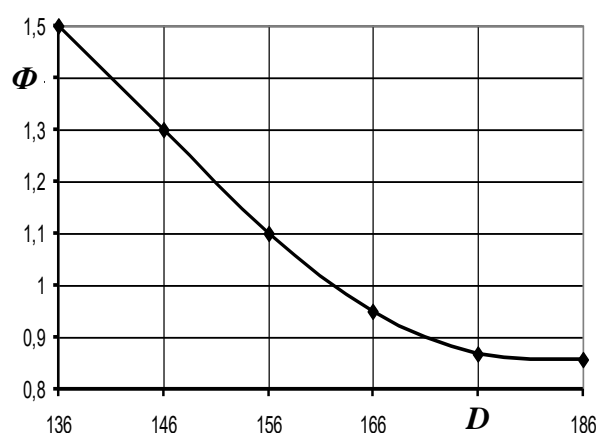
## 10C02 ҳайдаш колоннасининг иссиқлик баланси

Оқимларнинг номланиши	Массавий сарф, кг/соат	Ҳарорат, °С	Энтальпия, кЖ/кг	Иссиқлик миқдори, кВт
<b>Иссиқликни келиши</b>				
Ишчи аралашма:	105508,3			
а) буғ фазаси	103398,1	350	1126,05	32342,063
б) суёқлик фазаси	2110,2	350	921,647	540,239
Сув буғи	3446,7	350	3160	3025,436
<b>Жами</b>	<b>108955</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>35907,738</b>
<b>Иссиқликни сарфланиши</b>				
Оғир нафта $D_2$	61898	180 (453 К)	419,789	7217,805
Керосин $R_4$	15475	170 (443 К)	382,114	1642,559
Енгил газойл $R_3$	11957	235 (508 К)	547,318	1817,856
Оғир газойл $R_2$	7034	295 (568 К)	706,49	1380,403
Мазут	9144	325 (598 К)	751,541	1908,914
Сув буғи	3446,7	180	2837,89	2717,043
<b>Жами</b>	<b>108954,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>16684,58</b>

5-жадвал материаллари асосида ўта қиздирилган сув буғи билан бевосита колоннага киритилаётган иссиқлик миқдори 308,4 кВт ҳамда колонна юқори қисмини совутилган оғир нафта оқими билан бевосита суғориш ва учта оралик циркуляцион оқимлар (ПЦО) тизимлари орқали утилизация қилинадиган иссиқлик миқдори 19223 кВт аниқланган. Колоннани суғорувчи совутилган технологик оқимлар ҳисоби фракциялар дистиллятларини ректификация колоннасидан чиқариб олиш нуқталаридаги жараённинг моддий ва иссиқлик баланси тенгламаларини биргаликда ечиш асосида бажарилди.

Флегма сонини ректификация колоннаси самарадордлигига таъсирини белгилаш мақсадида, унда совутилган оқим билан суғориш жараёнини ташкил этилиши таҳлил этилди. Таҳлил колоннанинг технологик параметрлари ва амалдаги ишчи режими бўйича, 30%Н+70%ГК ишчи аралашма ва фракциялар хоссаларини эътиборга олиб, ҳисоблашлар йўли билан амалга оширилди.

Ректификация жараёнини амалга ошириш учун энергия сарфи ва колоннанинг режимли параметрларини аниқ ростлаш имконияти флегма сонидан боғлиқ бўлади. Шу сабабдан, флегма сонини нефтегазоконденсат аралашма-



11-расм. Нефтегазоконденсат аралашмасини ҳайдашда флегма сонини  $\Phi$  флегма сарфи  $D$  боғлиқ ўзгариши

сини бирламчи ҳайдаш самарадорлигига таъсирини белгилаш учун флегма сони  $\Phi$  ва флегма сарфи  $D$  ўртасидаги боғлиқлик таҳлил қилинди (11-расм).

Ҳисоблашлар колоннанинг юқори қисмини суғорувчи совутилган оғир нафта (флегма) сарфини  $D$  унинг ўрнатилган қийматига  $D_{он} = 61898$  кг/соат нисбатан каррали камайиши (1:2,5;  $61898 \div 24759$  кг/соат) ва уни уч маротаба-гача ортиши (3:1; 18569 кг/соатгача) ҳолатлари учун бажарилди.

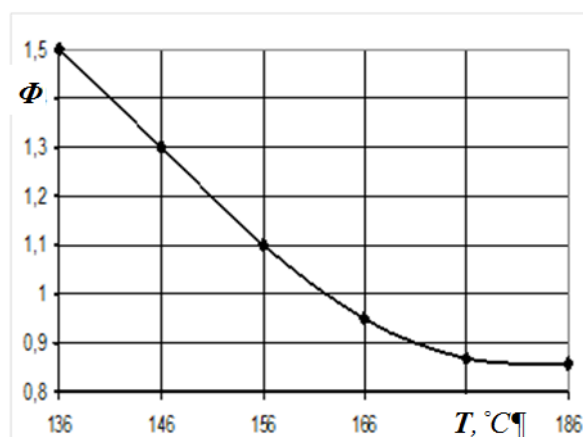
11-расмдан кўришиб турибдики, суғорувчи совуқ оқимнинг қуйи сарфида (номинал режимга нисбатан 2,5 марта кам бўлганда)  $\Phi_{max} = 2.3$ . Келгусида, суғорувчи оқим сарфининг ортиши билан, флегма сони қиймати  $\Phi_{min} = 0.79$  гача камаяди. Фикримизча, флегма сонини энг кичик қиймати  $\Phi = 0,8$  ва  $T_{01} = 180$  °С ҳароратли флегма оқими сарфи  $D_{он} = 123796$  кг/соат бўлган ҳолатни графикда ифодаловчи фарқли нуқта ректификация колоннаси юқори қисмини суғорувчи совуқ оқимнинг рационал режимини тавсифлайди.

Атмосфера босимида ҳайдаш колоннасининг юқорида келтирилган иш шароитларида флегма сони  $\Phi$  ва унинг ҳароратини ўзгариши ўртасидаги боғлиқлик ҳам таҳлил қилинди. Ҳисоблашлар флегма сарфини колоннада ўрнатилган қиймати  $D_{он} = 61898$  кг/соат ва суғорувчи оқим ҳароратини  $180 \div 136$  °С ораликда ўзгариш ҳолати учун амалга оширилди (12-расм).

Расмдан кўринадики, оғир нафта оқимининг бирламчи ҳарорати  $T = 176$  °С бўлганда флегма сонининг энг кичик қийматига  $\Phi = 0,86$  эришилади. Фикри-мизча, бу ҳолат колоннага қайтариладиган суюқлик ҳарорати 180 дан 136 °С гача ораликда ўзгариши пайтидаги совуқ суғоришнинг рационал режимини кўрсатади.

Колоннани совутувчи учта циркуляцион оқимлар ЦО1 (66377,2), ЦО2 (127629,4) и ЦО3 (63966,2) сарфлари (кг/соат) ҳам тегишли тарелкалар оралиғида жойлашган участкаларнинг моддий ва иссиқлик баланси тенгламаларини биргаликда ечиш асосида аниқланди, улар воситасида колоннадан ажратиб олинаётган ортиқча иссиқликнинг умумий миқдори  $Q_{цо} = 8927,34$  кВт ташкил этади.

Бухоро НҚИЗ шароитида нефтегазоконденсат аралашмасини ректификациялаш жараёнининг иссиқлик самарадорлигини оширишнинг технологик услубларини ишлаб чиқаришга жорий этишдан кутиладиган йиллик иқтисодий самарадорлик (млн. сўм) углеводород буғларини қўллаш (741,73), жараённинг иссиқлик режимларини яхшиланиши натижасида бензин фракцияси чиқишини ортиши (321,544) ҳамда ускунада ҳосил бўладиган нордон айланма сувларни тозалаш (74,82) ва нейтраллаш (1,273) харажатларини қисқариши натижасида эришиладиган самаралардан иборат бўлиб, 1139,367 млн.сўмни ташкил этади.



12-расм. Нефтегазоконденсат аралашмасини ҳайдашда флегма сонини  $\Phi$  суғорувчи оқим ҳароратидан  $T$  боғлиқ ўзгариши

## ХУЛОСА

1. 30%Н+70%ГК нефтегазоконденсат аралашмасини углеводород буғлари билан ҳайдаш (сув буғи билан ҳайдашга нисбатан) жараёнида бензин (+0,5 %) ва керосин (+1,5 %) чиқиши ортади; дизел ёнилғисининг чиқиши эса (-1,7 %) камаяди. Бу пайтда фракциялар дистиллятларининг зичлиги ўртача  $5 \text{ кг/м}^3$  га камаяди, уларнинг қовушқоқлиги ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ) пасаяди: бензин 0,04 га, керосин 0,077 га, дизел ёнилғисининг қовушқоқлиги эса 0,001 га ортади.

2. Нефтегазоконденсат аралашмаси, фракция дистиллятлари ва буғларининг асосий физик-кимёвий ва иссиқлик-физик хосса кўрсаткичларининг ҳарорат таъсирида ўзгариш чегаралари белгиланди: хомашё учун  $\rho = 842 \div 778 \text{ кг/м}^3$  и  $\nu = 0,78 \div 0,076 \text{ мм}^2/\text{с}^2$  ( $20 \div 150 \text{ }^\circ\text{Сда}$ ) ва  $c = 1,822 \div 2,855 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ,  $\lambda = 0,178 \div 0,156 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  ( $20 \div 250 \text{ }^\circ\text{Сда}$ ); дистиллятлар иссиқлик сиғими ( $20 \div 250 \text{ }^\circ\text{Сда}$ , кДж/кг·К): бензин -  $1,94 \div 4,38$ , керосин -  $1,89 \div 4,09$  ва дизель ёнилғиси -  $1,75 \div 3,23$ .

3. Ҳароратни  $20 \div 350 \text{ }^\circ\text{С}$  ораликда ортиши билан фракциялар буғларининг зичлиги камаяди: бензин 1,54, керосин 1,13 ва дизел ёнилғиси 1,17 маротаба. Бу пайтда колоннадаги босимни  $100 \div 300 \text{ кПа}$  чегараларда кўтарилиши билан фракциялар буғларининг зичлиги ўртача 3 марта ортади.

4. Моддий оқимлар ҳароратини ректификация колоннаси баланлиги бўйлаб тақсимланиши асосида нефтни углеводород буғлари билан ҳайдаш жараёнида ёнилғи фракциялари ишлаб чиқариш давомийлигини қисқартириш имконияти мавжудлиги аниқланди (мин): бензин 20, керосин 10 ва дизель ёнилғиси 5 мин.

5. Ректификация колоннасини эксплуатация қилиш, таъмирлаш ва ундаги гидродинамик шароитларни яхшилаш мақсадида колоннанинг туб қисмидаги клапанли тарелкани ағдарма типдаги тарелкага алмаштириш бўйича техник ечим тавсия этилди.

6. Ректификация колоннасининг юқори қисмини совутилган оғир нафта оқими билан суғоришнинг рационал режими (флегма сони  $0,8 \div 0,9$ , сарфи  $123,8 \text{ т/соат}$  ва ҳарорати  $176 \div 180 \text{ }^\circ\text{С}$ ) нефтегазоконденсат аралашмасини бирламчи ҳайдаш жараёни самарадорлигини 20-30 % ( $3952 \text{ кВт}$ ) га ошириши мумкинлиги аниқланди. Нефтегазоконденсат аралашмасини углеводород буғлари восита-сида ректификациялаш жараёнининг иссиқлик самарадорлигини оширишдан кутиладиган йиллик иқтисодий самара  $1139,4 \text{ млн. сўми}$  ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 03/30.12.2019.Т.04.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**РАДЖИБАЕВ ДИЛШОД ПАТИДИНОВИЧ**

**ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКТИФИКАЦИИ  
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СМЕСЕЙ**

**02.00.08 - «Химия и технология нефти и газа»**

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

**Ташкент – 2021**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2020.4.PhD/T163.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии АН РУз.  
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyounet» по адресу [www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)

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

**Официальные оппоненты:** Фозилов Садриддин Файзуллаевич  
доктор технических наук, профессор  
Рахмонов Тойир Зоирович  
доктор технических наук, доцент


**Ведущая организация:** «O'ZLITINEFTEGAZ» АЖ


Защита диссертации состоится «22» 12 2021 г. в «11<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета DSc 03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте. (Адрес: 100011, г.Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20; факс (99871) 244-79-17; e-mail: [tkti\\_info@edu.uz](mailto:tkti_info@edu.uz)).


Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № 183 с которой можно ознакомиться в ИРЦ (100011, г.Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел: (99871) 244-79-21.

Автореферат диссертации разослан «25» 11 2021 года  
(реестр протокола рассылки № \_\_\_ от «25» 11 2021 года



  
**Туробжонов С.М.**  
Председатель Научного совета по присуждению  
ученой степени, д.т.н., проф.

  
**Кодиров Х. И.**  
Член секретарь Научного совета по присуждению  
ученой степени д.х.н., проф.

  
**Рахмонбердиев Г.Р.**  
Председатель Научного семинара при научном совете  
по присуждению ученой степени д.х.н., проф.

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)**

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** В настоящее время в мире проводятся исследования по разработке энергоэффективных технологий, основанные на совершенствовании процесса ректификации нефти и полной утилизации тепла горячих технологических потоков, выходящих из ректификационной колонны. При этом особое внимание уделяется решению технологических проблем тепловой подготовки углеводородного сырья к перегонке и повышению качества дистиллятов топливных фракций. Следовательно, задачи по совершенствованию технологии первичной перегонки углеводородного сырья и повышению точности его фракционного разделения имеют большое значение при производстве высококачественных нефтепродуктов, отвечающих требованиям международных стандартов.

В мире, технология производства моторного топлива основана на сложной перегонке жидкого углеводородного сырья перегретым водяным паром, и в силу большой энергоемкости этого процесса ведутся научные исследования по его оптимизации. В связи с этим, особое внимание уделяется выявлению распределения температуры паровой и жидкой фаз по высоте тарельчатой ректификационной колонны, разработке современных энергоэффективных способов и устройств для получения качественных дистиллятов, расширению области их применения, а также выявлению влияния гидродинамических режимов потоков на эффективность работы ректификационной колонны.

В нашей республике достигнуты определенные результаты в области повышения эффективности технологии первичной перегонки нефти и создания компактных, интенсивных конструкций ректификационной колонны. В третьем направлении стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан 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 энерго- и ресурсосберегающих технологий на практике<sup>1</sup>. В связи с этим большое значение имеют научные исследования, направленные на оптимизацию тепловых и гидродинамических режимов нефтеперегонной установки, увеличению доли использования тепла технологических потоков на этапе подогрева сырья и модернизацию основного оборудования нефтеперегонной установки - ректификационной колонны на основе интенсификации происходящих в ней процессов тепло- и массообмена (ТМО).

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах и Постановлениях Президента Узбекистана № УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 го-

---

<sup>1</sup>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»

дах», № ПП-2901 от 19 апреля 2017 г. «О совершенствовании порядка организации проектных работ в нефтегазовой отрасли», № ПП-3238 от 23 августа 2017 г. «О мерах по дальнейшему внедрению современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий» и № ПП-4077 от 25 декабря 2018 г. «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 в республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике: VII. Химические технологии и нанотехнологии.

**Степень изученности проблемы.** Научными исследованиями, направленными на развитие технологии переработки углеводородного сырья, разработку новых и усовершенствование существующих конструкций технологического оборудования, оптимизацию технологических режимов перегонки нефти, а также сбережение материальных и тепловых ресурсов занимались С.А. Ахмедов, О.Ф. Глаголева, В.М. Капустин, А.К. Мановян, А.И. Александров, А.И. Скобло, А.С. Багатуров, З. Салимов, Н.Р. Юсупбеков, А. Артиков, Р.Ч. Ли, Ш.М. Сайдахмедов, С.М. Турабжонов, С.А. Абдурахимов, Т.З. Рахмонов, О.Р. Абдурахмонов, А.М. Хурмаматов, А.А. Худайбердиев и другие.

В результате проведенных ими исследований усовершенствованы способы переработки нефти, развиты теоретические основы технологических процессов, уточнены методики расчета и проектирования оборудования, обосновано применение углеводородных паров в процессе перегонки нефти, а также моделированы процессы нагревания, дистилляции и перегонки многокомпонентных растворов и жидких углеводородных смесей с последующим внедрением этих разработок в промышленность.

В настоящее время в мире ведутся научно-исследовательские работы по разработке и внедрению в производство технологии применения альтернативного углеводородного теплоносителя взамен водяного пара, эффективного использования тепла горячих технологических потоков, отходящих из ректификационной колонны, и проектированию интенсивных конструкций ТМО аппаратов на основе распределения температуры сырья по высоте их технологических зон. Вместе с тем приоритетными направлениями по совершенствованию технологии фракционного разделения жидких углеводородов являются исследования по повышению эффективности ректификационных колонн на основе интенсификации процессов ТМО при взаимодействии паровой и жидкой фаз.

**Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертация выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ научно-технического проекта ФА-А13-Т001 - «Создание высокоэффективной технологии ректификации нефтегазоконденсатных смесей на основе интенсификации массообменных процессов» (2012-2014 гг.), инновационного проекта



7-ФА-0-10065- «Подготовка научно-технических документов технологии сухой перегонки нефтегазоконденсатных смесей и проведение её опытно-промышленных испытаний» (2014-2015 гг.) и хозяйственного договора № 13-16/7-396/031 - «Разработка и внедрение эффективной технологии отпарки топливных фракций в стриппинг-колоннах путем оптимизации гидродинамических режимов» (2013-2015 гг.), выполненных Институтом общей и неорганической химии.

**Целью исследования** является повышение тепловой эффективности процесса ректификации нефтегазоконденсатной смеси в установке первичной перегонки нефти.

**Задачи исследования:**

определение фракционного состава нефтегазоконденсатных смесей с различным соотношением составных компонентов;

исследование основных физико-химических и теплофизических свойств сырья и дистиллятов фракций при  $20 \div 200$  °С и  $40 \div 300$  кПа;

изучение распределения температуры паровой и жидкой фаз по высоте опытной тарельчатой ректификационной колонны при перегонке нефтегазоконденсатной смеси;

исследование влияния технологических параметров (рабочего давления, состава, температуры и расхода смеси и флегмы) и гидродинамического режима потоков на эффективность работы ректификационной колонны;

выполнение технологических расчетов процесса перегонки сырья;

разработка рекомендации по оптимизации теплового режима ректификации нефтегазоконденсатной смеси, способствующие повышению четкости разделения дистиллятов топливных фракций;

расчет технико-экономических показателей повышения тепловой эффективности ректификационной колонны установки первичной перегонки нефтегазоконденсатной смеси в условиях нефтеперерабатывающего завода (НПЗ).

**Объектами исследования** являются нефть, газоконденсат, смеси нефти и газоконденсата при различных соотношениях компонентов, а также образуемые при перегонке сырья дистилляты фракций в паровой и жидкой фазах.

**Предметом исследования** являются процессы и аппараты для ректификации нефтегазоконденсатных смесей углеводородными теплоносителями.

**Методы исследований.** При выполнении диссертационной работы использованы методы планирования экспериментов, определения свойств нефти и нефтепродуктов, компьютерной обработки данных, 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 закономерность распределения температуры нефти и дистиллятов ее фракций по высоте ректификационной колонны;

доказано влияние состава, температуры и расхода сырья, а также расхода и температуры флегмы на тепловую эффективность процесса ректификации нефтегазоконденсатной смеси;

выявлены оптимальные значения флегмового числа, способствующие повышению эффективности разделения дистиллятов фракций;

определены рациональные технологические и гидродинамические режимы перегонки нефтегазоконденсатной смеси углеводородными парами;

усовершенствован процесс ректификации нефтегазоконденсатной смеси путем замены клапанной тарелки в нижней части ректификационной колонны установки первичной перегонки нефти на тарелку провального типа.

#### **Практические результаты исследования:**

выявлены фракционный состав, пределы изменения основных физико-химических и теплофизических свойств нефтегазоконденсатных смесей и дистиллятов фракций при  $20\div 200$  °С и  $40\div 300$  кПа;

определены рациональные технологические и гидродинамические режимы фракционного разделения нефтегазоконденсатных смесей в ректификационной колонне и выработана рекомендация по регулированию ее теплового режима;

оптимальные условия ректификации нефтегазоконденсатной смеси были созданы путем замены клапанной тарелки в нижней части ректификационной колонны на тарелку провального типа.

**Достоверность результатов исследований** подтверждается согласованностью теоретических результатов с данными собственных опытов, приведенными в литературе опытными данными и результатами теоретических расчетов из литературных источников.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в выявлении научно-обоснованных путей повышения тепловой эффективности ректификационной колонны, целенаправленное использование которых позволило разработать энерго- и ресурсосберегающий режим фракционного разделения нефтегазоконденсатного сырья.

Практическая ценность результатов исследования заключается в разработке эффективных тепловых режимов работы ректификационной колонны и ее циркуляционных контуров орошения, технического решения по замене клапанной тарелки в ее нижней части на тарелку провального типа, облегчающего условия ее эксплуатации и ремонта, а также уточненной методике рационального проектирования массообменных аппаратов с учетом свойств сырья и теплоносителей.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научно-практических результатов по повышению тепловой эффективности ректификации нефтегазоконденсатных смесей:

технология повышения тепловой эффективности процесса перегонки нефтегазоконденсатной смеси в установке первичной перегонки нефти внесена в «Перечень перспективных разработок для реализации в практику» на ООО «Бухарский НПЗ» (справка АО «Ўзбекнефтегаз» № 03-17-5/132 от 9 сентября 2021 г.). В результате удалось повысить тепловой КПД ректификационной колонны на  $20\div 30\%$  (3952 кВт), регулировать температурный режим в

рациональных пределах и снизить себестоимость вырабатываемых нефтепродуктов;

технология перегонки нефтегазоконденсатной смеси с установкой провальной тарелки в нижней части ректификационной колонны включена в «Перечень перспективных разработок для реализации на АО «Узбекхиммаш» (справка АО «Ўзбекнефтегаз» № 03-17-5/132 от 9 сентября 2021 г.). В результате стало возможным проектирование и изготовление новых эффективных конструкций тарельчатой ректификационной колонны для фракционного разделения местного углеводородного сырья, предотвратить процесс искусственного повышения давления и получить обезвоженные нефтепродукты.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты исследования были обсуждены и одобрены на 4 международных и 8 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 26 научных работ, из них 9 статей, в том числе 4 в зарубежных и 5 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 127 страниц.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации «**Современное состояние теории и практики перегонки жидкого углеводородного сырья**» проанализированы приведенные в научно-технической литературе основы теории и практики перегонки в нефтепереработке, влияния технологических параметров на эффективность ректификации, аналитические зависимости для определения основных показателей свойств углеводородного сырья и дистиллятов его фракций, особенности аппаратного оформления процесса первичной перегонки углеводородного сырья и способы его осуществления. По результатам критического анализа литературных данных сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации «**Изучение свойств нефтегазоконденсатной смеси и дистиллятов фракций**» изложены результаты определения фракционного состава, физико-химических и теплофизических свойств сырья (нефти,

газового конденсата и их смесей), а также образуемых при перегонке дистиллятов фракций - бензина, керосина и дизельного топлива.

Для сравнительного анализа качественных показателей образованных дистиллятов фракций опыты проведены методом простой перегонки в соответствии с ГОСТ 2177-99, с применением водяного пара (контрольный) и паров углеводородного сырья (табл. 1).

**Таблица 1**

**Фракционный состав и физические свойства фракций, полученные при перегонке смеси 30%Н+70%ГК парами воды и углеводородного сырья**

№	Наименование показателей	Физико-химические свойства фракций, полученных при атмосферной перегонке					
		водяным паром			углеводородными парами		
		бензин	керосин	дизельн. топливо	бензин	керосин	дизельн. топливо
1	Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	740	790	820	735	785	815
2	Содержание воды, %	-	0,04	0,03	-	0,025	0,025
3	Вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	0,721	1,876	3,049	0,717	1,799	3,048
4	Фракционный состав:						
	- температура начала кипения, °С	70	100	140	60	160	216
	10 %	78	160	160	70	184	234
	20 %	88	180	196	88	192	240
	30 %	92	190	204	92	196	244
	40 %	98	196	208	98	200	249
	50 %	102	206	217	102	205	253
	60 %	108	210	242	108	210	259
	70 %	115	218	257	115	216	264
	80 %	126	230	276	126	224	276
	90 %	160	240	296	160	238	286
	95 %	176	244	310	176	240	315
5	- температура конца кипения, °С	178	244	342	176	240	340
6	Выход, %	96,0	94	93,5	96,5	95,5	95,2
7	Остаток, %	3,0	5,0	5,5	2,5	3,5	3,8
8	Потери, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Сравнивая данные таблицы 1, можно заключить о том, что при перегонке смеси 30%Н+70%ГК углеводородными парами (по сравнению со случаем применения водяного пара) выход фракции (в %) бензина повышается на 0,5, керосина на 1,5, а дизельного топлива - снизится на 1,7. При этом плотность полученных дистиллятов снижается в среднем на 5 кг/м<sup>3</sup>, а их вязкость (мм<sup>2</sup>/с) падает: бензина на 0,04, керосина 0,077, а дизельного топлива растет на 0,001. Опыты подтверждают, что применение углеводородных паров способствует снижению температуры перегонки на 2÷4 °С и уменьшению вероятности обводнения дистиллятов фракций, что повышает их качественные показатели.

На рис. 1 отражено влияние температуры на выход дистиллятов фракций при перегонке смеси углеводородными парами. Характер изменения кривых ИТК дистиллятов фракций свидетельствует о том, что с повышением температуры процесса выход фракций плавно растет.

Плотность, вязкость и теплоемкость углеводородного сырья имеют важное значение при выборе технологического режима нефтеперегонной установки, расчете и проектировании ТМО аппаратов. В этом аспекте нами изучены изменения показателей этих свойств сырья и фракций в зависимости от температуры и давления процесса.

В ходе опытов по определению плотности нефти, газового конденсата и их смесей использован ареометрический метод по ГОСТ 3900-85. Установлено, что плотность нефтегазоконденсатных смесей при температурах 20÷200 °С снижается в пределах (кг/м<sup>3</sup>): для смеси 30Н+70ГК - 786,57÷635,02, а для смеси с повышенным содержанием нефти 70Н+30ГК - 818,56÷665,62 кг/м<sup>3</sup>.

Плотность паров фракций определена расчетно-экспериментальным путем, в пределах 100÷300 кПа и 20÷350 °С, охватывающих область проведения экспериментов и соответствующих условиям первичной перегонки нефти на НПЗ.

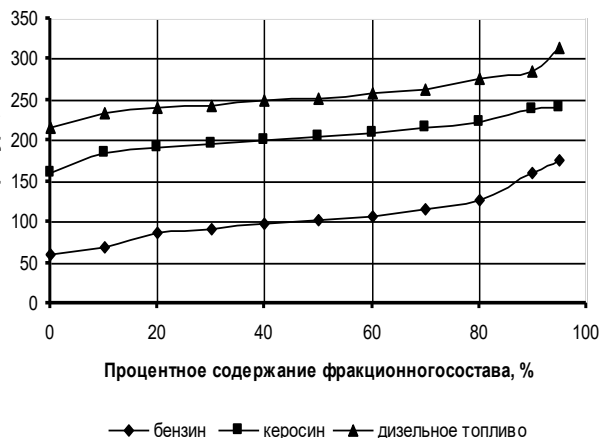
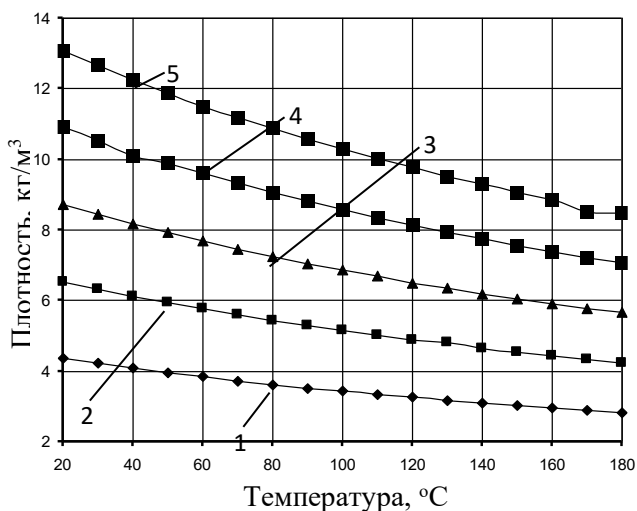


Рис. 1. Влияние температуры на выход фракций при перегонке смеси 30%Н+70%ГК углеводородными парами



1 - 100 кПа; 2 - 150 кПа; 3 - 200 кПа;  
4 - 250 кПа; 5 - 300 кПа

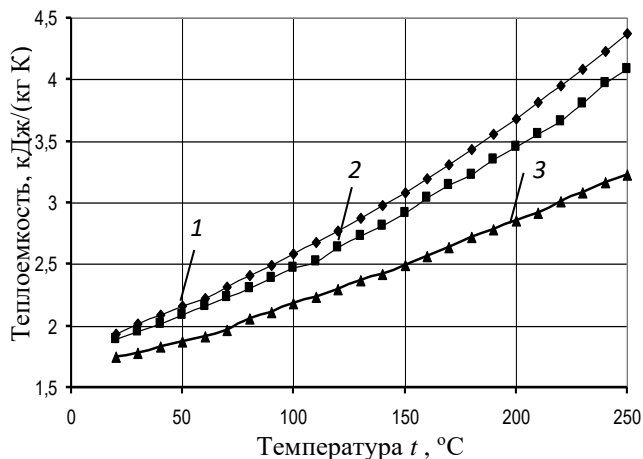
Рис. 2. Изменение плотности паров бензина при 20÷80 °С и 100÷300 кПа в опытной ректификационной колонне

По результатам расчетно-экспериментальных исследований выявлен характер температурного изменения плотности паров фракций бензина (20÷80 °С), керосина (190÷250 °С) и дизельного топлива (260÷350 °С) при давлениях 100÷300 кПа в опытной ректификационной колонне (рис. 2).

Расчеты показывают, что с повышением температуры от 20 до 350 °С плотность паров фракций снижается, соответственно для бензина в 1,54 раза, керосина в 1,13 раза и дизельного топлива в 1,17 раза. При этом рост давления в ректификационной

колонне от 100 до 300 кПа приводит к повышению плотности паров всех исследуемых светлых фракций в среднем в 3 раза.

Кинематическая вязкость нефти, газоконденсата и их смесей определена методом капилляра, с использованием вискозиметра ВПЖ-4, в соответствии с ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94). Расчетно-экспериментальным путем выявлены следующие пределы падения вязкости ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ) при  $20\div 200\text{ }^\circ\text{C}$ : нефти -  $6,7\div 0,3$ , газового конденсата -  $1,0\div 0,1$  и смеси 30Н+70ГК -  $1,4\div 0,06$ .



1 - бензин; 2 - керосин; 3 - дизельное топливо  
**Рис. 3. Изменение теплоемкости дистиллятов фракций смеси 30%Н+70%ГК при 20÷250 °С**

Расчетным путём также определена теплоемкость дистиллятов фракций при  $20\div 250\text{ }^\circ\text{C}$  с использованием опытных данных. Графическая интерпретация данных по теплоемкости отражены на рис. 3.

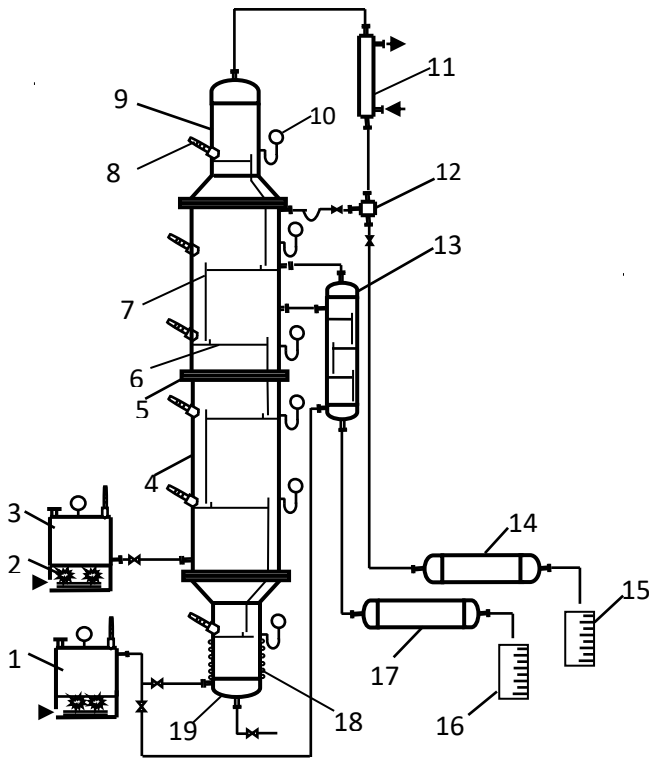
Кривые рисунка показывают, что с ростом температуры теплоемкость дистиллятов фракций смеси 30%Н+70%ГК интенсивно повышается в пределах ( $\text{кДж}/\text{кг}\cdot\text{К}$ ): бензина -  $1,938\div 4,381$ , керосина -  $1,893\div 4,087$ , а дизельного топлива -  $1,748\div 3,231$ .

Сравнение относительного расположения кривых 1-3 рисунка показывает, что теплоемкость фракции бензина выше, чем теплоемкости дистиллятов других фракций. По нашему мнению, это имеет практическое значение при подборе теплоносителя для процессов ТМО в стадии перегонки нефти.

В третьей главе диссертации «Исследование процесса «Исследование процесса перегонки нефтегазоконденсатных смесей в опытной установке» приведено описание конструкции и принципа работы опытной установки для изучения перегонки нефтегазоконденсатной смеси (рис. 4), состоящей из парового котла, подогревателя сырья, ректификационной колонны, вертикального трубчатого дефлегматора для конденсации паров, двух холодильников для охлаждения дистиллятов фракций водой и измерительных емкостей для сырья, дистиллятов и мазута.

Ректификационная колонна ( $D = 210\text{ мм}$ ) снабжена пятью контактными тарелками клапанного типа с переливными устройствами. Колонна состоит из верхней 9 ( $D_{\text{в}} = 150\text{ мм}$ ,  $n_{\text{п}} = 3\text{ шт}$ ), укрепляющей и кубовой ( $D_{\text{к}} = 76\text{ мм}$ ,  $H = 760\text{ мм}$ ) частей и трех секций, которые крепятся между собой фланцами. Общая высота колонны составляет 2200 мм. Контактная тарелка ( $D_{\text{т}} = 210\text{ мм}$ ) представляет собой плоский сегментный отбортованный диск с пятью клапанами дискового типа (40 мм).

Установка оснащена запорно-регулирующими элементами и приборами для контроля расхода, температуры и давления теплоносителей в основных ее конструктивных узлах.

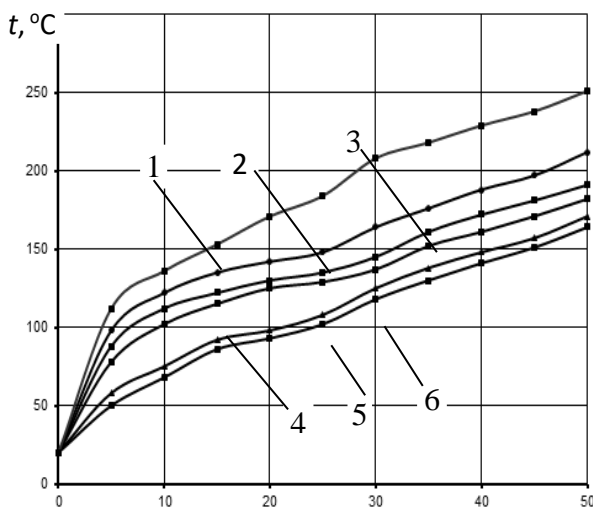


1 - паровой котел; 2 - горелка газовая; 3 - подогреватель сырья; 4 - ректификационная колонна; 5 - фланцевое соединение; 6 - тарелка клапанная; 7- переливная пластина; 8 - термометры; 9 - верхняя часть колонны; 10 - манометры; 11 - вертикальный дефлегматор; 12 - флегморазделительное устройство; 13 - отпарная колонна; 14 и 17- горизонтальные водяные холодильники; 15, 16 - измерительные емкости; 18 - нагреватель электрический; 19 - кубовая часть колонны

**Рис. 4. Схема экспериментальной установки для перегонки углеводородного сырья**

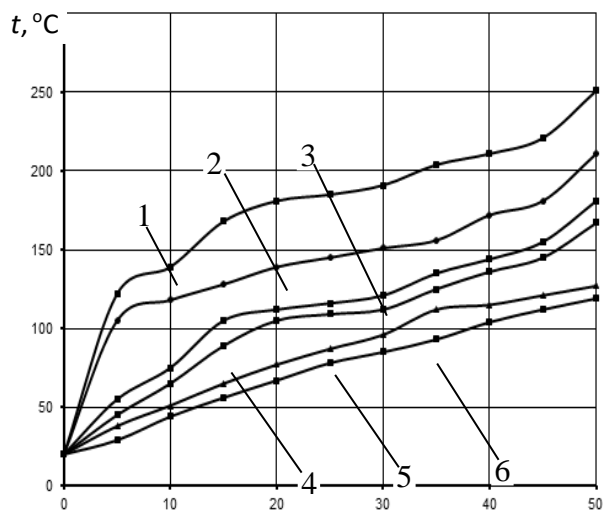
Изучено распределение температуры взаимодействующих потоков в рабочих зонах опытной ректификационной колонны, что позволит

найти пути интенсификации теплообмена между паровой и жидкой фазами в аппарате и выявить рациональные границы температурного режима процесса (рис. 5 и 6).



1- нефти в кубе аппарата; 2,3,4,5 и 6 - соответственно, дистиллятов фракций в тарелках колонны

**Рис. 5. Изменение температуры потоков  $t$  по времени  $\tau$  в колонне при перегонке нефти углеводородными парами**



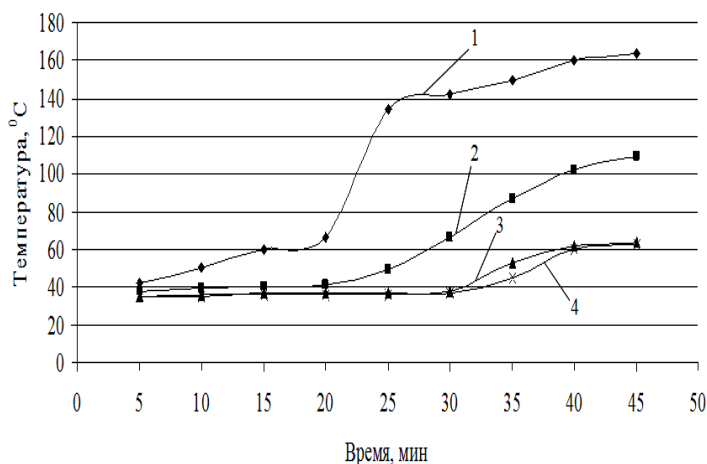
1 - нефти в кубе аппарата; 2,3,4,5 и 6 - соответственно, дистиллятов фракций в тарелках колонны

**Рис. 6. Изменения температуры потоков  $t$  по времени  $\tau$  в колонне при перегонке нефти водяным паром**

Сопоставляя кривые изменения температуры нефти в кубе  $T_1$  и дистиллятов фракций на пяти тарелках  $T_2, T_3, T_4, T_5$  и  $T_6$  (отсчет идет снизу колонны в

верх) по времени в опытной колонне можно убедиться в том, что при перегонке нефти углеводородными парами продолжительность выработки фракций может быть сокращена (мин): бензина на 20, керосина на 10 и дизельного топлива на 5 мин.

На рис. 7 изображена закономерность распределения температуры потоков нефти и дистиллятов фракций по времени в опытной ректификационной колонне, в трех секциях которой были вмонтированы по 5 тарелок с дисковыми контактными устройствами. Характер подъема кривых до температурного равновесного положения объясняется степенью интенсивности испарения светлых фракций из состава нефти, нагреваемой до кипения в кубе колонны



1 - нефть в кубе; 2 - фракция дизельного топлива; 3 - керосиновая фракция; 4 - бензиновая фракция  
**Рис. 7.** Изменения температуры нефти  $t$  и дистиллятов фракций в кубе и тарелках ректификационной колонны по времени  $\tau$

Проведены также опыты (объем сырья в кубе - 3,0 л, расход пара - 3,5 %) по выявлению влияния испаряющего теплоносителя на величину выхода фракций при перегонке нефтегазоконденсатных смесей (табл. 2 и 3).

Сравнивая данные таблиц 2 и 3 можно заключить, что при использовании углеводородных паров взамен водяного пара можно достичь увеличения выхода фракции бензина 2,3÷4,5 %. При этом уменьшается выход фракции керосина на 0,41÷0,5 %, дизельного топлива на 2,0 %, а объем мазута сокращается на 1,95 %.

**Таблица 2**

**Выход дистиллятов фракций нефтегазоконденсатных смесей 30%Н+70%ГК и 70%Н+30%ГК при перегонке водяным паром**

№	Фракция	Температура кипения, °C	Эксперимент 1 30%Н+70%ГК		Эксперимент 2 70%Н+30%ГК	
			V, мл	выход, %	V, мл	выход, %
1	Бензин	нк-180	1560	52	1200	40
2	Керосин	180-240	455	15,17	450	15
3	Дизельное топливо	240-350	460	15,33	490	16,33
4	Испарение	-	125	1,5	115	3,83
5	Остаток	-	400	16	745	24,83
6	Σ	-	3000	100	3000	100

В опытах также выявлено, что повышение температуры процесса приводит к росту выхода фракций. Например, при перегонке нефти углеводородными парами (объем загрузки - 4 л, температура в кубе 251 °C) получена фракция



бензина с температурой кипения 164÷171 °С, а в случае перегонки нефти водяным паром температура кипения этой фракции составила 119÷127 °С.

**Таблица 3**

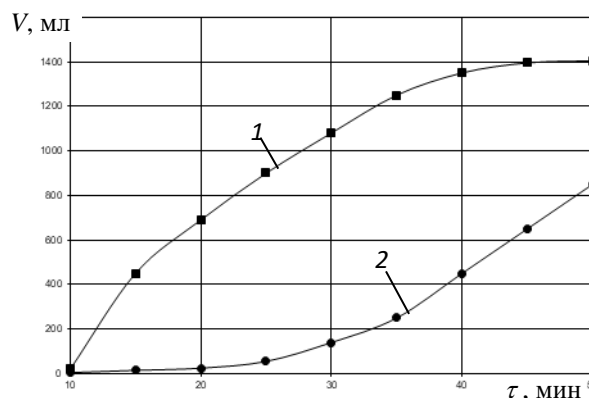
**Выход дистиллятов фракций нефтегазоконденсатных смесей 30%Н+70%ГК и 70%Н+30%ГК при перегонке парами углеводородов**

№	Фракция	Температура кипения, °С	Эксперимент 1 30%Н+70%ГК		Эксперимент 2 70%Н+30%ГК	
			V, мл	Выход, %	V, мл	Выход, %
1	Бензин	нк-180	1629	54,3	1335	44,5
2	Керосин	180-240	442,8	14,76	436,5	14,55
3	Дизельное топливо	240-350	435,9	14,53	429,9	14,33
4	Испарение	-	39	1,3	112,2	3,74
5	Остаток	-	453,3	15,11	686,4	22,88
	Σ	-	3000	100	3000	100

При этом выход фракции бензина составляет, соответственно при перегонке углеводородными парами  $(V_{д}/V_{н})100 = (1405 \text{ мл}/4000 \text{ мл})100 = 35,1 \%$ , а в контрольных опытах с водяным паром -  $(850 \text{ мл}/4000 \text{ мл})100 = 21,3 \%$  (см. рис. 8).

Как видно из рисунка, ускоренный темп повышения температуры при перегонке нефти углеводородными парами приводит к увеличению выхода фракции бензина в среднем на 13,8 % и сокращению продолжительности процесса на 5÷10 мин, что указывает на существовании возможности интенсификации ТМО при первичной перегонке нефти углеводородными парами.

Как отмечалось выше, плотность и вязкость характеризуют качественные показатели дистиллятов топливных фракций. С этой целью измерены плотность и вязкость дистиллятов фракций бензина, керосина и дизельного топлива при 20 °С, полученные в ходе опытов по перегонке нефти, газоконденсата и их смесей в экспериментальной установке с использованием углеводородных паров и водяного пара (табл. 4).



**Рис. 8. Изменение выхода дистиллята фракции бензина V по времени τ при перегонке нефти парами углеводородов 1 и воды 2**

**Таблица 4**

**Показатели качества образцов сырья и дистиллятов фракций**

№	Сырье	Фракции	Показатели дистиллятов фракций, образованные при перегонке парами			
			воды		углеводородов	
			с, кг/м <sup>3</sup>	10 <sup>-6</sup> η, мм/с <sup>2</sup>	с, кг/м <sup>3</sup>	10 <sup>-6</sup> η, мм/с <sup>2</sup>
1	Газоконденсат	Бензин	735	0,65	730	0,69
		Керосин	780	1,01	770	0,92
		Дизтопливо	800	1,72	782	1,02

2	20%Н+80%ГК	Бензин	745	0,73	750	0,75
		Керосин	790	1,32	773	0,97
		Дизтопливо	812	1,89	788	1,37
3	50%Н+50%ГК	Бензин	760	0,99	762	0,79
		Керосин	805	1,59	781	1,19
		Дизтопливо	818	2,25	800	1,65
4	80%Н+20%ГК	Бензин	780	1,32	772	0,87
		Керосин	818	1,88	787	1,46
		Дизтопливо	824	2,65	814	2,13
5	Нефть	Бензин	792	1,69	778	0,99
		Керосин	820	2,87	805	2,08
		Дизтопливо	830	2,99	822	2,51

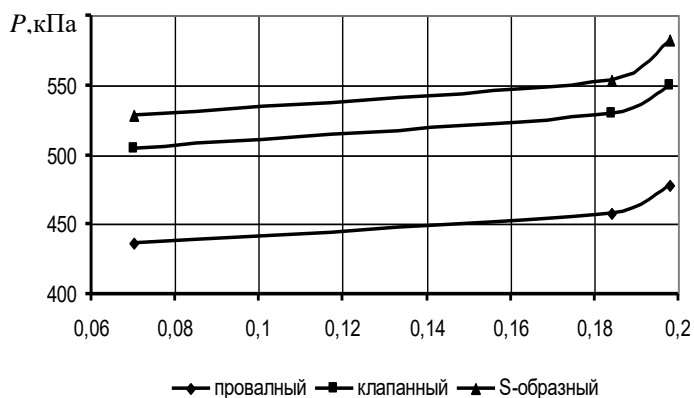
Анализ данных таблицы 4 показывает, что образованные при перегонке углеводородными парами дистилляты фракций имеют меньшую плотность и вязкость, чем плотности и вязкости дистиллятов, полученные в опытах с водяным паром. При этом разница в уменьшении плотности дистиллятов составляет ( $\text{кг/м}^3$ ): для фракций бензина  $-0,7 \div 1,8$  %, керосина  $-1,3 \div 1,8$  % и дизельного топлива  $+2,3 \div 1$  %).

С ростом содержания нефти в смесях наблюдается относительно неравномерный рост вязкости дистиллятов. Пределы значений вязкости дистиллятов, полученные при перегонке углеводородными парами (относительно результатов в контрольных опытах) следующие ( $\nu$ ,  $\text{м/с}^2$ ): для фракций бензина от  $0,65 \div 1,69$  до  $0,69 \div 0,99$  (или  $6,2 \div 30$  %), керосина от  $1,01 \div 2,87$  до  $0,92 \div 2,08$  (или  $9,8 \div 38$  %) и дизельного топлива - от  $1,72 \div 2,99$  до  $1,02 \div 2,51$  (падает от  $68,6$  до  $19,1$  %).

Отметим, что приведенные в таблице 4 значения плотности и вязкости дистиллятов находятся в пределах регламентированных их значений, что указывает на возможность снижения температуры процесса ректификации и перспективности технологии сухой перегонки углеводородного сырья.

Из производственной практики известны случаи засорения клапанов и под клапанных отверстий в тарелке кубовой части ректификационной колонны, причиной которого является образование отложений на их поверхностях из-за подгорания мазута, смол и других отложений под воздействием высокой температуры. В результате гидродинамическая обстановка в данной зоне колонны нарушается. В связи с этим, с целью облегчения условий эксплуатации и ремонта низа ректификационной колонны, предложено техническое решение по замене клапанной тарелки в данной зоне с тарелками провального типа.

Такая рекомендация обоснована сопоставлением гидравлических сопротивлений применяемой клапанной, альтернативной S-образной и рекомендуемой провальной типов контактных тарелок к потоку парожидкостной смеси, по величине которого можно судить о степени влияния типа тарелки на гидродинамический и технологический режимы в колонне (рис. 9).



**Рис. 9.** Изменение гидравлического сопротивления клапанной, S-образной и провальной тарелок  $\Delta P$  от скорости потока смеси  $w$  в ректификационной колонне

В четвертой главе диссертации «Технико-экономические показатели повышения тепловой эффективности ректификации нефтегазоконденсатной смеси в условиях НПЗ» рассматриваются аспекты реализации результатов



**Рис. 10.** Технологическая схема колонны первичной перегонки нефтегазоконденсатной смеси Бухарского НПЗ

исследования по повышению тепловой эффективности сложной ректификационной колонны, совершенствованию ее конструкции и разработке рекомендаций по улучшению теплового и гидродинамического режимов перегонки в колонне при использовании паров углеводородного сырья в условиях Бухарского НПЗ.

Приведено описание технологической схемы установки первичной перегонки рабочей смеси 30%Н+70%ГК (рис. 10), состав установки и последовательности осуществления процессов, а также характеристики дистиллятов фракций и мазута.

Выполнены материальные балансы колонн предварительного фракционирования сырья 10C01 и перегонки нефтегазоконденсатной смеси 10C02 установки первичной перегонки нефти.

Учитывая, что нефтегазоконденсатная смесь подается в колонну в парожидкостном состоянии и в ходе перегонки ее разделяют на фракции тяжелой нефти, керосина, легкого и тяжелого газойля, составлен тепловой баланс колонны 10C02 (табл. 5).

Таблица 5

## Тепловой баланс колонны атмосферной перегонки 10С02

Наименование потока	Массовый расход, кг/ч	Температура, °С	Энтальпия, кДж/кг	Количество тепла, кВт
<b>Приход тепла <math>Q_{пр}</math>:</b>				
Фракционированная смесь:	105508,3			
а) паровая фаза	103398,1	350	1126,05	32342,063
б) жидкая фаза	2110,2	350	921,647	540,239
Водяной пар	3446,7	350	3160	3025,436
<b>Итого</b>	<b>108955</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>35907,738</b>
<b>Расход тепла <math>Q_{рас}</math>:</b>				
Тяжелая нефть $D_2$	61898	180 (453 К)	419,789	7217,805
Керосин $R_4$	15475	170 (443 К)	382,114	1642,559
Легкий газойл $R_3$	11957	235 (508 К)	547,318	1817,856
Тяжелый газойл $R_2$	7034	295 (568 К)	706,49	1380,403
Мазут	9144	325 (598 К)	751,541	1908,914
Водяной пар	3446,7	180	2837,89	2717,043
<b>Итого</b>	<b>108954,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>16684,58</b>

На основе табл. 5 определены количество тепла, вносимого в колонну с перегретым водяным паром 308,4 кВт и избыток тепла в колонне 19223 кВт, подлежащий съему острым холодным орошением вверху колонны и тремя потоками ПЦО под тарелками отбора боковых погонов. Расчет технологических потоков холодного орошения в колонне выполнен на основе совместного решения уравнений материального и теплового баланса процесса в точках отбора дистиллятов фракций.

С целью установления влияния флегмового числа на эффективность атмосферной колонны проанализирована организация в ней процесса холодного орошения. Анализ осуществлен расчетным путем, с учетом технологических параметров колонны и свойств рабочей смеси 30%Н+70%ГК и ее фракций.

Известно, что от флегмового числа зависит величина энергетических затрат для проведения процесса и возможность точного регулирования режимных параметров колонны. Поэтому, для установления влияния флегмового числа на эффективность первичной перегонки нефтегазокон-

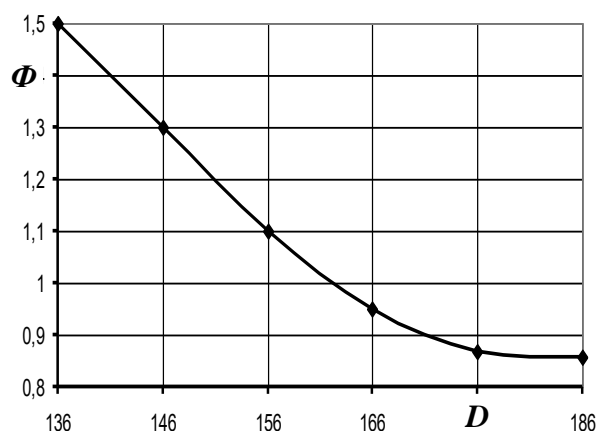


Рисунок 11. Изменение флегмового числа  $\Phi$  от расхода потока орошения  $D_{тн}$  при перегонке нефтегазоконденсатной смеси

денсатной смеси проанализирована взаимосвязь между флегмовым числом  $\Phi$  и расходом флегмы относительно установленного его режимного значения  $D_{\text{тн}} = 61898$  кг/ч (рис. 11).

Расчеты выполнены для случаев кратного изменения расхода охлажденного потока тяжелой нефти (флегмы)  $D$  для верхнего орошения верха колонны в пределах снижения (1:2,5;  $61898 \div 24759$  кг/ч) до его трехкратного увеличения (3:1; до 18569 кг/ч) относительно  $D_{\text{тн}}$ .

Как видно из рис. 11, при меньшем расходе холодного орошения (при сокращении его до 2,5 раза от режимно-номинального) значение  $\Phi_{\text{max}} = 2,3$ . В дальнейшем, с увеличением расхода потока орошения, значение флегмоного числа уменьшается до  $\Phi_{\text{min}} = 0,79$ . По нашему мнению, отличительная точка в графике, где наименьшее значение числа  $\Phi = 0,8$  и соответствующий ей расход потока флегмы  $D_{\text{тн}} = 123796$  кг/ч с температурой  $T_{01} = 180$  °С характеризует рациональный режим холодного орошения верха ректификационной колонны.

Проанализирована также взаимосвязь между флегмовым числом  $\Phi$  и изменением температуры флегмы при указанных выше условиях работы колонны атмосферной перегонки. Расчеты выполнены для диапазона изменения температуры потока орошения  $136 \div 180$  °С при установленном его режимном значении  $D_{\text{тн}}$  (рис. 12).

Как видно из рисунка, при температуре потока верхнего орошения  $t = 176$  °С достигается наименьшее значение числа  $\Phi = 0,86$ . По нашему мнению это указывает на рациональный режим холодного орошения при изменении температуры возвращаемой в колонну флегмы в диапазоне от 136 до 180 °С.

Определены также расходы (кг/ч) циркуляционных орошений ЦО1 (66377,2), ЦО2 (127629,4) и ЦО3 (63966,2) из совместного решения материального и теплового баланса участков колонны, а также общее количество тепла, снимаемое потоками ЦО в колонне составляет  $Q_{\text{ЦОобщ}} = 8927,34$  кВт.

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения в производство технологических методов повышения тепловой эффективности ректификации нефтегазоконденсатной смеси в условиях Бухарского НПЗ складывается из экономии (млн сум) от применения углеводородных паров взамен водяного пара (741,73), увеличения выхода бензина за счет улучшения тепловых режимов перегонки (321,544), сокращения затрат на очистку (74,82), а также нейтрализации (1,273) кислых вод на установке и составляет 1139,367 млн. сум.

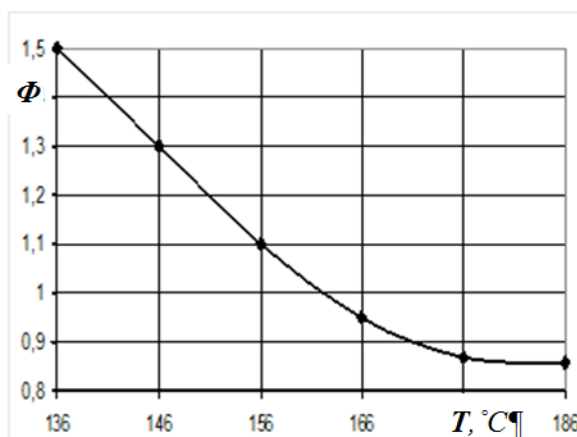


Рис. 12. Изменение флегмоного числа  $\Phi$  от температуры потока верхнего орошения  $t$  при перегонке нефтегазоконденсатной

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявлено, что при перегонке нефтегазоконденсатной смеси 30%Н+70%ГК углеводородными парами (по сравнению с перегонкой водяным паром) выход фракций (в %) повышается: бензина на 0,5, керосина на 1,5, а дизельного топлива - снизится на 1,7. При этом плотность дистиллятов снижается в среднем на  $5 \text{ кг/м}^3$ , а их вязкость ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ) падает: бензина на 0,04, керосина на 0,077, вязкость дизельного топлива повышается на 0,001.

2. Установлены пределы изменения значений основных показателей физико-химических и теплофизических свойств смеси, дистиллятов фракций и их паров от температуры процесса: для сырья  $\rho = 842 \div 778 \text{ кг/м}^3$  и  $\nu = 0,78 \div 0,076 \text{ мм/с}^2$  при  $20 \div 150 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $c = 1,822 \div 2,855 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ ,  $\lambda = 0,178 \div 0,156 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$  при  $20 \div 250 \text{ }^\circ\text{C}$ ; теплоемкость дистиллятов при  $20 \div 250 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $\text{кДж/кг}\cdot\text{K}$ ): бензина -  $1,94 \div 4,38$ , керосина -  $1,89 \div 4,09$  и дизельного топлива -  $1,75 \div 3,23$ .

3. Установлено, что с повышением температуры в диапазоне  $20 \div 350 \text{ }^\circ\text{C}$  плотность паров фракций снижается: бензина в 1,54 раза, керосина в 1,13 раза и дизельного топлива в 1,17 раза. При этом, с ростом давления в колонне в пределе  $100 \div 300 \text{ кПа}$  плотность паров фракций повышается в среднем в 3 раза.

4. Распределение температуры потоков в опытной колонне указало на сокращение продолжительности выработки фракций бензина на 20 мин, керосина на 10 мин и дизельного топлива на 5 мин при перегонке нефти углеводородными парами по сравнению с существующим способом ректификации нефтегазоконденсатной смеси водяным паром.

5. Выработана рекомендация по замене нижней клапанной тарелки в нижней части ректификационной колонны на тарелку провального типа, способствующей улучшению гидродинамики процесса в этой зоне и облегчению условия ее эксплуатации и ремонта.

6. Выявлен рациональный режим орошения верха ректификационной колонны потоком тяжелой нефти (флегмовое число  $\Phi = 0,8 \div 0,9$ , диаметр  $D = 123,8 \text{ т/ч}$  и температура  $176 \div 180 \text{ }^\circ\text{C}$ ), способствующий повышению тепловой эффективности в ней процесса перегонки смеси 30%Н+70%ГК на  $20 \div 30 \text{ } \%$  ( $3952 \text{ кВт}$ ). Ожидаемый экономический эффект от повышения тепловой эффективности ректификации нефтегазоконденсатной смеси за счет применения углеводородных паров составляет  $1139,4 \text{ млн. сум}$  в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES OF  
DSc 03/30.12.2019.T.04.01 AT TASHKENT CHEMICAL TECHNOLOGICAL  
INSTITUTE**

---

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

**RADJIBAYEV DILSHOD PATIDINOVICH**

**IMPROVING THE THERMAL EFFICIENCY OF RECTIFICATION OF OIL  
AND GAS CONDENSATE MIXTURES**

**02.00.08 - «Chemistry and technology of oil and gas»**

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

**Tashkent - 2021**

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.4.PhD/T163.

The dissertation has been carried out at the institute of general and inorganic.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) and on the website of the information-educational portal «Ziyonet» [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

<b>Scientific supervisor:</b>	<b>Khudayberdiyev Absalom Abdurasulovich</b> Doctor of Technical Sciences
<b>Official opponents:</b>	<b>Fozilov Sadriddin Fayzullayevich</b> Doctor of Technical Sciences
	<b>Raxmonov Toyir Zoirovich</b> Doctor of Technical Sciences
<b>Leading organization:</b>	<b>JS «UZLITINEFTEGAZ»</b>

The defense of the dissertation will take place on «22» 12 2021 at «11<sup>00</sup>» o'clock at the meeting of scientific council on awarding scientific degree of DSc 03/30.12.2019.T.04.01 at Tashkent chemical-technological institute. (Address: 100011, Tashkent, Navoi street, 32. Ph.: (99871) 244-79-20; fax: (99871) 244-79-17; e-mail: [tkti\\_info@edu.uz](mailto:tkti_info@edu.uz)).

The dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Tashkent chemical-technological institute № 183 (Address: 100011, Tashkent, Navoi street, 32 Administrative Building of Tashkent chemical-technological institute, Ph.: (99871) 244-79-20.

The abstract of the dissertation has been distributed on «25» 11 2021.  
Protocol at the register № \_\_\_ dated «25» 11 2021.



*[Signature]*  
**S.M. Turobjonov**  
Chairman of the Scientific Council for  
awarding of the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, professor

*[Signature]*  
**X.I. Kodirov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council for  
awarding of the scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, professor

*[Signature]*  
**G.R. Raxmanberdiev**  
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific  
Council for awarding of the scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, professor



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the study** is to increase the thermal efficiency of the process of rectification of an oil and gas condensate mixture in an atmospheric oil distillation unit.

**The objects of the research work** are oil, gas condensate, mixtures of oil and gas condensate at various ratios of components, as well as distillates of fractions in the vapor and liquid states formed during the distillation of raw materials.

**The scientific novelty of the research** is as follows:

the regularity of the temperature distribution of the vapor and liquid phases along the column height during the rectification of the oil and gas condensate mixture was revealed;

the influence of the vapor pressure, composition, temperature and flow rate of the mixture, as well as the reflux ratio on the efficiency of heat exchange between vapor and liquid in the distillation column has been established;

the essence of the positive influence of circulating irrigation of hydrocarbon streams on the efficiency of atmospheric distillation of oil and gas condensate mixture was disclosed;

the influence of reflux consumption on the efficiency of separation of distillates of fuel fractions was established;

rational technological and hydrodynamic regimes of distillation of oil and gas condensate mixture have been determined.

**Implementation of research results.** Based on the obtained scientific and practical results to improve the efficiency of heat transfer during the rectification of oil and gas condensate mixtures:

amendments were made to clause 4.2 of the technological regulations for the atmospheric distillation unit for a mixture of gas condensate and oil and fractionation of hydrotreated naphtha (unit 10) at the Bukhara refinery (TR 16472899-001: 2009) in accordance with clause 6.3.1 of the industry standard (TSt 39 / 0-014: 2007 ) NHC "Uzbekneftgaz" and approved by JSC "Uzneftmahsulot". As a result, the thermal efficiency of the distillation column was increased up to 4 folds and the technological cost of the produced intermediate products - components of commercial oil products and raw materials for other technological units of the plant was reduced.

a rational ratio of the flow rates of the liquid and vapor phases  $G_{zh} / G_p = 1.62 \div 1.63$  and the column resistance of  $1036 \div 1422$  Pa was introduced in the conditions of JSC "Bukhara Oil Refinery" (certificate of JSC "Uzneftmahsulot" No. 03-17-5 / 132 dated September 09, 2021). As a result, the clarity of the separation of fractions has been increased and the quality indicators of motor fuel have been improved.

the method of intensifying interphase heat transfer during the rectification of oil and gas condensate mixtures using hydrocarbon vapors is accepted for implementation in September 09, 2021 production at the Bukhara refinery (certificates No. 62 / 12-1-89 of JSC "Uzbekneftgaz" dated April 30, 2018 and No. 03-17-5 / 132 of JSC " Uzneftmahsulot "dated). As a result, it will become possible to reduce the process temperature in the column by 19 °C, increase the useful working volume of the atmospheric distillation column by 2.5% and improve its hydrodynamic and thermal conditions.

**The structure and scope of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the thesis is 127 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А. Изучение изменения температуры углеводородного сырья в опытной ректификационной колонне /Узбекский химический журнал. - Ташкент, 2014. - № 1. - С. 71-75. (02.00.00; № 6).

3. Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А. Изучение распределения температуры потоков в опытной ректификационной колонне / Журнал: Химическая промышленность. - СПб, 2016. - № 5. - С. 224-229. (02.00.00; № 16).

3. Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А. Анализ плотностей паров светлых фракций нефти в диапазоне давления 100÷300 кПа и температуры 20÷350 °С / Международный научно-технический журнал: Химическая технология, контроль и управление.- Ташкент, 2017. - № 2. - С. 54-57 (02.00.00; № 10).

4. Раджибаев Д.П., Исмаилов О.Ю. Расчет удельной теплоёмкости нефтепродуктов / Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент, 2018. - № 1. - С. 60-61. (02.00.00; № 7).

5. Раджибаев Д.П. Исследование экспериментально-расчетным путем зависимости изменения плотности паров бензина, керосина и дизельного топлива при повышении температуры и давления / Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент, 2018. - № 3. - С. 32-34. (02.00.00; № 7).

6. Раджибаев Д.П., Хурмаматов А.М., Худайбердиев Аб.А. Зависимость плотности паров углеводородного сырья от температуры и давления / Журнал: Химическая промышленность. - СПб, 2020. - № 2. - С. 97-101. (02.00.00; № 16)

7. Раджибоев Д.П., Худайбердиев А.А., Рахимджанова Ш.С., Кучкарова Д.И. Анализ плотности и вязкости дистиллятов фракций, образованные при перегонке нефтегазоконденсатных смесей углеводородными парами/ Univer-sum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 6(87). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11913>. p. 81-87. (02.00.00; № 01).

8. Раджибоев Д.П., Худайбердиев А.А., Кучкарова Д.И. Влияние флегмового числа на эффективность атмосферной перегонки нефтегазоконденсатной смеси / Univer-sum: технические науки: электрон.научн. журн. 2021. 6(87). URL:<https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11914>. p. 76-80. (02.00.00; № 01).

9. Раджибаев Д.П., Махкамов Б.Р., Абдуллаев Д. Изучение процесса перегонки нефтегазоконденсатной смеси в модельной ректификационной установке // Состояние и перспективы инновационных идей и технологий в области нефтехимии: Материалы международной НТК. Т.1. - Фарғона: ФПИ, 16-17 мая 2015 г. - С. 294-295.

10. Раджибаев Д.П. Улучшение качественных показателей топливных фракций углеводородных смесей// Сборник статей XIX Международной НПК: World science: problems and innovations. Ч.1. - Пенза, 30 марта 2018 г. - С. 55-58.

11. Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А., Исмаилов О.Ю. Зависимости вязкости углеводородных паров от температуры и давления// Инновационные

разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов: Сборник докладов и тезисов III Международной НТК. - Ташкент, 19-20 сентября 2019 г. - С. 235- 237.

12. Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А., Исмаилов О.Ю. Влияние температуры и давления на плотности углеводородных паров// Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов: Сборник докладов и тезисов III Международной НТК. - Ташкент. 19-20 сентября 2019 г. - С. 233- 235.

13. Худайбердиев А.А., Худойберганов А.А., Раджибаев Д.П., Рахимжанова Ш.С. Расчет теплового баланса колонны атмосферной перегонки нефтегазоконденсатного сырья// Кимё ва кимёвий технология соҳасида инновацион ғояларни такомиллаштириш ва жорий этиш: Халқаро онлайн ИТА материаллари. - Фарғона: ФарПИ, 23-24 октябр 2020 й. - С. 471-474.

14. Худайбердиев А.А., Раджибаев Д.П. Расчет доли отгона нефтегазоконденсатного сырья на входе в колонну атмосферной перегонки нефти // Кимё ва кимёвий технология соҳасида инновацион ғояларни такомиллаштириш ва жорий этиш: Халқаро онлайн ИТА материаллари. - Фарғона: ФарПИ, 23-24 октябр 2020 й. - С.476-479.

15. A.A.Khudaiberdiyev, D.P. Rajibaev. 9th international E-conference on Technology, innovation and management for sustainable development TIMS-2021. - 18-20 February 2021, ITM University Gwalior, India//Calculation of the share of oil and gas condensate distillate of raw input in the column of atmospheric distillation of crude oil 4. p.42.

## И бўлим

16. Салимов З.С., Исмаилов О.Ю., Раджибаев Д.П. Влияние режимов движения нефти и газового конденсата на коэффициент теплоотдачи в двухтрубчатом аппарате / Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент, 2014, - № 1. - С. 39-42.

17. Раджибаев Д.П. Ректификационная колонна для перегонки нефтегазоконденсатного сырья// Материалы республиканской НТК: Актуальные проблемы переработки нефти и газа Узбекистана. - Ташкент, ИОНХ РУз, 8-9 ноября 2012. - С. 257-259.

18. Раджибаев Д.П. Результаты экспериментальных исследований по изучению плотности и вязкости углеводородного сырья//Материалы республиканской НПК: Инновации и инновационные технологии на производстве и в высшем образовании. Т.2. - Андижан: Анд. маш. инс-т, 16-17 мая 2013 г. - С. 294-295.

19. Раджибаев Д.П. Анализ изменения температуры углеводородного сырья в опытной ректификационной колонне// Инновационные идеи в производстве и образовании: Сборник материалов республиканской НПК. - Бухара: БИТИ, 13-14 июня 2014 г. - С. 117-118.

20. Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А., Галимов С.Д. Сравнительный анализ атмосферной перегонке нефти углеводородным и водяным паром //

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. 266-269.

21. Раджибаев Д.П. Расчет удельной теплоёмкости нефтепродуктов// Высотехнологические разработки в производстве: Республиканская НК молодых ученых. Сборник тезисов. - Ташкент, 14 декабря 2016 г. - С. 22-23.

22. Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А., Исмоилов О.Ю., Онофрейчук А.О. Анализ плотностей паров светлых фракций местной нефти / Озиқ-овқат ва кимё саноатида чиқиндисиз ва экологик тоза самарадор технологияларни кўллаш: Республика миқёсидаги ИАА материаллари тўплами. - Наманган: НамМПИ, 14 март 2017 й. - С. 176-178.

23. Кучкарова Д.И., Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А. Сравнение гидравлического сопротивления массообменных тарелок ректификационной колонны // Актуальные проблемы развития производств промышленных отрасли в Республике Каракалпакстан: Материалы республиканской НПК. - Нукус, 26 апреля 2021 г. - С.135-136.

24. Раджибаев Д.П., Кучкарова Д.И., Худайбердиев А.А. Методика расчета теплового баланса колонны для перегонки нефтегазоконденсатной смеси// Актуальные проблемы развития производств промышленных отрасли в Республике Каракалпакстан: Материалы республиканской НПК. - Нукус, 26 апреля 2021 г. - С.136-138.

25. Раджибаев Д.П., Кучкарова Д.И., Худайбердиев А.А. Анализ качественных показателей дистиллятов фракций, полученные при перегонке смесей нефти и газового конденсата парами воды и углеводородов// Актуальные проблемы развития производств промышленных отрасли в Республике Каракалпакстан: Материалы республиканской НПК. - Нукус, 26 апреля 2021 г. - С.139-140.

26. Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А. Влияние флегмового числа на эффективность атмосферной перегонки нефтегазоконденсатного сырья// Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефтегазовой и пищевой промышленности: Сборник трудов НТК. - Ташкент, 18-19 ноября 2020. - С.48-49.

Автореферат «Кимё ва кимё технология» журнали таҳририятида тахрирдан  
ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро  
мувофиқлаштирилди.

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи: 2,75. Адади 100. Буюртма № 71/21.

Гувоҳнома № 851684.  
«Тирограф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.