

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
DSc.02/30.12.2019.К/Т35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

АБДУРАХИМОВ САИДРАСУЛ САИДАКБАРОВИЧ

**УГЛЕВОДОРОД ХОМАШЁЛАРИНИ ҚУВУРЛАРДА ТАШИШ
ЖАРАЁНИНИ ОПТИМАЛ ИШ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ИШЛАБ
ЧИҚИШ**

02.00.08 – «Нефт ва газ кимёси ва технологияси»

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

Тошкент - 2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of the dissertation abstract of doctor of filosofia (PhD)

Абдурахимов Саидрасул Саидакбарович

Углеводород хомашёларини кувурларда ташиш жараёнини оптимал
иш параметрларини ишлаб чиқиш..... 3

Абдурахимов Саидрасул Саидакбарович

Разработка оптимальных режимных параметров процесса перекачки
углеводородного сырья в трубопроводах..... 21

Abdurahimov Saidrasul Saidakbarovich

Development of optimal operating parameters for the process of pumping
hydrocarbon raw materials in pipelines 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 42

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
DSc.02/30.12.2019.К/Т35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

АБДУРАХИМОВ САИДРАСУЛ САИДАКБАРОВИЧ

**УГЛЕВОДОРОД ХОМАШЁЛАРИНИ ҚУВУРЛАРДА ТАШИШ
ЖАРАЁНИНИ ОПТИМАЛ ИШ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ИШЛАБ
ЧИҚИШ**

02.00.08 – «Нефт ва газ кимёси ва технологияси»

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

Тошкент - 2024

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар Вазирлиги хузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2023.3.PhD/T3807 - рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация И. Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус ва инглиз (резюме)) веб-саҳифаси (www.iopx.uz) va «ZiyoNet» ахборот таълим тармоғида (www.ziyo.net) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Туробджанов Садриддин Махаматдинович
техника фанлари доктори, профессор, академик

Расмий оппонентлар:

Сайдахмедов Шамшитдин Мухтарович
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Тураев Толиб Бозорович
техника фанлари номзоди, доцент

Етақчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти хузуридаги илмий даража берувчи DSc.02/30.12.2019.K/T35.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2024 йил «11» январь соат 14⁰⁰ да мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-уй. Тел.: (99871) 262-56-60, факс: (99871) 262-56-60, e-mail: iopxanguz@nuu.uz).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (9-рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-уй. Тел.: (99871) 262-56-60, факс: (99871) 262-56-60.

Диссертация автореферати 2023 йил « 29 » декабрь куни тарқатилди.
(2023 йил « 29 » декабрдаги № 9-рақамли реестр баённомаси).



Б.С. Закиров

Илмий даража берувчи Илмий кенгаш раиси, к.ф.д., проф.

Ш.А. Кулдашева
Илмий даража берувчи Илмий кенгаш котиби, к.ф.д., проф.

И.Д. Эшметов
Илмий даража берувчи Илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., проф.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда нефт ва газни, шунингдек, уларни қайта ишлаш маҳсулотларини ташиш катта иқтисодий аҳамиятга эга, чунки ҳар қандай халқ хўжалиги тармоғидаги саноат корхоналарининг ишлаши замонавий энергия ресурслари билан ўз вақтида таъминланишига боғлиқ. Бунда нефт ва газ маҳсулотларини ташиш учун асосий воситаси бўлган қувурлар жуда муҳим рол ўйнайди. Қувурларини босимини лойиҳалашда асосий вазифа – бу ўтказувчанлик хусусиятини (сарф), қувур линиясидаги босимнинг йўқолишини аниқлаш ҳамда қувур линиясининг мақбул диаметрини танлашдир (суюқлик оқими). Шу сабабли, иссиқлик йўқотишларини камайтириш орқали қурилмаларнинг иссиқлик самарадорлигини ошириш, хизмат муддатини узайтириш орқали, нефт маҳсулотларини завод ичида ташиш учун технологик қувур линияларда гидродинамик шароитларини яхшилаш муҳим аҳамиятга эга.

Бугунги кунда, қувурлар ичида ҳаракатланиш самарадорлигини ошириш мақсадида қувурларнинг гидравлик қаршилигини пасайтириш, суюқ углеводородларнинг гидродинамик хусусиятларини яхшилаш бўйича қатор илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада углеводород хомашёсини ташиш ва уларни термик ишлов беришни самарали ташкил этиш, қувурларда ва қувурли иссиқлик алмаштиргичларда нефтгазконденсати аралашмалари оқимларининг гидродинамикасини ўрганиш, энергия сарфини камайтириш, шунингдек, кўриб чиқиладиган жараёнларнинг илмий ва амалий асосларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикада нефтни қайта ишлаш саноатида ишлаб чиқариш сифатини ошириш, модернизация ва диверсификация қилиш, инновацион технологияларни жорий этиш, ишлаб чиқарилган маҳсулотнинг ҳажми ва сифатини ошириш, шунингдек, уларнинг турларини кенгайтиришга қаратилган илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида “юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш”¹ йўналишидаги вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, нефтни қайта ишлаш заводларида нефтни қайта ишловчи қурилмалар самарадорлигини оширишнинг асосий йўналишларидан бири қувурли иссиқлик алмашувчилари ва қувурларда нефтгазконденсати хомашё оқимларининг мақбул гидродинамик режимларини таъминлайдиган ташишни ташкил этиш катта аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган тараққиёт

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 28.01.2022 йилдаги «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги ПФ-60-сон Фармони

стратегияси» тўғрисидаги, 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021-йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта тамойили бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармонлари ва 2017 йил 23-августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021-йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги Қарори, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Нефт кимёси ва нефтни қайта ишлаш, шунингдек, кимёвий технологиялар жараёнлари ва аппаратлари, нефт ва газ конденсатларини ташиш соҳасидаги кенг кўламли муаммоларни ҳал қилишга С.С. Попов, Ю.А Афиногентов, А.С. Дидковская, С.М. Дудин, А.Н. Шиповалов, Д.В. Новицкий, Pietrzykowski Marek, Szulc Krzysztof, С.А. Аҳмедов, С.А. Багатуров, О.Ф. Глаголева, В.М. Капустина, А.К. Мановян, З.С. Салимов, Н.Р. Юсупбеков, С.Г. Зокиров, Ш.М. Гулямов, Н.У. Ризаев, Х.С. Нурмухамедов, Ш.М. Саидахмедов, С.А. Абдурахимов, Т.З. Раҳмонов, А.М. Хурмаматов ва бошқа тадқиқотчиларнинг ишлари бағишланган.

Нефтни қайта ишлаш, нефт кимёси, кимё технологияси, суюқ углеводородларни қувурларда ташиш бўйича олиб борилган илмий изланишлар натижасида, технологик қувурларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш асослари яратилди ва ишлаб чиқаришга тавсия этилди.

Шу билан бирга, суюқ углеводородларни ташиш жараёнларининг гидродинамикасини ва турли конструкциядаги қувурлар ва қурилмаларнинг гидравлик қаршилигини ҳамда технологик суюқликларни ташийдиган насосларнинг қувватини ўрганиш, суюқ углеводород оқимларининг гидродинамик режимларининг қувурли қурилмаларда ҳаракатланиш самарадорлигига таъсири ва хомашёни ташиш учун энергия харажатларини камайтириш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ФА-А13-140 «Гидродинамик режимларни оптималлаштириш орқали бирламчи ҳайдаш учун углеводород хомашёсини иситиш жараёнларининг энергия тежовчи технологиясини ишлаб чиқиш» (2014-2017 й.й.) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади углеводород хомашёсини қайта ишлаш жараёнида оқимнинг гидродинамик кўрсаткичларини яхшилаш учун углеводород аралашмаларини ташиш жараёнининг мақбул режим кўрсаткичларини аниқлаш ва қувурлар ичида конструктив ўзгаришларни амалга оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

нефт ва газ конденсатининг зичлиги, қовушқоқлиги, мақбул нисбати, ҳарорат ва хомашё сарфининг қувурлардаги оқим режимига таъсирини аниқлаш;

нефт, газ конденсати ва уларнинг аралашмаларининг иссиқлик сиғими ва иссиқлик ўтказувчанлигини аниқлаш;

нефтгазконденсати хомашёсининг режим кўрсаткичларининг горизонтал қувурнинг гидравлик қаршилигига таъсирини аниқлаш;

қувурлар ичидаги углеводород оқимининг гидродинамик кўрсаткичларини яхшилаш учун иссиқлик алмаштиргичда конструктив ўзгаришларни амалга ошириш;

ишлаб чиқаришда нефт, газ конденсати ва уларнинг аралашмаларини ташиш учун қувурларнинг мақбул конструктив кўрсаткичларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида нефт, газ конденсати ва уларнинг турли нисбатлардаги аралашмалари олинган.

Тадқиқотнинг предметини углеводород хомашёсини қайта ишлаш жараёнида суюқ углеводородларни қувурлар ичида ташиш жараёнлари ва қурилмалари реконструкция қилиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертацияда тажрибаларни режалаштириш, экспериментал маълумотларни статистик қайта ишлаш, нефт ва ундан олинган маҳсулотларнинг физикавий ва термофизикавий хусусиятларини аниқлаш, ўхшашлик назариялари ва моделлаштириш тамойиллари, экспериментал маълумотларни компьютерда қайта ишлаш ва кимё техникасидаги математик усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

нефт, газ конденсати ва уларнинг аралашмаларининг иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda=0,1618$ Вт/м·К ва иссиқлик сиғими $C=1,78$ кДж/(кг·К) аниқланган;

углеводород оқимини 31°C ҳароратда $74\%\text{ГК}\div 26\%\text{Н}$ нисбатда ташишда оптимал иш кўрсаткичлари яъни: аралашманинг зичлиги $\rho=772$ кг/м³, кинематик қовушқоқлиги $\nu=1,16$ мм²/с, динамик қовушқоқлик $\mu=0,895\cdot 10^{-3}$ Па·с, Рейнолдс сони $Re=167$, гидравлик қаршилик $\Delta P=8,5$ кПа аниқланган;

иссиқлик алмаштиргич қувурлари ичидаги углеводород оқимининг гидродинамик кўрсаткичларини яхшилаш учун турбулизатор ўрнатилиб, унинг натижасида линиянинг умумий гидравлик қаршилиги 11,7% га, хомашёни ташиш учун қувват сарфи 33,7% гача камайиши ва йилига 487 200 кВт/соат гача энергия тежалиши исботланган;

нефт, газ конденсати ва уларнинг аралашмаларини ишлаб чиқаришда ташиш учун горизонтал қувурнинг оптимал диаметри $D=273/8$ мм эканлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

углеводород хомашёсини қайта ишлаш жараёнида нефтгазконденсати аралашмаларининг ҳарорати, қовушқоқлиги ва зичлиги, компонентларнинг аралашмадаги нисбати ва қувур линияси диаметрининг гидродинамик оқим режимларига таъсири аниқланган;

нефтгазконденсати аралашмаларининг ҳарорати, ҳаракат тезлиги ва таркиби технологик қувурлардаги умумий гидравлик қаршилигига таъсири аниқланган;

хомашё айланаётган оқимнинг горизонтал қувурлар орқали ташиш интенсивлигига таъсири исботланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий натижаларнинг тажрибалар маълумотларига мос келиши, шунингдек, тадқиқот асосида ҳисобланган ва лойиҳалаштирилган қурилманинг муваффақиятли саноат эксплуатацияси билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, углеводород хомашёсини иссиқлик алмаштиргич қувурлари ичида уларнинг физикавий ва термофизикавий хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда самарадорлигини ошириш, ташишнинг янги технологик ечим ишлаб чиқиш, иссиқлик алмаштиргич қувурлари ичидаги углеводород оқимининг гидродинамик кўрсаткичларини яхшилаш учун турбулизатор ўрнатишга асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти нефтгазконденсати оқимининг дастлабки ҳароратининг ошиши ҳисобига иссиқлик алмаштиргич ва горизонтал қувур линиясининг гидравлик қаршилигининг пасайиши ҳамда ўқув жараёнида кимё ва кимёвий технология йўналиши бўйича таълим муассасаларида магистр ва бакалаврларни тайёрлашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий этилиши. Углеводород аралашмаларининг қувурлар ичида ташиш учун гидродинамик кўрсаткичларини яхшилаш бўйича илмий натижалар асосида:

иссиқлик алмаштиргичларда нефтгазконденсати оқимини ташиш учун мақбул гидродинамик шароитлар «Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи» МЧЖнинг 2023 йил 3 августдаги 02-03-01/120-сон маълумотномаси). Натижада, тизимнинг умумий гидравлик қаршилиги 11,7% га, хомашёни ташиш учун қувват сарфи 33,7% га камайтириш имконини берган;

углеводородларни қувурларда ташиш жараёнининг мақбуллаштириш усули «Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи» МЧЖнинг 2023 йил 3 августдаги 02-03-01/120-сон маълумотномаси). Натижада, углеводород аралашмаларининг гидродинамик кўрсаткичлари яхшиланиб, йилига 487200 кВт/соат гача энергия тежаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот ишининг асосий натижалари 3 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий конференцияларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг нашр этилганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий ишлар нашр этилган, жумладан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси диссертацияларнинг асосий

натижаларини нашр этиш учун тавсия қилган илмий нашрларда 6 та илмий мақола, 4-таси республика ва 2-таси халқаро журналларда нашр қилинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, 4 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан ташкил топган. Диссертация ҳажми 100 бетдан иборат.

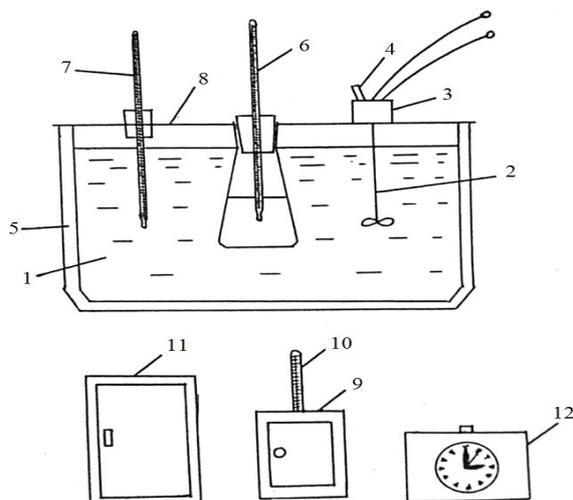
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари тавсифланган, тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги аниқланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти, саноат тажриба-синовлари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар ёритилган.

Диссертациясининг «**Суюқ углеводородларни ташиш назарияси ва амалиётининг ҳозирги ҳолати**» деб номланган биринчи бобида суюқликларни қувурларда ҳаракатланишининг асосий характеристикалари, гидродинамик жараёнларнинг асосий қонуниятлари ва суюқ углеводородларни ташишда гидродинамика соҳасидаги ишлар таҳлили батафсил кўриб чиқилди. Илмий-техник адабиётларда келтирилган горизонтал қувурда суюқлик ҳаракатининг қонуниятлари таҳлили ўтказилди. Адабиёт маълумотларини таҳлил қилиш натижаларига кўра, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилди.

Диссертациянинг «**Углеводород хомашёсининг физик-кимёвий таркибини ўрганиш ва термофизикавий хусусиятларини ҳисоблаш**» деб номланган иккинчи бобида Кўкдумалоқ нефти, газ конденсати ва уларнинг аралашмаларининг физикавий ва термофизикавий хоссаларини аниқлаш ва ўлчаш усуллари келтирилган (1-жадвал).

Нефт ва нефт маҳсулотларининг термофизикавий кўрсаткичларини иситиш вақтида оқувчанлигини ўрганиш учун тадқиқот олиб борилиб, қувурларни иситиш учун энергия сарфини ва ҳисоблашни амалга ошириш имконияти яратилди (1-расм).



1 – сифим; 2 – аралаштиргич; 3 – электр мотор; 4 - тумблер; 5 – суюқлик; 6,7,10 – термометрлар; 8 – қопқоқ; 9 – қуриштириш печи; 11 – музлатгич; 12 – секундомер

1-расм. Углеводородларнинг термофизикавий кўрсаткичларини ўлчаш учун қурилмаси

1-жадвалдан кўриш мумкинки, 41°C да 10% товар газ конденсати, 112°C да 50% газ конденсати ажралиб чиқади, охирги қайнаш ҳарорати 176°C ташкил этди, йўқотиш эса фақатгина 1%. Молекуляр оғирлиги 114,4 г / молни ташкил этди.

1-жадвал

Кўкдумалоқ конидан олинadиган товар конденсатининг физик-кимёвий тавсифлари

Кўрсаткич номи	Қиймат
1. Фракциявий таркиби	
Дастлабки қайнаш ҳарорати, °С	41
10% ҳароратда дистилланади, °С	72
20% шу каби	85
30% - « -	95
40% - « -	104
50% - « -	112
60% - « -	121
70% - « -	130
80% - « -	142
90% - « -	163
Охирги қайнаш ҳарорати, °С	176
Ҳайдалган жами, мл	98
Қолдик, %	1
Йўқотишлар, %	1
2. Зичлиги ρ_4^{20} , г/см ³	0,7356
3. Молекуляр массаси, г/моль	114,4
4. Силиш коэффициенти	1,4184
5. Олтингугуртнинг масса улуши, %	0,016
6. Мис пластинкага намунаси	сақланмайди
7. Иссиқлик сақлаш хусусияти, ккал/кг	11341,1
8. Кинематик қовушқоқлик, сСт:	
ҳароратда 0°C	0,82
шу каби 10°C	0,73
- « - 20°C	0,66
- « - 30°C	0,60
- « - 40°C	0,56
- « - 50°C	0,52

2-жадвал

Турли ҳароратларда сув ва нефтнинг термофизикавий хусусиятлари

№	Сув		Нефт				
	$t, ^\circ\text{C}$	$m, \text{ч}^{-1}$	$\alpha \cdot 10^{-4}$ $\text{м}^2/\text{ч}$	$m, \text{ч}^{-1}$	$\alpha \cdot 10^{-4}$ $\text{м}^2/\text{ч}$	$C \cdot 10^3$ $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$
29	13,54	5,33	4,45	1,752	70,0	860	2,93
30	13,54	5,35	4,45	1,758	105,0	860	4,41
31	27,36	5,37	4,52	0,887	62,5	860	1,01
32	27,36	5,38	4,52	0,889	185,0	860	3,93
33	27,36	5,40	4,38	0,864	45,0	860	0,93
34	27,36	5,41	4,38	0,866	46,3	860	0,96
35	28,10	5,43	3,68	0,711	33,0	860	0,56
36	28,10	5,45	3,68	0,714	41,3	860	0,70
37	28,10	5,46	3,68	0,725	30,0	860	0,51
38	28,10	5,48	4,91	0,985	27,1	860	0,62

39	28,10	5,49	4,91	0,959	22,2	860	0,51
40	28,10	5,51	4,91	0,963	21,7	860	0,50
41	28,10	5,52	4,91	0,964	-	-	-

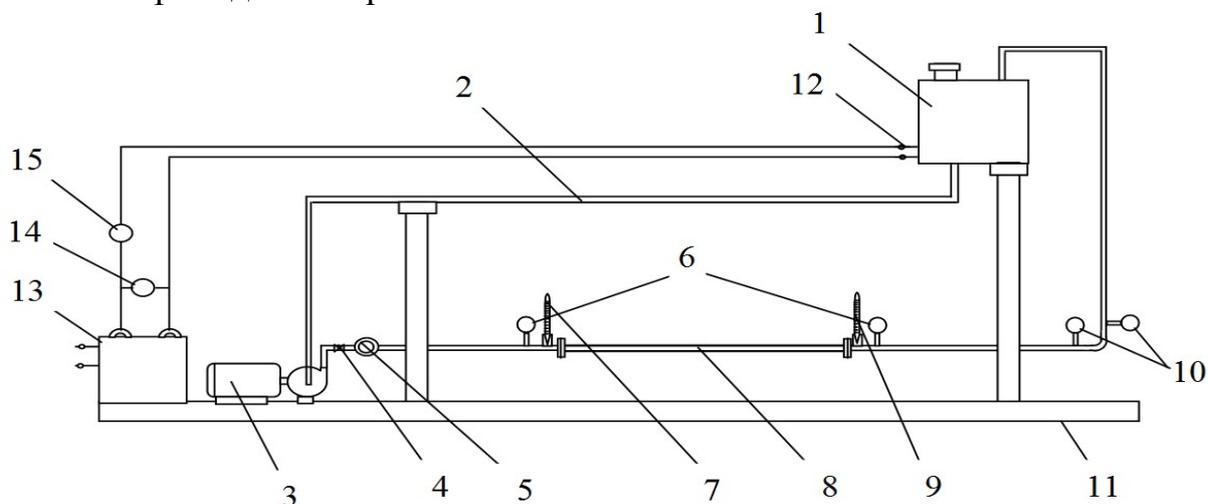
Изоҳ: m – сувнинг совиш тезлиги; α - иссиқлик тарқалиш коэффиценти; C – солиштирма иссиқлик сиғими; ρ – суюқлик зичлиги; λ – иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти.

Суюқликларнинг термофизикавий кўрсаткичларини ўлчаш учун лаборатория курилмаси ёрдамида (1-расм) зичлиги 860 кг/м^3 бўлган Кўкдумалоқ нефти намунаси бўйича тадқиқотлар ўтказилди. $29 \div 41^\circ\text{C}$ ҳарорат оралиғида иссиқлик тарқалиши, иссиқлик ўтказувчанлиги ва ўзига хос иссиқлик сиғими қийматлари коэффицентларининг қийматлари 2-жадвалда келтирилган.

Натижалар таҳлилидан келиб чиқадики, иссиқлик тарқалиш коэффиценти ҳарорат 29 дан 37°C гача кўтарилиши билан пасайиш кузатилади, 37 дан 41°C гача эса ошади; $29 \div 36^\circ\text{C}$ ҳарорат оралиғида солиштирма иссиқлик сиғими ўзгариб туради, 36°C дан юқори ҳароратларда эса пасаяди; $29 \div 36^\circ\text{C}$ ҳарорат оралиғида иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентининг қийматлари ҳам тебранишларга учрайди ва ҳароратнинг янада ошиши билан улар пасаяди; $29 \div 36^\circ\text{C}$ ҳарорат оралиғида иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентининг қийматлари ҳам тебранишларга учрайди ва ҳароратнинг янада ошиши билан улар пасаяди.

Диссертациянинг “Углеводород хомашёсининг гидродинамик хоссаларини ўрганиш” деб номланган учинчи бобида нефт ва газ конденсати хомашёси таркиби, тезлиги ва ҳарорат оқимининг горизонтал қувурнинг гидравлик қаршилигига ΔP таъсирини ўрганиш бўйича тажрибалар натижалари келтирилган.

Юқорида баён қилинганларга асосланиб, углеводород хомашёси ҳаракати пайтида ҳарорат ва оқим тезлигини ҳисобга олган ҳолда қувур ичидаги босимнинг кескин пасайишига маҳаллий қаршилиқнинг таъсирини ўрганиш мақсадида экспериментал курилма йиғилди, унинг принципиал схемаси 2-расмда келтирилган.



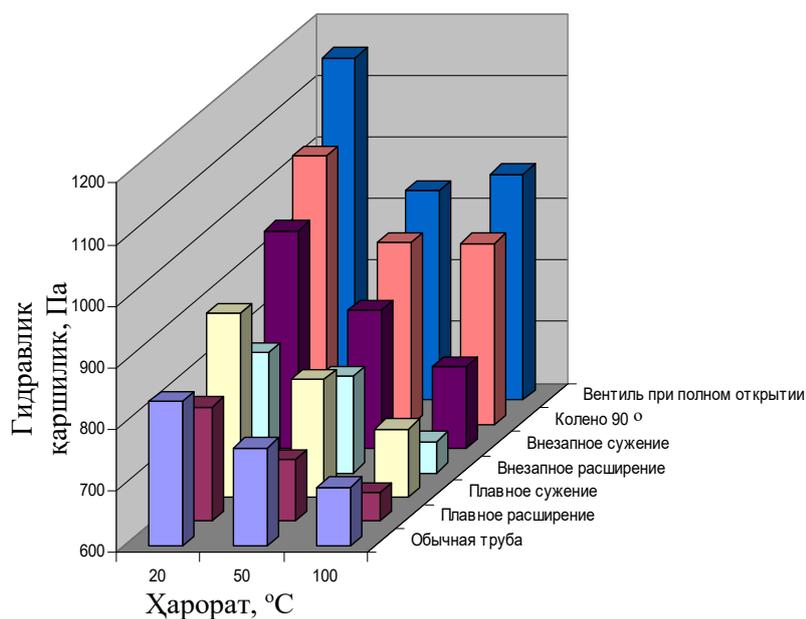
2-расм. Тажриба курилмасининг принципиал схемаси

1 - углеводород хомашёси учун идиш; 2 - қувур линияси; 3 - электр насос; 4 – сарфни бошқарувчи винтул; 5 - сарф ўлчагич; 6,10 - манометрлар; 7,9 - термометрлар; 8 - қувур линиясининг синов қисми; 11- қўшимча таянч; 12 - электр иситгич; 13 - лаборатория автотрансформатори (ЛАТР); 14 - вольтметр; 15 - амперметр.

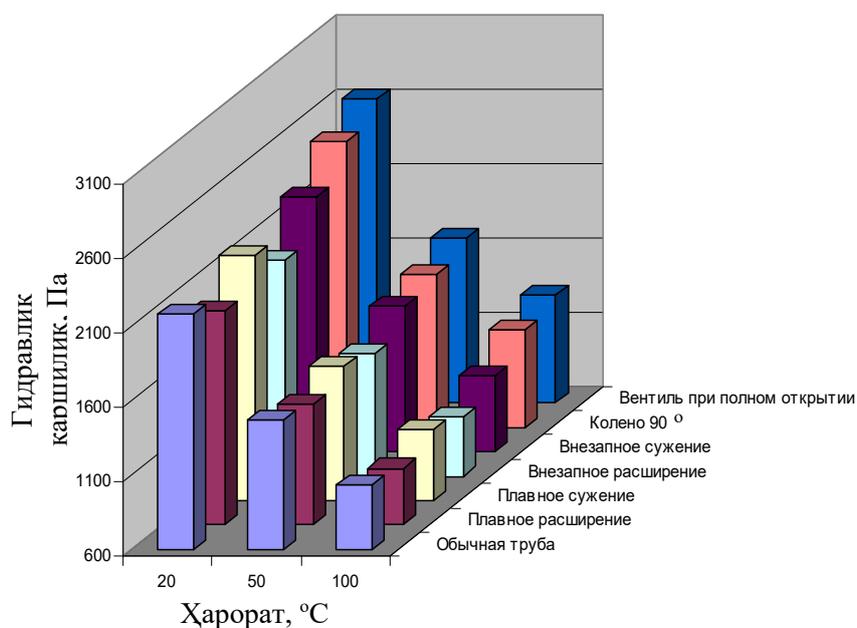
Тажриба давомида лаборатория қурилмасида 0,05÷1,0 м/с оқим тезлигида ва 20÷100°С ҳароратда нефт, газ конденсати ва уларнинг аралашмалари ҳаракати бир неча турдаги маҳаллий қаршиликлар, горизонтал қувурда углеводород хомашёсининг ҳаракати пайтида босимнинг йўқолиши, кескин кенгайиш ва қисқариш, силлиқ кенгайиш ва қисқариш, вентил ва тиргак 90° ёрдамида ёпиқ циклда амалга оширилди.

Газ конденсати ва нефтнинг 1,0 м/с оқим тезлигида ҳарорат ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда қувурдаги босим фарқига маҳаллий қаршиликнинг таъсирини аниқлаш бўйича тажрибаларнинг натижалари 3 ва 4-расмларда келтирилган.

3-расмдан кўришиб турибдики, газ конденсатининг ҳароратининг ошиши билан қовушқоқликнинг пасайиши туфайли гидравлик қаршилик камаяди. Хом ашё ҳароратининг 20 дан 100°С гача кўтарилиши билан қувурнинг силлиқ кенгайиши билан гидравлик қаршилик 786 дан 646 Па гача, секин торайганида - 898÷711 Па, қувурнинг кескин кенгайиши ва торайишида мос равишда 795÷651 Па ва 954÷734 Па камаяди.

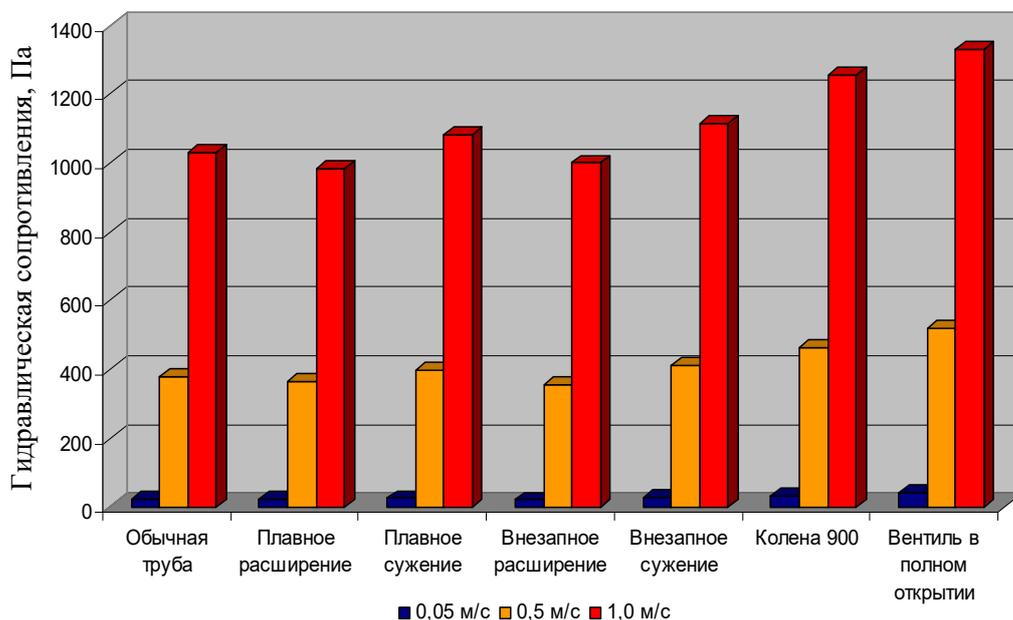


3-расм.
Хомашёнинг ҳароратига боғлиқ ҳолда маҳаллий қаршиликнинг босимни кескин пасайишига таъсири



4-расм. Нефтниг ҳароратига боғлиқ холда маҳаллий қаршилиқнинг босимни кескин пасайишига таъсири

4-расмдан кўришиб турибдики, нефтниг экспериментал ускуна қувурининг ўрганилаётган қисмида 1,0 м/с тезликда ҳаракат қилганда, ҳарорат ошиши билан ΔP кўрсаткичи камаяди. Улар қовушқоқлигининг юқори ўзгариши (20°C да газ конденсати 1,07 мм²/с, нефт 6,40 мм²/с) туфайли, қурилманинг гидравлик қаршилиги қувурдаги газ конденсатини ҳайдашдагига қараганда юқори.



5-расм. Суюқ углеводород оқимининг турли тезлигида технологик қувурнинг гидравлик қаршилиқининг ўзгариши

Қувурнинг ички диаметрига, хомашё таркибига ва оқим тезлигига қараб гидравлик қаршилиқ таъсирининг тажрибада ҳисобланган қийматлари 6-8 жадвалларда келтирилган.

6-жадвал

Нефтгазконденсати оқимининг диаметри $d=15$ мм бўлган горизонтал қувурда умумий гидравлик қаршилигининг 20°C ҳароратда хомашёнинг ҳаракат тезлиги ва таркибига боғлиқлиги.

Хомашёнинг таркиби	Суюқлик тезлиги, м/с				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	Умумий гидравлик қаршилик, Па				
Нефть	330	712	1145	1631	2455
70%Н+30%ГК	190	431	721	1061	1664
50%Н+50%ГК	123	295	516	785	1281
30%Н+70%ГК	94	237	427	665	1111
Газ конденсати	64	175	332	535	925

7-жадвал

Нефтгазконденсати оқимининг диаметри $d=20$ мм бўлган горизонтал қувурда умумий гидравлик қаршилигининг 20°C ҳароратда хомашёнинг ҳаракат тезлиги ва таркибига боғлиқлиги.

Хом ашёнинг таркиби	Суюқлик тезлиги, м/с				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	Умумий гидравлик қаршилик, Па				
Нефть	225	516	872	1293	1780
70%Н+30%ГК	136	335	598	923	1312
50%Н+50%ГК	93	248	465	743	1084
30%Н+70%ГК	75	210	406	662	978
Газ конденсати	55	169	341	571	859

6-жадвалдан кўришиб турибдики, нефт ва газ конденсати оқимининг тезлиги 0,2 дан 1,0 м/с гача ортиши билан қувурдаги умумий гидравлик қаршилик $\Delta P_{\text{умумий}}$ ортади: нефт ҳаракатида - 7,5 марта ($330 \div 2455$ Па), газ конденсати ҳаракатида - 14,4 марта ($64 \div 925$ Па). Умумий гидравлик қаршиликнинг 8,7 дан 11,8 марта пасайиши нефтгазконденсати аралашмалари таркибида газ конденсати улушини 30 дан 70% гача оширилганда кузатилади.

7-жадвалдан кўришиб турибдики, горизонтал қувурдаги оқим тезлиги ортиши билан ($\Delta=0,2 \div 1,0$ м/с оралиғида) барча турдаги хом ашёларда горизонтал қувурнинг ички диаметри $d=20$ мм умумий гидравлик қаршилиги ортиб боради. Юқоридаги оқим тезлигида ҳаракатлантирилганда $\Delta P_{\text{умумий}}$ 70%Н+30%ГК дан ташкил топган нефтгазконденсати аралашмаси - 7,9 марта, горизонтал қувурда 9,6 марта ($136 \div 1312$ Па), 50%Н+50%ГК – 11,6 ($93 \div 1084$ Па) ва 30%Н+70%ГК да - 13 марта ($75 \div 978$ Па) ортади. Газ конденсати горизонтал қувурда ҳаракат қилганда, умумий гидравлик қаршилик 15,6 баробар ортади ($55 \div 859$ Па).

Нефтгазконденсати оқимининг диаметри 25 мм бўлган горизонтал қувурда умумий гидравлик қаршилигининг 20°C ҳароратда хомашёнинг ҳаракат тезлиги ва таркибига боғлиқлиги.

Хом ашёнинг таркиби	Суюқлик тезлиги, м/с				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	Умумий гидравлик қаршилик, Па				
Нефть	148	357	488	955	1344
70%Н+30%ГК	137	245	454	722	1048
50%Н+50%ГК	66	190	372	608	903
30%Н+70%ГК	55	166	332	555	832
Газ конденсати	43	139	290	494	751

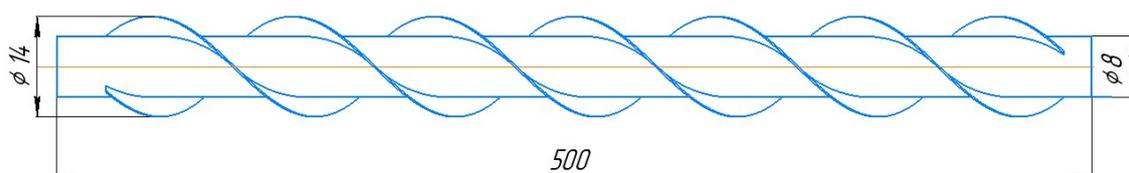
8-жадвалдан кўриниб турибдики, горизонтал қувурда ($d=25$ мм) оқим тезлиги 0,2 дан 1,0 м/с гача ошиши билан умумий гидравлик қаршилик ортади: нефт учун - 9 марта ($148 \div 1344$ Па), углеводород аралашмаси учун (70%Н +30%ГК) - 7,6 марта ($137 \div 1048$ Па), 50%Н+50% ГК учун - 13,6 марта ($66 \div 903$ Па), 30%Н+70%ГК учун - 15,2 марта ($55 \div 832$ Па) ва газ конденсати учун - 17, 4 марта ($43 \div 751$ Па).

Диссертациянинг “Саноат шароитида углеводород хомашёсини ташиш жараёни натижаларини тадбиқ этиш” деб номланган тўртинчи бобида Бухоро нефтни қайта ишлаш заводида атмосфера босими остида фракцияларга ажратиш қурилмасига нефтгазконденсати аралашмаларини қувурлар орқали ташиш ва иссиқлик алмашинувчи тизим самарадорлиги таҳлил қилинди (6-расм).

Нефтгазконденсати аралашмасини (10Е) атмосфера босими остида фракцияларга ажратиш қурилмасининг лойиҳавий қуввати $G_{np} = 428$ м³/с. Маҳсулот ишлаб чиқаришнинг технологик регламентига мувофиқ нефтгазконденсати аралашмасидаги нефтнинг ҳажмий улуши 30% ни ташкил этади. Нефт зичлиги $\rho_n = 844$ кг/м³. Нефтнинг иссиқлик сиғими $t_n = 105^\circ\text{C}$ да $C_n = 1,2160$ кЖ/(кг. °С) га тенг.

Насос станциясидан қурилмагачан бўлган қувур линиясининг умумий узунлиги 84 м, ички диаметри 325 мм. Линияда иккита задвижка, 90° бурчакли 6 тиргак ва 250 кВт қувватга эга насос мавжуд.

Қувурлар ичида углеводород аралашмалари ҳаракатининг гидродинамик режимини яхшилаш мақсадида иссиқлик алмаштиргичнинг ички қувурларида турбулент режимини амалга ошириш учун қувурнинг ичига айлантиргич ўрнатилди (7-расм). Айлантиргичнинг геометрик ўлчамлари: узунлиги $L=500$ мм, айланма диаметри $\varnothing = 14$ мм, ички диаметри $\varnothing = 8$ мм.



7-расм. Оқим турбулизацияси учун айлантргич

Тажриба натижаларидан фойдаланиб, хомашёнинг асосий физик-кимёвий ва термофизикавий хусусиятлари аниқланди, шунингдек хомашёнинг иссиқлик узатиш коэффициентларининг қийматлари иссиқлик ташувчидан аппаратнинг ички трубкаси деворининг ташқи юзасига α_1 ва қувурнинг ички деворидан трубанинг узунлиги бўйлаб α_2 хом ашёнинг иситиладиган оқимига қадар L аппаратада ишлаб чиқариш шароитида ҳисоблаб чиқилган.

Углеводород хомашёсини Е-02 иссиқлик алмаштиргичда иссиқлик билан ишлов беришда гидродинамик шароитларга боғлиқ равишда мавжуд ва таклиф этилаётган вариантда иссиқлик бериш, иссиқлик узатиш коэффициентлари ва энергия кўрсаткичларининг самарадорлигини ўрганиш бўйича тадқиқот натижалари 9-жадвалда келтирилган.

9-жадвал

10Е-02 иссиқлик алмаштиргичдаги тажриба натижалари

Кўрсаткичлар номи	Жараёни ташкил этишнинг мавжуд варианты	Жараёни ташкил этишда таклиф этилган варианты	Нисбат
Оқим тезлиги ω , м/с	0,227	0,52	2,3
Рейнольдс мезони Re	3200	6875	2,14
Иссиқлик бериш коэффициенти α_1 , Вт/(м ² К)	389	613	1,57
Иссиқлик бериш коэффициенти α_2 , Вт/(м ² К)	52	116	2,2
Иссиқлик узатиш коэффициенти K , Вт/(м ² К)	33	108	3,2
Гидравлик қаршилик ΔP , кПа	186	132	-1,4
Хом ашёни ҳайдаш учун зарур қувват N , кВт	3,2	2,4	-1,3

9-жадвалда кўришиб турибдики, таклиф қилинган вариантдаги нефтгазконденсати оқимининг тезлиги мавжуд вариантдан 2,3 баравар юқори. Рейнольдс мезони ҳам 2,1 марта ортади ва ламинардан оралиқ-ўтиш

режимига ўтади. Қувурнинг ташқи томонидаги иситиш оқимидан иссиқлик бериш коэффициенти α_1 1,5 марта ортади, ички қувурдан хом ашёга иссиқлик бериш коэффициенти α_2 ҳам 2,2 марта ортади. Жараённинг иссиқлик узатиш коэффициенти K ҳам 3,2 марта ўсиш тенденциясига эга. Ҳароратнинг ошиши ҳамда хомашёнинг қовушқоқлиги ва зичлигининг пасайиши ҳисобига аппаратнинг гидравлик қаршилиги 1,4 марта камаяди. Шу билан бирга, хомашёни ташиш учун двигателнинг қувват сарфи ҳам 1,3 барабар пасайиш тенденциясига эга. Завод ичидаги транспортировкада нефтгазконденсати хомашёсини ташишнинг оптимал кўрсаткичларини аниқлаш бўйича натижалар 10-жадвалда келтирилган.

10-жадвал

Конструктив ва технологик кўрсаткичларнинг нефтгазконденсати хомашёсини ташиш жараёни самарадорлигига таъсири (Хом ашёнинг сарфи -150 м³/ч).

Қувур диаметри D , мм	219/8	273/8	325/8
Аралашмалардаги газ конденсатининг улуши, %	72	74	70
Хом ашё ҳарорати, °С	31	31	23
Зичлик ρ , кг/м ³	778	772	787
Кинематик қовушқоқлик ν , м ² /с	1,20	1,16	1,42
Оқим тезлиги ω , м/с	1,10	0,71	0,50
Гидравлик қаршилик ΔP , кПа	24,5	8,5	3,7

Барча қувурлар учун хомашёнинг ҳажмий сарфи 150 м³/соатни ташкил этади. Иш режимида қувур диаметри 325/8 мм, ташиш ҳарорати 23°С, зичлиги 787 кг/м³, кинематик қовушқоқлик 1,42 м²/с, оқим тезлиги 0,50 м/с ва умумий гидравлик қаршилик 3,7 кПа ташкил этади. Хомашёни оптимал ташишни ўрганишда қувур линияси умумий гидравлик қаршилигининг турли ҳароратлар, хомашё таркиби ва қувур линияси диаметрида ҳисоблаб чиқилган. Ҳисобланган маълумотлардан диаметри 273/8 мм ва 31°С ҳарорат энг мақбул эканлиги аниқланди. Бунда, қувур линияси орқали хомашёни ташиш учун компонентлар нисбати 74% газ конденсати + 26% нефт, зичлиги 772 кг/м³, кинематик қовушқоқлик 1,16 м²/с, оқим тезлиги 0,71 м/с ва умумий гидравлик қаршилик 8,5 кПа бўлиши керак. Ушбу таркибли хомашёни ташиш 10Е қурилмасида бирламчи ҳайдаш учун энг мақбул ҳисобланади.

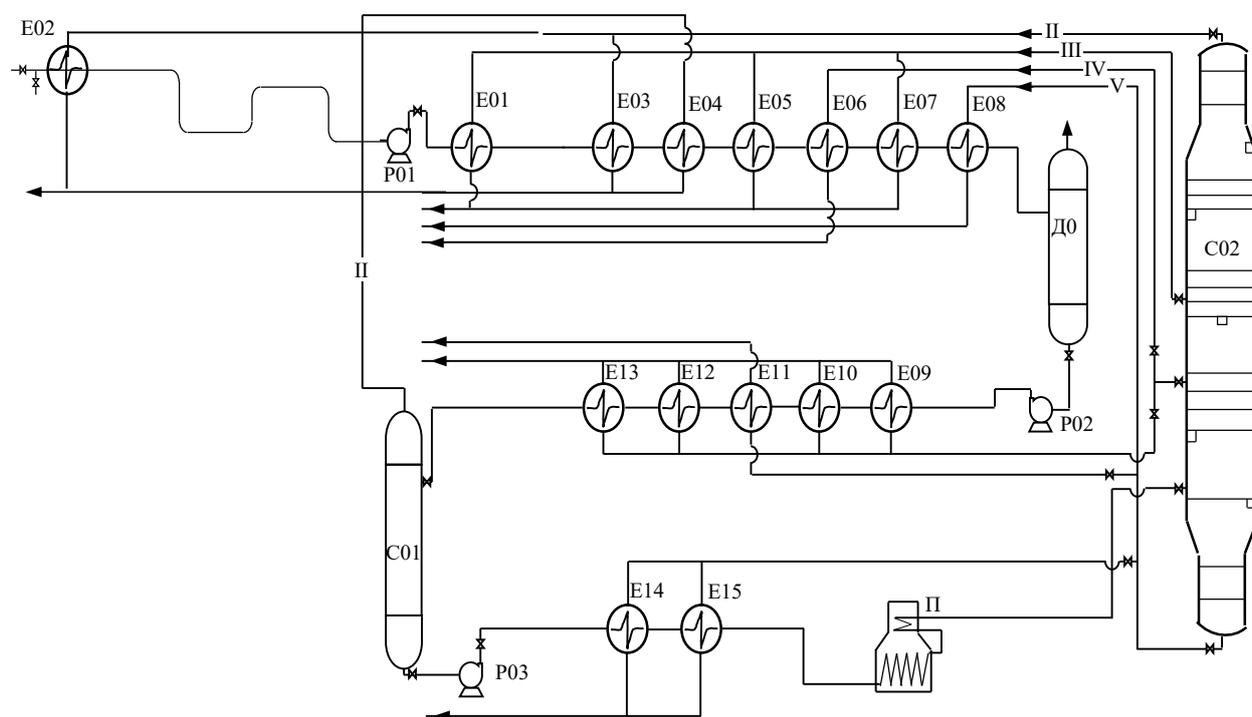
Углеводород хомашёси ҳароратининг оширилиши билан унинг қовушқоқлиги ва зичлиги пасаяди. Кейинчалик, оқувчанликнинг яхшиланиши туфайли линияда умумий гидравлик қаршилик камаяди.

Бухоро нефтни қайта ишлаш заводининг 10Е қурилмасидаги гидравлик қаршиликни ҳисоблаш натижалари 11-жадвалда келтирилган.

Бухоро НКИЗ 10E қурилмасининг иссиқлик ва гидродинамик кўрсаткичлари

Қурилманинг белгиланиши	Хомашё ҳарорати, °С		Гидравлик қаршилик ΔP , кПа	Истеъмол қуввати N , кВт
	t_n	t_k		
10E-02	23	31	132	5,5
Қувур линияси иссиқлик алмаштиргичгача	31	31	8,5	0,4
10E-01	31	37	98	4,1
10E-03	37	78	201	8,4
10E-04	78	81	412	17,2
10E-05	81	88	311	13,0
10E-06	88	95	612	25,5
10E-07	95	102	534	22,3
10E-08	102	111	548	22,8
Σ			2856,5	119,0

Жадвалда келтирилган маълумотлар шуни кўрсатадики, Бухоро НКИЗнинг иссиқлик алмашинувчи қурилмалари ва хомашё қувурларидаги умумий гидравлик қаршилик $8,5 \div 612$ кПа ни, насос двигателнинг қувват сарфи 119 кВт/соатни ташкил қилади.



8-расм. Углеводород хомашёсини бирламчи қайта ишлашнинг тавсия этилган технологик схемаси

Ҳисоблаш натижаларига кўра, Бухоро нефтни қайта ишлаш заводида иссиқлик алмаштиргич E02 қувур линиясининг бошига ўрнатилганда, қуйидаги натижаларни олиш имконини беради:

- линиядаги умумий гидравлик қаршилик 13% га камайди;
- нефтгазконденсати оқимини ташиш учун насоснинг қувват сарфи 13% гача камайди;
- энергияни тежаш йилига 148044 кВт/соатни ташкил этади;
- Бухоро нефтни қайта ишлаш заводида ушбу технологияни жорий этилишидан йиллик иқтисодий самарадорлик 133,2 млн сўмни ташкил этиши мумкин.

Фарғона нефтни қайта ишлаш заводида олиб борилган тажриба-синов ишларининг натижаларига кўра, иссиқлик алмаштиргич E02 қувур линиясининг бошига ўрнатилганда қуйидаги асосий натижаларга эришилди:

- линиядаги умумий гидравлик қаршилик 11,7% га камайди;
- нефтгазконденсати оқимини ташиш учун насоснинг қувват сарфи 33,7% гача камайди;
- энергияни тежаш йилига 487200 кВт/соатни ташкил этди;
- Фарғона нефтни қайта ишлаш заводида ушбу технологияни жорий этилишидан йиллик иқтисодий самарадорлик 292,3 млн сўмни ташкил этди.

ХУЛОСА

Нефтгазконденсати аралашмасини ташишда оптимал режим-конструктив кўрсаткичларни аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқотларга асосланиб, қуйидаги хулосага келишимиз мумкин:

- углеводород аралашмасининг 20°C хароратда солиштирма иссиқлик сифими 18,0÷22,0 кЖ/(кг К) ни ташкил қилди; иссиқлик тарқалиш коэффициенти - $0,60-0,74 \cdot 10^{-4}$ м²/соат ва иссиқлик ўтказувчанлиги - 0,29-0,35 Вт/(мК); зичлиги (20°C да) - 860 кг/м³; ҳажмий иссиқлик кенгайиш коэффицентининг қиймати (20°C да) - $2 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹;

- ўрганилаётган нефтгазконденсати аралашмасининг гидродинамик, физикавий ва термофизикавий хусусиятларини ўрганиш ва аниқлаш учун лаборатория қурилмаси йиғилди;

- нефт ва газ конденсатининг технологик қувурлар орқали ҳаракатланишида энг юқори қаршиликни 90° бурилиш ва вентил юзага келтиради. Нефтни ташиш жараёнида бу кўрсаткичлар оддий пўлат қувурларга нисбатан 2,43 ва 2,29 марта, газ конденсатини ташиш жараёнида эса 1,15 ва 1,21 марта ошиши аниқланди;

- хомашё таркибида газ конденсатининг улуши 30 дан 70% гача ошиши билан гидравлик қаршилик қиймати оқим тезлиги ва қувур диаметрига боғлиқ ҳолда ўртача 1,3 - 1,8 марта камайд;

- газ конденсатининг фракция таркиби (41 дан 176°C хароратгачан), зичлиги (0,7356 г/см³) ва углеводород гуруҳининг таркиби, шунингдек,

ишлаб чиқариш шароитида газ конденсатининг фракциялар бўйича зичлиги аниқланди;

- нефтгазконденсати аралашмасининг ишлаб чиқариш шароитида термик тайёрлаш технологияси ўрганилди ва углеводородлар оқимининг гидродинамик кўрсаткичларини яхшилаш учун айланмали (завихритель) янги иссиқлик алмашилиш таклиф қилинди;

- таклиф этилаётган технологиянинг оптимал режим-конструктив кўрсаткичлари аниқланди: қувур диаметри $D=273/8$ мм; аралашмадаги газ конденсатининг улуши 74%; хомашёнинг ҳажмий сарфи $Q=150$ м³/соат; хомашё ҳарорати $t = 31^{\circ}\text{C}$; зичлик $\rho= 772$ кг/м³; кинематик қовушқоқлик $\nu=1,16$ мм²/с; оқим тезлиги $\omega = 0,71$ м/с; гидравлик қаршилик $\Delta P = 8,5$ кПа;

- ишлаб чиқариш шароитида такомиллаштирилган E02 иссиқлик алмаштиргичининг тажриба синовлари ўтказилди, бунда асосий технологик кўрсаткичларнинг пасайиши кузатилди: линиянинг умумий гидравлик қаршилиги 11,7% га; нефтгазконденсати оқими учун қувват сарфи 33,7% гача; электр энергия йилига 487200 кВт/соатгача.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 02/30.12.2019.К/Т35.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АБДУРАХИМОВ САИДРАСУЛ САИДАКБАРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПРОЦЕССА ПЕРЕКАЧКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В
ТРУБОПРОВОДАХ**

02.00.08 - «Химия и технология нефти и газа»

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

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистана за номером В 2023.3. PhD /Т3807.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете им. И. Каримова.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.iohx.uz) и информационно-образовательном портале «Ziyouet» (www.ziyouet.uz).

Научный руководитель:

Туробджанов Садриддин Махаматдинович
доктор технических наук, профессор,
академик

Официальные оппоненты:

Сайдахмедов Шамшитдин Мухтарович
доктор технических наук, ст.науч.сотр.

Тураев Толиб Бозорович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита диссертации состоится « 11 » января 2024 г. в «14⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.K/T35.01 при Институте общей и неорганической химии (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, д. 77. Тел.: (99871) 262-56-60, факс: (99871) 262-56-60, e-mail: iohxanrux@nuu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (зарегистрировано под № 9). Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, д. 77. Тел.: (99871) 262-56-60, факс: (99871) 262-56-60.

Автореферат диссертации разослан « 29 » декабря 2023 года.
(реестр протокола рассылки № 9 от « 29 » декабря 2023 года).



Б.С. Закиров
Председатель Научного совета по присуждению
ученой степени, д.х.н., проф.

Ш.А.Кулдашева
Ученый секретарь Научного совета по присуждению
ученой степени, д.х.н., проф.

И.Д. Эшметов
Председателя Научного семинара при Научном совете
по присуждению ученой степени, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире транспортировка нефти и газа, а также продуктов их переработки имеет важное экономическое значение, так как работа промышленных предприятий в каждой народнохозяйственной отрасли зависит от своевременных поставок источников энергии. При этом очень важную роль играют трубопроводы, которые являются основным средством для транспортировки нефтяных и газовых продуктов. Основной задачей при конструировании напорных трубопроводов является определение пропускной способности (расхода), потери давления в трубопроводе, а также выбора оптимального диаметра трубопровода (потока жидкости). По этой причине важным является улучшение гидродинамических режимов в технологических трубопроводах для внутривоздушной перекачки нефтепродуктов за счёт повышения тепловой эффективности устройств, продления срока их службы с помощью снижения тепловых потерь.

На сегодняшний день особую актуальность приобретают исследования, направленные на снижение гидравлического сопротивления в трубопроводах, улучшение гидродинамических показателей жидких углеводородов с целью повышения эффективности движения внутри труб. В связи с этим особое внимание уделяется эффективной организации перекачки углеводородного сырья и их тепловой подготовки, ведутся актуальные научные исследования по изучению гидродинамики потоков нефтегазоконденсатных смесей в трубопроводах и трубчатых теплообменниках, сокращению энергетических расходов, а также разработке научно-практических основ рассматриваемых процессов.

В республике достигаются научно-практические результаты, направленные на повышение качества, модернизацию и диверсификацию производства в нефтеперерабатывающей отрасли, внедрение инновационных технологий, увеличение объемов и качества выпускаемой продукции, а также расширение ее ассортимента. Стратегия действий Республики Узбекистан по дальнейшему развитию определяет задачи "дальнейшей модернизации и диверсификации промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленные на опережающее развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов".¹ В связи с этим одним из основных направлений повышения эффективности нефтеперегонной установки на нефтеперерабатывающих заводах является организация транспортировки с обеспечением оптимальных гидродинамических режимов потоков нефтегазоконденсатного сырья в трубчатых теплообменниках и в трубопроводах.

¹Указ президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

Данное диссертационное исследование в определенной степени послужит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлении Президента Республики Узбекистан от 23 августа 2017 года № ПП-3236 «О программе развития химической промышленности на 2017 - 2021 годы», а также 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 Республики, предусмотренным в VII разделе «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Степень изученности проблемы. Работы С.С. Попова, Ю.А Афиногентова., А.С. Дидковской, С.М. Дудина, А.Н. Шиповалова, Д.В. Новицкого, Pietrzykowski Marek, Szulc Krzysztof, С.А. Ахмедова, С.А. Багатурова, О.Ф. Глаголевой, В.М. Капустинной, А.К. Мановяна, З.С. Салимова, Н.Р. Юсупбекова, С.Г. Закирова, Ш.М. Гулямова, Н.У. Ризаева, Х.С. Нурмухамедова, Ш.М. Сайдахмедова, С.А. Абдурахимова, Т.З. Рахмонова, А.М. Хурмаматова и других исследователей посвящены решению широкого круга проблем в областях нефтехимии и нефтепереработки, а также процессов и аппаратов химических технологий, перекачки нефти и газовых конденсатов.

В результате проведенных научных исследований по нефтепереработке, нефтехимии, химической технологии, перекачки жидких углеводород в трубопроводах созданы основы расчёта и проектирования технологических труб и рекомендованы к производству.

Одновременно проводятся исследования по изучению гидродинамики процессов перекачки жидких углеводородов и расчет гидравлических сопротивлений труб и устройств различной конструкции, а также мощности насосов, перекачивающих технологические жидкости, по влиянию гидродинамических режимов жидких углеводородных потоков на эффективность движения в трубчатых аппаратах и снижению затрат энергии на перекачку сырья.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в рамках плана прикладного проекта научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии ФА-А13-140 «Разработка энергосберегающей технологии процессов нагревания углеводородного сырья для первичной перегонки путем оптимизации гидродинамических режимов» (2014-2017 гг.).

Целью исследования является определение оптимальных режимных параметров процесса перекачки углеводородных смесей и внесение конструктивных изменений внутри трубопроводов для улучшения гидродинамических показателей потока в процессе переработки углеводородного сырья.

Задачи исследования заключаются в следующем:

определение влияния плотности, вязкости, оптимального соотношения нефти и газового конденсата, температуры и расхода сырья на режим движения потока в трубопроводах;

определение теплоёмкости и теплопроводности нефти, газового конденсата и их смесей;

определение влияния режимных параметров нефтегазоконденсатного сырья на гидравлическое сопротивление горизонтальной трубы;

осуществление конструктивных изменений теплообменного аппарата для улучшения гидродинамических параметров углеводородного потока внутри трубопроводов;

определение оптимальных конструктивных параметров трубопроводов для перекачки нефти, газового конденсата и их смесей в производстве.

Объектами исследования являются нефть, газовый конденсат и их смеси в различных соотношениях.

Предметом исследования являются процессы и аппараты перекачки жидких углеводородов внутри труб в процессе переработки углеводородного сырья.

Методы исследований. При выполнении диссертационной работы использованы методы планирования экспериментов, статистической обработки экспериментальных данных, определения физических и теплофизических свойств нефти и продуктов ее переработки, теории подобия и принципы моделирования, компьютерная обработка экспериментальных данных и математические методы в химической технике.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены теплопроводность $\lambda=0,1618$ Вт/м·К и теплоёмкость $C=1,78$ кДж/(кг·К) нефти, газового конденсата и их смесей;

установлены оптимальные режимные параметры при перекачке углеводородного потока при 31°C в соотношении 74%ГК÷26%Н, при этом, плотность смеси составляла $\rho=772$ кг/м³, кинематическая вязкость $\nu=1,16$ мм²/с, динамическая вязкость $\mu=0,895\cdot 10^{-3}$ Па·с, число Рейнольдса $Re=167,1$ гидравлическое сопротивление $\Delta P=8,5$ кПа;

установлен завихритель для улучшения гидродинамических показателей углеводородного потока внутри трубопроводов теплообменного аппарата, в результате чего доказано снижение общего гидравлического сопротивления линии на 11,7%, потребляемой мощности для перекачки сырья до 33,7% и экономия электроэнергии до 487200 кВт/ч в год;

установлено, что оптимальный диаметр горизонтального трубопровода для перекачки нефти, газового конденсата и их смесей в производстве составляет $D=273/8$ мм.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

установлено влияние температуры, вязкости и плотности нефтегазоконденсатных смесей, соотношение компонентов смеси и диаметр трубопровода на гидродинамические режимы движения потока в процессе переработки углеводородного сырья;

установлено влияние температуры, скорости движения и состава нефтегазоконденсатных смесей на общее гидравлическое сопротивление в технологических трубах;

доказано влияние закрученного потока сырья на интенсивность его перекачки по горизонтальным трубопроводам.

Достоверность результатов исследования подтверждается согласованностью теоретических результатов с данными экспериментов, а также успешной промышленной эксплуатацией аппарата, рассчитанного и спроектированного на основе проведенных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что они являются основой для установки турбулизатора с целью повышения эффективности, разработки нового технологического решения по транспортировке, улучшения гидродинамических параметров углеводородного потока внутри труб теплообменника с учетом физических и теплофизических свойств углеводородного сырья.

Практическая значимость результатов исследования заключается в снижении гидравлического сопротивления теплообменника и горизонтального трубопровода за счет повышения начальной температуры нефтегазоконденсатного потока, а также в подготовке магистров и бакалавров в учебных заведениях по направлению химия и химическая технология.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов по улучшению гидродинамических показателей углеводородных смесей для перекачки внутри трубопроводов:

внедрены в практику оптимальные гидродинамические условия транспортировки нефтегазоконденсатного потока в теплообменниках ООО «Ферганском нефтеперерабатывающем заводе» (справка №02-03-01/120 от 3 августа 2023 года ООО «Ферганский НПЗ»). В результате это позволяет снизить общее гидравлическое сопротивление системы на 11,7%, потребляемую мощность для перекачки сырья до 33,7%;

внедрен в практику метод оптимизации процесса транспортировки углеводородов по трубопроводам ООО «Ферганский нефтеперерабатывающий завод» (справка ООО «Ферганский НПЗ» №02-03-01/120 от 3 августа 2023 г.). В результате улучшаются гидродинамические

показатели углеводородных смесей, что позволяет экономить энергию до 487200 кВт/ч в год.

Апробация результатов исследования. Основные результаты данного исследования были обсуждены на 3-х международных и 2-х республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 11 научных работ, из них 6 статей, в том числе 2 в зарубежных и 4 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 приложения. Объем диссертации составляет 100 страниц.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

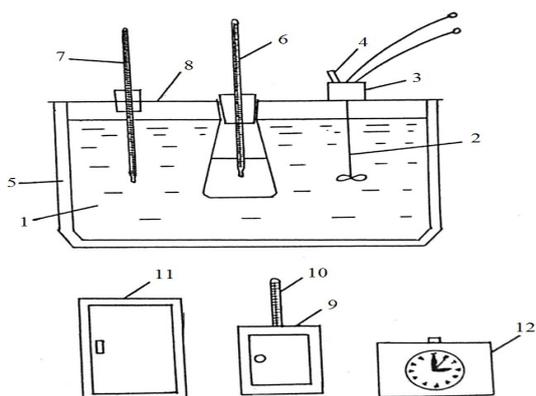
В первой главе диссертации «**Современное состояние теории и практики транспортировки жидких углеводородов**» подробно рассмотрены основные характеристики движения жидкостей в трубопроводах, основные закономерности протекания гидродинамических процессов и анализ работ в области гидродинамики транспортировки жидких углеводородов. Проведен анализ закономерностей движения жидкости в горизонтальной трубе, приведенных в материалах научно-технической литературы. По результатам анализа литературных данных сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации «**Изучение физико-химического состава и расчет теплофизических свойств углеводородного сырья**» приведены методики определения и измерения физических и теплофизических свойств Кукдумалакской нефти, газового конденсата и их смесей (табл.1).

Для изучения текучести при нагревании были исследованы теплофизические параметры нефти и нефтепродуктов для создания возможности проведения расчёта и расхода энергии на обогрев трубопроводов (рис.1).

Из табл.1 видно, что при 41°C выделяется 10% товарного газового конденсата, при 112°C выделяется 50% газового конденсата, температура

конца кипения составляла 176°C, а потеря - всего 1%. Молекулярная масса составила 114,4 г/моль.



1 – ёмкость; 2 – мешалка; 3 – электрический мотор; 4 – тумблер; 5 – жидкость; 6,7,10 – термометры; 8 – крышка; 9 – сушильный шкаф; 11 – холодильник; 12 – секундомер

Рис.1. Установка для измерения теплофизических показателей углеводородов

Таблица 1

Физико-химическая характеристика товарного конденсата месторождения Кокдумалак

Наименование показателя	Значение
1. Фракционный состав	
температура начала кипения, °С	41
10% перегоняется при температуре, °С	72
20% то же	85
30% - « -	95
40% - « -	104
50% - « -	112
60% - « -	121
70% - « -	130
80% - « -	142
90% - « -	163
Температура конца кипения, °С	176
Всего отогнано, мл	98
Остаток, %	1
Потери, %	1
2. Плотность ρ_{4}^{20} , г/см ³	0,7356
3. Молекулярная масса, г/моль	114,4
4. Коэффициент преломления	1,4184
5. Массовая доля серы, %	0,016
6. Проба на медную пластину	не выдер
7. Теплотворная способность, ккал/кг	11341,1
8. Кинематическая вязкость, сСт:	
при температуре 0°С	0,82
то же 10°С	0,73
- « - 20°С	0,66
- « - 30°С	0,60
- « - 40°С	0,56
- « - 50°С	0,52

Таблица 2

Теплофизические характеристики воды и нефти при различных температурах

№	Вода		Нефть				
	$t, ^\circ\text{C}$	$m, \text{ч}^{-1}$	$\alpha \cdot 10^{-4}$ $\text{м}^2/\text{ч}$	$m, \text{ч}^{-1}$	$\alpha \cdot 10^{-4}$ $\text{м}^2/\text{ч}$	$C \cdot 10^3$ $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$
29	13,54	5,33	4,45	1,752	70,0	860	2,93
30	13,54	5,35	4,45	1,758	105,0	860	4,41
31	27,36	5,37	4,52	0,887	62,5	860	1,01
32	27,36	5,38	4,52	0,889	185,0	860	3,93
33	27,36	5,40	4,38	0,864	45,0	860	0,93
34	27,36	5,41	4,38	0,866	46,3	860	0,96
35	28,10	5,43	3,68	0,711	33,0	860	0,56
36	28,10	5,45	3,68	0,714	41,3	860	0,70
37	28,10	5,46	3,68	0,725	30,0	860	0,51
38	28,10	5,48	4,91	0,985	27,1	860	0,62
39	28,10	5,49	4,91	0,959	22,2	860	0,51
40	28,10	5,51	4,91	0,963	21,7	860	0,50
41	28,10	5,52	4,91	0,964	-	-	-

Примечание: m – темп охлаждения воды; α – коэффициент температуропроводности; C – удельная теплоёмкость; ρ – плотность жидкости; λ – коэффициент теплопроводности.

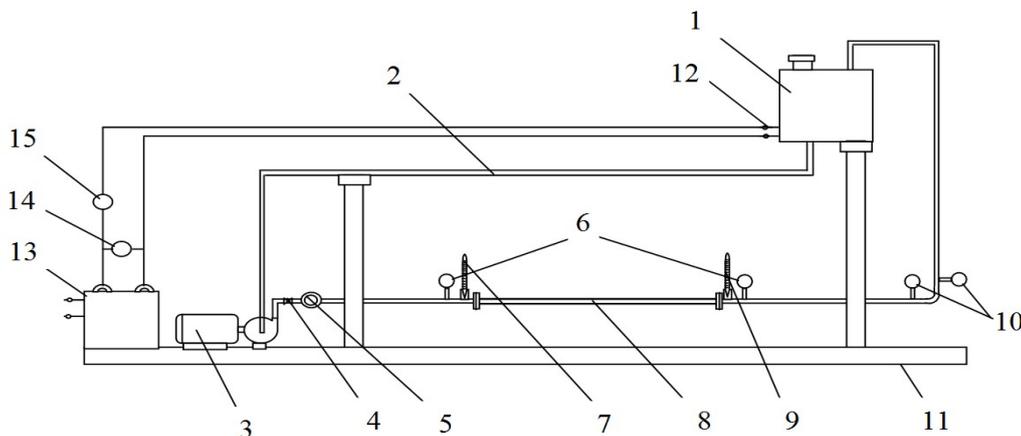
На лабораторной установке для измерения теплофизических параметров жидкостей (рис.1) были проведены исследования образца Кокдумалакской нефти с плотностью $860 \text{ кг}/\text{м}^3$. В интервале температур $29 \div 41^\circ\text{C}$ определены значения коэффициентов температуропроводности, теплопроводности, значения удельной теплоёмкости, которые приведены в таблице 2.

Из анализа результатов следует, что с увеличением температуры от 29 до 37°C происходит уменьшение, а от 37 до 41°C – увеличения коэффициента температуропроводности; в интервале температур $29 \div 36^\circ\text{C}$ происходит колебание значений удельной теплоёмкости, а при температурах выше 36°C – её уменьшение; значения коэффициента теплопроводности в интервале температур $29 \div 36^\circ\text{C}$ также претерпевают колебания, а с дальнейшим увеличением температуры – уменьшаются.

В третьей главе диссертации «**Изучение гидродинамических свойств углеводородного сырья**» приведены результаты экспериментов по изучению влияния состава, скорости и температуры потока нефтегазоконденсатного сырья на гидравлическое сопротивление горизонтальной трубы ΔP .

Исходя из вышеизложенного, собрана экспериментальная установка для изучения влияния местного сопротивления на резкое уменьшение давления в трубе при движении углеводородного сырья с учетом температуры и скорости потока, принципиальная схема которой представлена на рис.2.

В ходе эксперимента на лабораторной установке осуществлено движение нефти, газового конденсата и их смесей при скорости потока $0,05 \div 1,0$ м/с и температуре $20 \div 100$ °С по замкнутому циклу с применением нескольких видов местных сопротивлений, как потеря давления при движении углеводородного сырья в горизонтальной трубе, внезапном расширении и сужении, плавном расширении и сужении, вентиля и колена 90° .



1 - ёмкость для углеводородного сырья; *2* - трубопровод; *3* - электронасос; *4* - вентиль для регулировки расхода; *5* - расходомер; *6, 10* - манометры; *7, 9* - термометры; *8* - испытуемый участок трубопровода; *11* - опорная стойка; *12* - электрический нагреватель; *13* - лабораторный автотрансформатор (ЛАТР); *14* - вольтметр; *15* - амперметр.

Рис. 2. Принципиальная схема экспериментальной установки

Результаты экспериментальных данных по определению воздействия местного сопротивления на разность давления в трубе с учетом изменения температуры в скорости потока $1,0$ м/с газового конденсата и нефти представлены на рис.3 и 4.

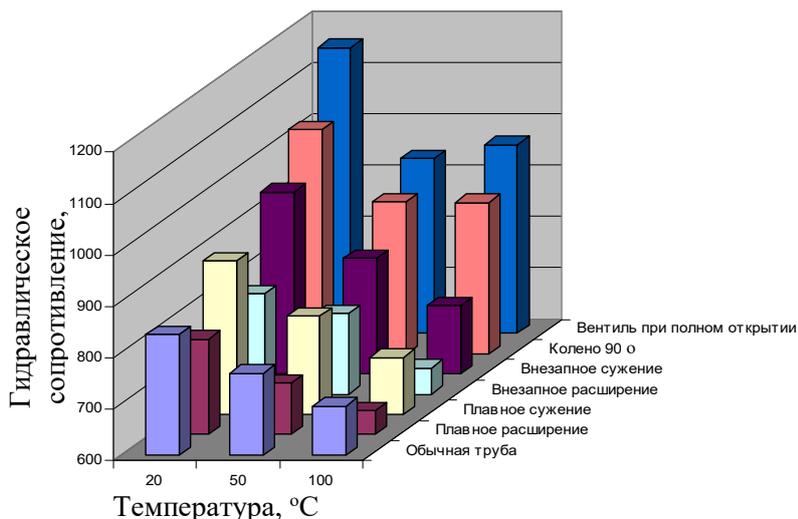


Рис.3. Влияние местного сопротивления на резкое уменьшение давления в зависимости от температуры сырья

Из рис.3 видно, что с увеличением температуры газового конденсата, за счёт уменьшения вязкости, гидравлическое сопротивление снижается. С увеличением температуры сырья от 20 до 100°C гидравлическое

сопротивление при плавном расширении трубы уменьшается от 786 до 646 Па, при плавном сужении - 898÷711 Па, при резком расширении и сужении трубы - 795÷651 Па и 954÷734 Па, соответственно.

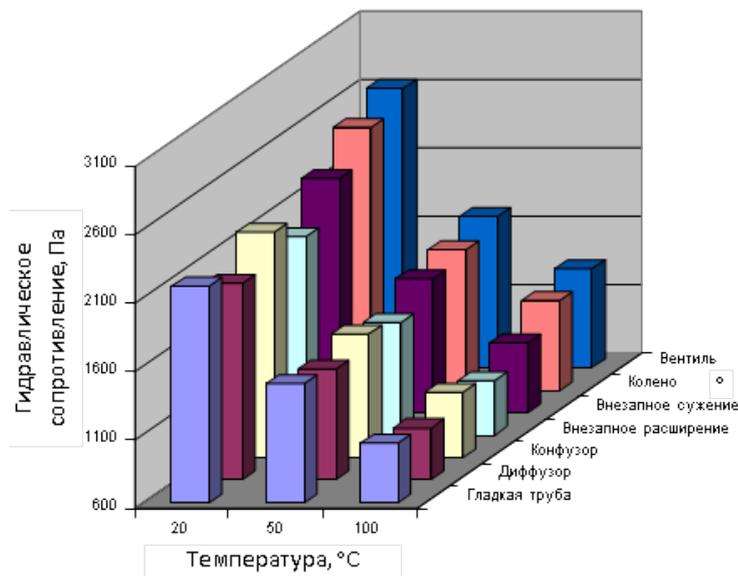


Рис.4. Влияние местного сопротивления на резкое уменьшение давления в зависимости от температуры нефти

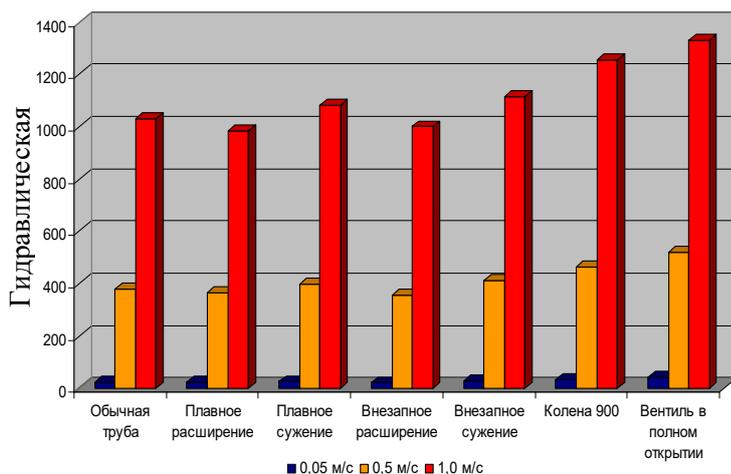


Рис.5. Изменение гидравлического сопротивления технологической трубы при различных скоростях жидкого углеводородного потока

Из рис.4 видно, что при движении нефти со скоростью 1,0 м/с в изучаемой части трубы экспериментального оборудования с повышением температуры показатель ΔP снижается. За счет высокого изменения их вязкости (при 20°C газовый конденсат 1,07 мм²/с, нефть 6,40 мм²/с) гидравлическое сопротивление аппарата выше, чем при перекачке газового конденсата в трубе

Экспериментально-расчётное значение гидравлического сопротивления в зависимости от внутреннего диаметра трубопровода, состава сырья и скорости потока представлены в табл. 3÷5.

Таблица 3

Зависимость общего гидравлического сопротивления нефтегазоконденсатных потоков в горизонтальной трубе с диаметром $d=15$ мм от скорости движения и состава сырья при температуре 20°C

Сырье	Скорость сырья, м/с				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	Общее гидравлическое сопротивление, Па				
100% Нефть	330	712	1145	1631	2455
70%Н+30%ГК	190	431	721	1061	1664
50%Н+50%ГК	123	295	516	785	1281
30%Н+70%ГК	94	237	427	665	1111
Газовый конденсат 100%	64	175	332	535	925

Из табл.3 видно, что по мере увеличения скорости нефтегазоконденсатных потоков от 0,2 до 1,0 м/с общее гидравлическое сопротивление $\Delta P_{\text{общ}}$ в трубе повышается: при движении нефти - в 7,5 раза ($330 \div 2455$ Па), при движении газового конденсата - в 14,4 раза ($64 \div 925$ Па). Уменьшение общего гидравлического сопротивления от 8,7 до 11,8 раза наблюдается при увеличении доли газового конденсата от 30 до 70% в составе нефтегазоконденсатных смесей.

Таблица 4

Зависимость общего гидравлического сопротивления нефтегазоконденсатных потоков в горизонтальной трубе с диаметром $d=20$ мм от скорости движения и состава сырья при температуре 20°C

Состав сырья	Скорость жидкости, м/с				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	Общее гидравлическое сопротивление, Па				
Нефть	225	516	872	1293	1780
70%Н+30%ГК	136	335	598	923	1312
50%Н+50%ГК	93	248	465	743	1084
30%Н+70%ГК	75	210	406	662	978
Газовый конденсат	55	169	341	571	859

Из табл.4 видно, что по мере увеличения скорости движения потока в горизонтальной трубе (в пределах $\Delta=0,2 \div 1,0$ м/с) во всех видах сырья наблюдается повышение общего гидравлического сопротивления горизонтальной трубы с внутренним диаметром $d=20$ мм. При вышеуказанной скорости потока $\Delta P_{\text{общ}}$ увеличивается при движении нефти в горизонтальной трубе 7,9 раза ($225 \div 1780$ Па), нефтегазоконденсатной смеси, состоящей из 70%Н+30%ГК, - в 9,6 раза ($136 \div 1312$ Па), при движении 50%Н+50%ГК - в 11,6 раза ($93 \div 1084$ Па), при 30%Н+70%ГК - в 13 раз ($75 \div 978$ Па). При движении газового конденсата в горизонтальной трубе общее гидравлическое сопротивление повышается в 15,6 раза ($55 \div 859$ Па).

Таблица 5

Зависимость общего гидравлического сопротивления нефтегазоконденсатных потоков в горизонтальной трубе с диаметром 25 мм от скорости движения и состава сырья при температуре 20°C

Состав сырья	Скорость жидкости, м/с				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	Общее гидравлическое сопротивление, Па				
Нефть	148	357	488	955	1344
70%Н+30%ГК	137	245	454	722	1048
50%Н+50%ГК	66	190	372	608	903
30%Н+70%ГК	55	166	332	555	832
Газовый конденсат	43	139	290	494	751

Из табл.5 видно, что с повышением скорости потока в горизонтальной трубе ($d=25$ мм) от 0,2 до 1,0 м/с общее гидравлическое сопротивление повышается: для нефти - в 9 раз ($148 \div 1344$ Па), для углеводородной смеси (70%Н+30%ГК) - в 7,6 раза ($137 \div 1048$ Па), для 50%Н+50%ГК - в 13,6 раза ($66 \div 903$ Па), для 30%Н+70%ГК - в 15,2 раза ($55 \div 832$ Па), а для газового конденсата - в 17,4 раза ($43 \div 751$ Па).

В четвертой главе диссертации «Реализация результатов процесса перекачки углеводородного сырья в промышленных условиях» проанализирована эффективность перекачки нефтегазоконденсатной смеси по трубопроводам и системы теплообменников для тепловой подготовки нефтегазоконденсатных смесей Бухарского НПЗ (рис. 6).

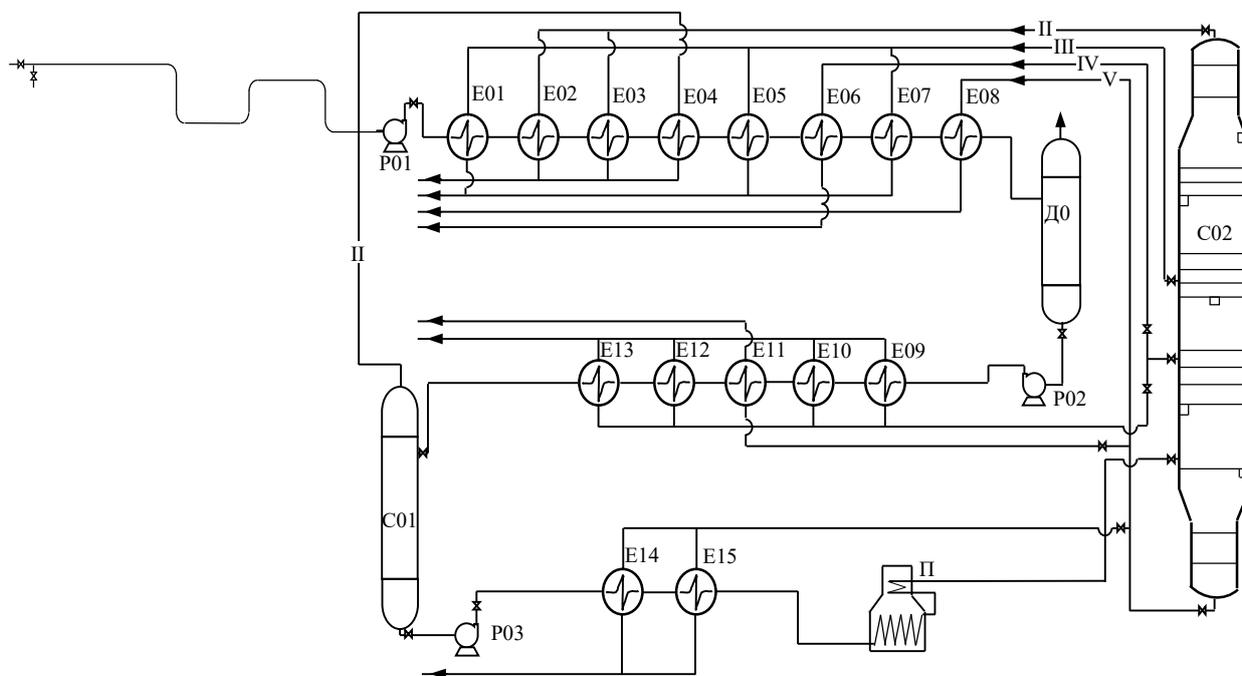


Рис.6. Принципиальная схема линии теплообработки нефтегазоконденсатного сырья в Бухарском НПЗ

Проектная производительность установки первичной перегонки нефтегазоконденсатной смеси (10Е) составляет $G_{np} = 428 \text{ м}^3/\text{ч}$. Согласно технологическому регламенту производства продукции, объемная доля нефти в нефтегазоконденсатной смеси составляет 30%. Плотность нефти $\rho_n = 844 \text{ кг/м}^3$. Теплоемкость нефти при $t_n = 105 \text{ °C}$ равна $C_n = 1,2160 \text{ кДж/(кг·°C)}$.

Общая длина трубопровода до центробежного насоса составляет 84 м, с внутренним диаметром 325 мм. В линии имеются две задвижки, 6 колен с углом 90° и центробежный насос с мощностью 250 кВт.

С целью улучшения гидродинамического режима движения углеводородных смесей внутри трубопроводов на начальное движение углеводородного потока установлен завихритель внутри технологической трубы для осуществления турбулентного режима теплообменного аппарата (рис.7). Геометрические размеры завихрителя: длина $L = 500 \text{ мм}$, диаметр завихрителя, $\varnothing = 14 \text{ мм}$, диаметр пруда = 8 мм.

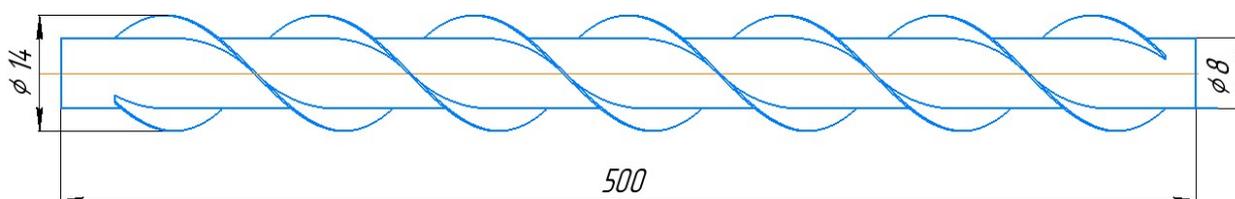


Рис.7. Завихритель для турбулизации потока

Используя результаты экспериментов, определены основные физико-химические и теплофизические свойства сырья и теплоносителя, а затем вычислены значения коэффициентов теплоотдачи от теплоносителя к наружной поверхности стенки внутренней трубы аппарата α_1 и от внутренней стенки трубы к нагреваемому потоку сырья α_2 по длине аппарата L в производственных условиях.

Результаты исследования по изучению эффективности коэффициентов теплоотдачи, теплопередачи и энергетических показателей существующего и предлагаемого варианта при тепловой обработке углеводородного сырья в теплообменнике 10Е-02 в зависимости от гидродинамических режимов представлены в табл. 6.

Таблица 6

Экспериментальные данные в теплообменнике 10Е-02

Наименование показателей	Существующий вариант организации процесса	Предлагаемый вариант организации процесса	Соотношение
Скорость потока ω , м/с	0,227	0,52	2,3
Критерий Re	3200	6875	2,14
Коэффициент теплоотдачи α_1 , Вт/(м ² К)	389	613	1,57

Коэффициент теплоотдачи α_2 , Вт/(м ² К)	52	116	2,2
Коэффициент теплопередачи K , Вт/(м ² К)	33	108	3,2
Гидравлическое сопротивление ΔP , кПа	186	132	-1,4
Потребная мощность для перекачки сырья N , кВт	3,2	2,4	-1,3

Из табл. 6 видно, что скорость нефтегазоконденсатного потока в предлагаемом варианте в 2,3 раза больше, чем в существующем. Критерий Рейнольдса также увеличивается в 2,1 раза и переходит от ламинарного к переходному. Коэффициент теплоотдачи от греющего потока на наружной стороне трубы α_1 повышается в 2,2 раза, коэффициент теплоотдачи α_2 от внутренней трубы на сырьё также повышается в 3,2 раза. Коэффициент теплопередачи процесса K также имеет тенденцию к повышению в 3,2 раза. Гидравлическое сопротивление аппарата снижается в 1,4 раза за счет повышения температуры и снижения вязкости и плотности сырья. При этом потребляемая мощность двигателя для перекачки сырья также имеет тенденцию к снижению в 1,3 раза. Результаты по определению оптимальных параметров нефтегазоконденсатного сырья для перекачки внутризаводской транспортировки приведены в табл. 7.

Таблица 7
Влияние конструктивных и технологических параметров процесса на эффективность перекачки нефтегазоконденсатного сырья при $Q = 150 \text{ м}^3/\text{ч}$

Диаметр трубы D , мм	219/8	273/8	325/8
Доля газового конденсата в смесях, %	72	74	70
Температура сырья t , °С	31	31	23
Плотность ρ , кг/м ³	778	772	787
Кинематическая вязкость ν , мм ² /с	1,2	1,16	1,42
Скорость потока ω , м/с	1,10	0,71	0,5
Гидравлическое сопротивление ΔP , кПа	24,5	8,5	3,7

Объемный расход сырья во всех трубопроводах составляет 150 м³/ч. В рабочем режиме диаметр трубы составляет 325/8 мм, температура перекачки 23°С, при этом плотность равна 787 кг/м³, кинематическая вязкость 1,42 мм²/с, скорость потока составляет 0,5 м/с, общее гидравлическое сопротивление 3,7 кПа. Для изучения оптимальной перекачки сырья рассчитано общее гидравлическое сопротивление трубопровода при различных температурах, состава сырья и диаметра трубопровода. Из расчётных данных определено, что диаметр в 273/8 мм и температура 31°С являются самыми оптимальными. При этом для перекачки сырья через трубопровод соотношение компонентов должно составлять 74% газового конденсата + 26% нефти, плотность 772 кг/м³, кинематическая вязкость 1,16

мм²/с, скорость потока 0,71 м/с и общее гидравлическое сопротивление 8,5 кПа. Такая компоновка является самой оптимальной для перекачки сырья первичной перегонки на установке 10Е.

С повышением температуры углеводородного сырья снижается его вязкость и плотность. Впоследствии снижается общее гидравлическое сопротивление линии за счёт улучшения текучести. Результаты расчета гидравлического сопротивления установки 10Е Бухарского НПЗ отражены в табл.8.

Таблица 8
Тепловые и гидродинамические показатели установки 10Е Бухарского НПЗ

Обозначение аппарата	Температура сырья, °С		Гидравлическое сопротивление ΔP , кПа	Потребляемая мощность N , кВт
	t_n	t_k		
10E-02	23	31	132	5,5
Трубопровод до теплообменника	31	31	8,5	0,4
10E-01	31	37	98	4,1
10E-03	37	78	201	8,4
10E-04	78	81	412	17,2
10E-05	81	88	311	13,0
10E-06	88	95	612	25,5
10E-07	95	102	534	22,3
10E-08	102	111	548	22,8
Σ			2856,5	119,0

Табличные данные показывают, что общее гидравлическое сопротивление в теплообменных установках и соединяющих трубопроводах колеблется в пределах 8,5÷612 кПа, потребляемая мощность двигателя составляет 119 кВт/час.

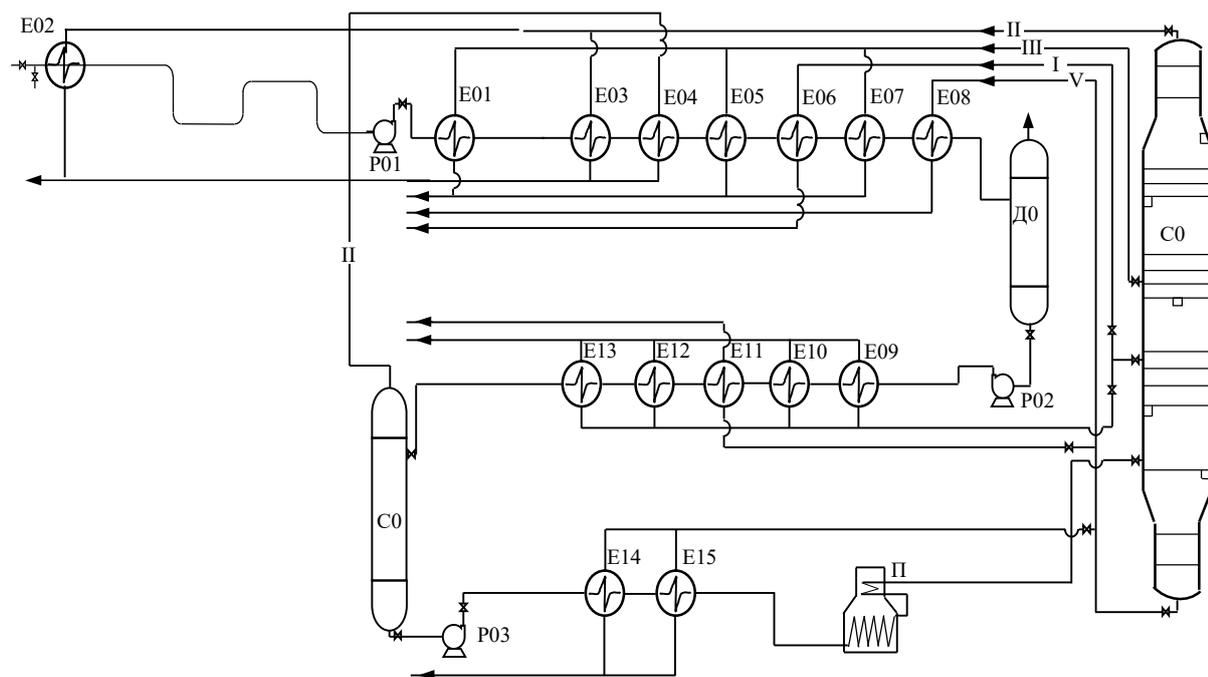


Рис.8. Рекомендуемая технологическая схема для первичной переработки углеводородного сырья

По результатам расчета, установка теплообменника E02 в начало трубопровода на БухНПЗ позволит получить следующие результаты:

- общее гидравлическое сопротивление в линии уменьшится на 13%;
- потребляемая мощность для перекачки нефтегазоконденсатного потока снизится до 13%;
- экономия электроэнергии составит до 148044 кВт/ч в год;
- ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения данной технологии на линии 10E в «БНПЗ» составит 133,24 млн сум (1кВт=900 сум).

Опытно промышленные испытания установки теплообменника E02 в начало трубопровода на УП «ФНПЗ» позволило достичь следующие результаты:

- общая гидравлическая сопротивления линии снизилось на 11,7%;
- потребляемая мощность для перекачки сырья уменьшилось до 33,7%;
- экономия электроэнергии до 487200 кВт/ч в год.

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения данной технологии на УП «ФНПЗ» составляет 292,3 млн. сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по определению оптимального режимно-конструктивного параметра при перекачке нефтегазоконденсатной смеси можно заключить о том, что:

- при 20°C значение удельной теплоёмкости углеводородной смеси составляло $18,0 \div 22,0$ кДж/(кгК); коэффициент температуропроводности - $0,60-0,74 \cdot 10^{-4}$ м²/ч и теплопроводности - $0,29-0,35$ Вт/(мК); плотность при 20°C – 860 кг/м³; значение коэффициента объёмного теплового расширения – $2 \cdot 10^{-3}$ K⁻¹ в интервале температур – 20°C;

- собрана лабораторная установка для изучения и определения гидродинамических, физических и теплофизических свойств исследуемой нефтегазоконденсатной смеси;

- самое высокое сопротивление при движении нефти и газового конденсата по технологическим трубопроводам оказывает колено 90° и вентиль. Установлено, что в процессе транспортировки нефти данные показатели увеличиваются в 2,43 и 2,29 раза, а в процессе перекачки газового конденсата - в 1,15 и 1,21 раза, чем на обычной стальной трубе;

- с увеличением доли газового конденсата с 30 до 70% в составе сырья величина гидравлического сопротивления уменьшается в среднем в 1,3 - 1,8 раза в зависимости от скорости потока и диаметра трубы;

- определены фракционный состав товарного газового конденсата от 41 до 176°C, плотность ($0,7356$ г/см³) и групповой углеводородный состав, а также плотность товарного газового конденсата по фракциям в производственных условиях;

- изучена технология тепловой подготовки нефтегазоконденсатной смеси в производственных условиях и предложен новый теплообменник с

завихрителем для улучшения гидродинамических параметров углеводородного потока;

- определены оптимальные режимно-конструктивные параметры предлагаемой технологии: диаметр трубы $D=273/8$ мм; доля газового конденсата в смеси 74%; объемный расход сырья $Q=150$ м³/ч; температура сырья $t = 31^{\circ}\text{C}$; плотность $\rho = 772$ кг/м³; кинематическая вязкость $\nu = 1,16$ мм²/с; скорость потока $\omega = 0,71$ м/с; гидравлическое сопротивление $\Delta P = 8,5$ кПа;

- проведены испытания усовершенствованного теплообменника E02 в производственных условиях, при которых наблюдалось снижение основных технологических параметров: общего гидравлического сопротивления линии на 11,7%; потребляемой мощности для нефтегазоконденсатного потока до 33,7%; электроэнергии до 487200 кВт/ч в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES
DSc.02.30.12.2019.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF GENERAL AND
INORGANIC CHEMISTRY**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

ABDURAHIMOV SAIDRASUL SAIDAKBAROVICH

**DEVELOPMENT OF OPTIMAL OPERATING PARAMETERS FOR THE
PROCESS OF PUMPING HYDROCARBON RAW MATERIALS IN
PIPELINES**

02.00.08 – Chemistry and technology of oil and gas

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

Tashkent – 2024

The subject of the PhD thesis is registered in the High Qualification Commission of the Republic of Uzbekistan under the number of B2023.3.PhD/T3807.

Dissertation work completed at the Tashkent state technical university.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the web page at www.ionx.uz and the Information and Educational Portal "Ziyonet" at www.ziyonet.uz.

Scientific supervisor: **Turobdjanov Sadritdin Mahamatdinovich**
doctor of technical sciences, professor, academic

Official opponents: **Saidahmedov Shamshitdin Muhtarovich**
doctor of technical sciences, Senior researcher

Turaev Tolib Bozorovich
candidate of technical sciences, docent

Leading organization: **Fergana Polytechnic institute**

The defense will take place « 11 » January 2024 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of on-time scientific Council No.DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 at General and Inorganic Chemistry Institute (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99 871) 262-56-60, fax: (+99 871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 9). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on « 29 » December 2023 y.
(mailing report № 9 from « 29 » December 2023 y.)



O B.S. Zakirov

Chairman of the on-time scientific Council
awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

S.H.A. Kuldasheva
Scientific secretary of the on-time scientific
Council awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

I.D. Eshmetov
Deputy Chairman of the Scientific Seminar at
the Scientific Council on the award of a scientific
degree, doctor of technical sciences,

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work: is to determine the optimal operational parameters of the hydrocarbon mixture transfer process and implement structural modifications within pipelines to enhance the hydrodynamic performance of the liquid hydrocarbon flow.

The object of the research work: are encompasses crude oil, gas condensate, and their mixtures in various proportions.

The scientific novelty of the dissertation research consists is as follows:

The thermal conductivity (λ) and specific heat capacity (C) of the investigated oil, gas condensate, and their mixtures were determined to be 0.1618 W/(m·K) and 1.78 kJ/(kg·K), respectively.

Optimal operational parameters for the hydrocarbon flow transfer were established at 31°C with a composition of 74% gas condensate to 26% oil. The mixture had a density (ρ) of 772 kg/m³, kinematic viscosity (ν) of 1.16 mm²/s, dynamic viscosity (μ) of 0.895×10^{-3} Pa·s, Reynolds number (Re) of 167, and hydraulic pressure drop (ΔP) of 8.5 kPa.

A swirl generator was installed to enhance the hydrodynamic performance of the hydrocarbon flow within the pipelines of the heat exchange apparatus. This resulted in a 11.7% reduction in overall hydraulic resistance. The power consumption for raw material transfer decreased to 33.7%, leading to an electricity saving of 487,200 kWh per year.

The optimal diameter (D) of the horizontal pipe for the transfer of oil, gas condensate, and their mixtures in production was calculated to be 273/8 mm.

Implementation of research results. Based on scientific findings aimed at improving the hydrodynamic performance of hydrocarbon mixtures for pipeline transportation:

The optimal hydrodynamic conditions for transferring the crude oil and gas condensate flow in the heat exchangers of "Fergana Oil Refinery LLC" were put into practice (Reference No. 02-03-01/120 dated August 3, 2023, by Fergana Oil Refinery LLC). As a result, the overall hydraulic pressure drop decreased by 11.7%, and the power consumption for pipping raw materials was reduced to 33.7%.

A method for optimizing the transportation of hydrocarbons through the pipelines of Fergana Oil Refinery LLC was put into practice (Reference No. 02-03-01/120 dated August 3, 2023). A method for optimizing the transportation of hydrocarbons through the pipelines of Fergana Oil Refinery LLC was put into practice (certificate of Fergana Oil Refinery LLC No. 02-03-01/120 dated August 3, 2023).

As a result, the hydrodynamic characteristics of hydrocarbon mixtures are improved, which allows energy savings of up to 487,200 kW/h per year.

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИЛМИЙ ИШЛАР РЎЙҲАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Хурмаматов А.М., Абдурахимов С.С., Туробжонов С.М. Результаты изучения гидродинамических свойств местных нефтей // “Ўзбекистон нефт ва газ” Илмий-техника журнали, 2/2023 йил, 38-43 бет. (02.00.00., №7).

2. Хурмаматов А.М., Абдурахимов С.С., Туробжонов С.М. Изучение физических и гидродинамических характеристик местных нефтей //“Ўзбекистон нефт ва газ” Илмий-техника журнали, 4/2023 йил, 21-28 бет. (02.00.00., №7).

3. Хурмаматов А.М., Исмаилов О.Ю., Абдурахимов С.С., Туробжонов С.М. Изучение гидравлического сопротивления аппарата транспортировки углеводородного сырья // Universum: технические науки, июн, 2023, №6 (111)., (02.00.00.,№1)

4. Хурмаматов А.М., Абдурахимов С.С. Результаты измерения теплофизических параметров жидкостей и нефти // Научно-технический журнал ФерПИ, Фарғона-2023. Том 27. №4, 212-217 бет., (05.00.00.,№20)

5. Khurmatov A.M., Ismailov O.Y., Abdurahimov S.S., Turobjonov S.M. Determination of head loss duin the movement of hydrocarbon raw materials at local resistances // Наука и образование в Каракалпакстане, 1/2-сон, Нукус 2023й., 138-144 бет., (02.00.00., № 16)

6. Khurmatov A.M., Yusupova N.K., Auesbaev A.U., Abdurahimov S.S. Result of a stadi on the treatment and separation of water from hydrocarbon waste // Progresses of petrochemistry and oil refining, Clarivate Analitics, Vol.24, No.3, 2023, С. 421-430., (Web of Science).

II бўлим (II часть; II part)

7. Хурмаматов А.М., Абдурахимов С.С., Туробжонов С.М. Определение плотности и вязкости нефтегазаконденсатных смесей // “Нодир ва ноёб металлар кимёси ва технологияси: бугунги ҳолати, муаммолари ва истиқболлари” Республика илмий-амалий конференцияси материаллари тқплами, Термиз 2023, 2-қисм, 209-210 бет.

8. Хурмаматов А.М., Абдурахимов С.С. Теплофизические свойства местных нефтей // “Перспективы развития целлюлозы и её производных” Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, Ташкент 2023, 16-17го мая, С.279-280.

9. Хурмаматов А.М., Абдурахимов С.С., Туробжонов С.М. Определения теплофизических свойств жидких углеводородов // Internauka XLIII International ultidisciplinary Conference, Shawnee, USA 2023, 96-102 бет.

10. Хурмаматов А.М., Абдурахимов С.С., Туробжонов С.М. Изучение гидродинамики местных углеводородов // Internauka XLIII International ultidisciplinary Conference, Shawnee, USA 2023, 103-109 бет.

11. Хурмаматов А.М., Абдурахимов С.С. Определение плотности и вязкости нефтегазоконденсатных смесей // “Актуальные проблемы создания высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана” Международная научно-техническая конференция, Ташкент-2023, 16-17 ноябр, С.150-152.

Авореферат «Ўзбекистон кимёси» журнали таҳририяида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 2,5. Адади 100 дона. Буюртма № 70/22.

Гувоҳнома № 851684.
«Тiрографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.