

**ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ
УНИТАР КОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ**

ЭЛМУРОДОВ ЭЛБЕК ЮСУП ЎҒЛИ

**ГЛИКОЛЛАР ВА СФМЛАР АСОСИДА ТАБИИЙ ГАЗЛАРНИ
ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИ УЧУН АБСОРБЕНТ КОМПОЗИЦИЯЛАРИ
ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ**

**02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси
(техника фанлари)**

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

Тошкент –2025

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Элмуродов Элбек Юсуп ўғли

Гликоллар ва СФМлар асосида табиий газларни қуритиш жараёни учун абсорбент композициялари олиш ва қўллаш.....3

Элмуродов Элбек Юсуп угли

Получение и применение композиции абсорбентов для процесса сушки природных газов с использованием гликолей и ПАВ.....21

Elmurodov Elbek Yusup ogli

Preparation and application of an absorbent composition for the drying process of natural gases using glycols and surfactants.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ
УНИТАР КОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ

ЭЛМУРОДОВ ЭЛБЕК ЮСУП ЎҒЛИ

ГЛИКОЛЛАР ВА СФМЛАР АСОСИДА ТАБИИЙ ГАЗЛАРНИ
ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИ УЧУН АБСОРБЕНТ КОМПОЗИЦИЯЛАРИ
ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ

02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси
(техника фанлари бўйича)

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент –2025

Фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар Вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2024.2.PhD/T4570 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Иқтисодиёт ва педагогика университети ИТМда бажаририлган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.gupft.uz) ва «Ziynet» Ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Махмудов Мухтор Жамолович
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Юлчиева Сурайё Бахрамовна
техника фанлари доктори, к.и.х.

Негматова Комила Сайибжановна
техника фанлари доктори, профессор

Ётақчи ташкилот:

Тошкент кимё-технология институти

Диссертация ҳимояси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонаси ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг «06» март 2025 йил соат 15³⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент ш., Мирзо-Ғолиб кучаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; Факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fanvataraqqiyot@mail.ru, «Фан ва тараққиёт» ДУК, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасининг Ахборот-ресурс марказида (рўйхатга олинган №48-24) танишиб чиқиш мумкин. (Манзил: Тошкент ш., Мирзо-Ғолиб кучаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; Факс: (99871) 227-12-73)

Диссертация автореферати «25» февраль 2025 йилда юборилди.
(2024 йил 3 декабрдаги №48-24 рақамли реестр баённомаси)



С.С. Негматов

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

М.Э. Икратова

Илмий даражалар бериш бўйича илмий кенгаш котиби, т.ф.д., к.и.х.

А.М. Эминов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси).

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда табиий газ энергия саноатида ўз ўрнига эга бўлган асосий табиий ресурслардан бири бўлиб, уни қазиб чиқариш, тайёрлаш, узатиш ва чуқур қайта ишлаш технологияларини такомиллаштириш учун замонавий жиҳоз ва қурилмаларни жорий этишга бўлган талаб ортиб бормоқда. Бу борада, жумладан табиий газни қайта ишлаш даражасини ошириш, газни чуқур кимёвий қайта ишлаш саноатини ривожлантириш, мамлакатнинг ички ва ташқи жаҳон бозорларида ўзининг стратегик ўрнини мустаҳкамлаш учун табиий газни чуқур кимёвий қайта ишлашга ва табиий газнинг сифатини оширишга йўналтирилган самарали технологияларни ишлаб чиқиш катта аҳамият касб этади.

Жаҳонда кимёвий технология, нефт-газ кимёси ва бошқа бир қатор саноат корхоналарида сифатли табиий газни ишлаб чиқариш мақсадида юқори даражада тоза таркибий компонентларга эга бўлган турли хил абсорбент композицияларини олиш усулини ишлаб чиқиш, уларнинг физик-кимёвий, технологик ва эксплуатацион хусусиятларини ошириш, фракцияларига бўлиниши керак бўлган турли хил суюқ ва газ аралашмаларини физик-кимёвий ва технологик хусусиятларини ўрганиш ҳамда рақобатбордош маҳсулотларни ишлаб чиқариш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан табиий газни ташиш ва сақлаш, узатиш ва қайта ишлаш қурилмаларини эксплуатация қилишдан аввал, уни механик заррачалардан тозалаш, намликдан қуритиш, газни қайта ишлаш қурилмаларидаги жиҳозларни коррозиядан ҳимоя қилиш учун гликолар ва СФМлар асосида табиий газларни қуритиш жараёни учун абсорбент композициялари олиш ва қўллаш муҳим аҳамиятга эга.

Республикамизда табиий газни бирламчи тайёрлаш, уни чуқур кимёвий қайта ишлашдаги замонавий қурилмалардан оқилона фойдаланиш, газларни бирламчи тайёрлаш ва қайта ишлаш жараёнларида қўлланилувчи қўшимча реагентларни маҳаллий ресурслар асосида олиш усуллари яратиш, уларнинг комплекс хусусиятларини ўрганиш ва мавжуд ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш мақсадида қатор илмий тадқиқотлар олиб борилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистонни янада ривожлантириш бўйича тараққиёт стратегиясида «...миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш...»¹, “Иқтисодиётга инновацияларни кенг жорий қилиш, саноат корхоналари ва илм-фан муассасаларининг кооперация алоқаларини ривожлантириш” бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан табиий газни қазиб чиқариш, ташиш ва сақлаш, уни қайта ишлаш даражасини оширишга қаратилган технологик тизимларни ишлаб чиқиш ёки мавжуд қурилмаларни

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2022 — 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги 2022 йил 28 январдаги №ПФ-60-сонли Фармони

такомиллаштиришга йўналтирилган ишланмаларни ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий этиш алоҳида аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2016 йил 28 сентябрдаги №ПҚ-2614-сонли «2016-2020 йилларда углеводород хом ашёсини чуқур қайта ишлаш негизда экспортга йўналтирилган тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кўпайтириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2021 йил 13 февралдаги №ПҚ-4992 сонли “Кимё саноати корхоналарини янада ислох қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори қўшилган қийматли кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бўлган бошқа меёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Гликолла ва СФМлар асосида табиий газларни қуриштиш жараёни учун абсорбент композициялари олиш ва уларни табиий газларни қуриштиш жараёнларида қўллаш бўйича қуйидаги хорижий ва маҳаллий олимлар ўзларининг улкан хиссаларини қўшганлар: [Ahmed Mahmoud](#), [Shaomin Liu](#), [Zong Yang Kong](#), [Jaka Sunarso](#), Mansoor Anbia, Esmat Koohsaryan, A.L. Xalif, V.B. Kogan, R.Z. Magaril, T.P. Даутов, Р.И. Вяхирев, А.И. Гриценко, Т.М. Бекиров, А.Т. Шаповалов, Н.В. Жданова, , В.М. Фридман, В.В. Кафаров, мамлакатимизда эса Ахмедов К.С., Нарметова Г.Р., Хамидов Б.Н., Ахмедов У.К., Ахмедов Р.К., Гуро В.П., Рахматқариев Ғ.У., Ҳайитов Р.Р., Махмудов М.Ж. ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб борганлар.

Ўтказилган адабиётлар тахлили натижасида табиий газларни абсорбцион қуриштиш жараёнлари учун гликолла ва турли сирт-фаол моддалар асосида янги абсорбент композициялари олиб уларни абсорбция – десорбция жараёнлари учун оптимал ишчи шароитларини аниқлаш, абсорбент композицияларининг коррозия фаоллиги, кўпикланиш даражаси, абсорбент композицияларининг газни қуриштишдаги фаоллиги ва селективлигини тадқиқ қилиш жараёнларининг механизмлари батафсил ёритилмаган. Ушбу диссертация ишининг мазмуни мазкур муаммоларни ечимини топишга қаратилган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Иқтисодиёт ва педагогика университети НТМ ва Бухоро муҳандислик – технология институти билан ҳамкорликдаги илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №40-22 “Ишлатилган компрессор мойларини маҳаллий сорбентлар асосида регенерациялаш ва ГСУ қурилмаларидан ажралувчи газ

конденсатини қайта ишлаб автомобил бензини олиш учун қўллаш” (2022-2024 йй.) мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади гликоллар ва СФМлар асосида табиий газларни қуритиш жараёни учун абсорбент композициялари олиш ва уларни асосида газларни абсорбцион қуритишнинг комбинацион технологик тизимини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

товар табиий газларга қўйилган замонавий талаблар, уларни намлик даражасини шудринг нуқтасига боғлиқлиги ва газларни замонавий қуритиш технологияларини таҳлил қилиш;

газларнинг гидрат ҳосил қилиш ва уларни қайта ишлаш қурилмаларини ишчи кўрсаткичларига таъсирини баҳолаш;

газларни абсорбцион қуритишда абсорбентларни танлаш ва ишлаб чиқишнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш;

гликоллар ва СФМлар асосида газларни абсорбцион қуритиш учун абсорбент композицияларини олиш ва уларнинг асосий хоссаларини аниқлаш;

олинган абсорбент композицияларининг абсорбция жараёнларидаги фаоллиги ва селективлиги, уларнинг коррозия агрессивлиги, термик барқарорлиги, тўйинган буғ босими каби кўрсаткичларини аниқлаш;

гликоллар ва СФМлар асосида абсорбент композициялари олиш ва газларни абсорбцион қуритишнинг комбинацион технологик тизимини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Муборак газни қайта ишлаш заводида қирувчи табиий газ хомашёси, диэтиленгликоль (ДЭГ), унламчи этиленгликолниң монометил эфери (УЭМЭ), бутилкарбитол (БК) реагентлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети табиий газни қуритиш учун гликоллар ва СФМлар асосида янги абсорбент композициялари олиш, уларнинг абсорбция жараёнидаги фаоллиги ва селективлигини ўрганиш, абсорбент композицияларининг абсорбция ва десорбция жараёнларидаги оптимал ишчи шароитларини аниқлаш ва газларни қуритишнинг комбинацион технологик тизимини ишлаб чиқиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда газ таркибидаги намликни аниқлашда газларни абсорбцион қуритиш тажриба қурилмаси, гликоллар ва абсорбент композицияларини термик барқарорлиги аниқлаш, абсорбентларни ва табиий газни кимёвий таркибини хроматографик усулда аниқлаш ва бошқа замонавий таҳлил усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

“табиий газ – абсорбент– сув” системасида сувнинг миқдори 1 % бўлганда, УЭГ билан қуритилган газнинг шудринг нуқтаси минус 24,5 °С ҳароратни ташкил этиши аниқланган;

ДЭГ, УЭМЭ, БК ва сув асосида абсорбент композицияларининг янги самарали таркиби ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган янги абсорбент композициялари асосида абсорбентларнинг газларни қуритиш жараёналаридаги фаоллиги ва селективлиги аниқланган;

ДУСБ-3 абсорбент композициясини ёрдамида газларни абсорбцион қуритишнинг комбинациялашган технологияси ишлаб чиқилган;

ДУСБ-3 абсорбент композиция қўлланилганда газларнинг намлик миқдори $8,43 \text{ мг/м}^3$ гача камайтириши аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

ДЭГ, УЭМЭ, БК ва сув асосида газларни абсорбцион қуритиш қурилмалари учун абсорбент композициялари олинган ва уларнинг абсорбция жараёнидаги фаоллиги ва селективлиги аниқланган;

ДУСБ-3 абсорбент композицияси олиш ва унинг ёрдамида газларни абсорбцион қуритиш комбинацион технологик тизимини ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги замонавий физик-кимёвий, коллоид-кимёвий ва эксплуатацион таҳлил усулларида фойдаланилган ҳолда газни қайта ишлаш заводларида ва саноат корхоналари лабораториясида тажриба-синовлардан ўтказилиб, далолатномалар билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, табиий газларнинг қуритишда гликолар ва СФМ асосида абсорбент композицияларини олишда учламчи этиленгликол монометил эфири ва бутилкарбитол гликолар таркибига қўшилиши билан уларнинг коррозияга агрессивлигини пасайиши, абсорбция жараёнидаги фаоллиги ва селективлигини ошириш, абсорбент композицияларининг гликоларга термик барқарорлигини ва регенерациялаш ҳароратларининг фарқи аниқланганлиги ҳамда ДЭГ, УЭМЭ, БК ва сув асосидаги абсорбент композицияларининг самарали таркибларини ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ДУСБ-3 абсорбент композицияси ёрдамида қуритилган табиий газни намлик даражаси 158 мг/м^3 дан $8,43 \text{ мг/м}^3$ гача камайтириш ҳамда абсорбентнинг регенерациялаш ҳарорати 155°C гача пасайтиришга эришилган энергиятежамкор технологияни ишлаб чиқишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Гликолар ва СФМлар асосида табиий газларни қуритиш жараёни учун абсорбент композициялари олиш ва қўллаш бўйича олинган натижалар асосида:

ДЭГ, УЭМЭ, БК ва сув асосида газларни абсорбцион қуритиш учун абсорбент композицияларини олиш технологияси “Муборак газни қайта ишлаш заводи”нинг “2025-2026 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати”га киритилган (“O`zbekneftgaz” AJ “Muborak gazni qayta ishlash zavodi”нинг 2024 йил 18 апрелдаги №106/GK-04—сонли маълумотномаси). Натижада, абсорбент композициясининг табиий газларни қуритиш жараёнидаги фаоллиги ва селективлигини ошириш имконини берган;

табиий газларни ДУСБ-3 абсорбент композиция ёрдамида абсорбцион қуритиш жараёни технологияси “Муборак газни қайта ишлаш заводи”нинг “2025-2026 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар

рўйхати”га киритилган (“O`zbekneftgaz” AJ “Muborak gazni qayta ishlash zavodi”ning 2024 йил 18 апрелдаги №106/GK-04–сонли маълумотномаси). Натижада, газларнинг намлик миқдори 8,43 мг/м³ гача камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Ушбу илмий тадқиқот ишининг асосий натижалари 2 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 8 та илмий иш чоп этилган, шундан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, жумладан, 2 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертация тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 110 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари тавсифланган, объекти ва предмети белгиланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, олинган натижаларнинг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти баён қилинган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиш келтирилган, натижаларнинг апробацияси, чоп этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертация ишининг «**Табиий газларни абсорбцион қуритиш жараёнлари ва уларда қўлланилаётган абсорбентлар, уларнинг композициялари ва замонавий технологиялар таҳлили**» деб номланган биринчи бобида замонавий газни қайта ишлаш заводлари маҳсулотларини классификациялаш ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларини таҳлил қилиш, табиий газларни қуритишнинг замонавий технологияларини таҳлил қилиш, табиий газ таркибидаги намлик ва уларни қуритишнинг анъанавий ва замонавий усуллари, газларни абсорбцион қуритишда қўлланилувчи индивидуал ва композицион абсорбент турлари, газларни абсорбцион қуритиш жараёнларига таъсир этувчи омиллар таҳлили муаммоларига бағишланган диссертация мавзусидаги илмий тадқиқотларнинг замонавий адабиёт манбаларини чуқур таҳлил қилиш натижалари келтирилган.

Газларни абсорбцион қуритиш жараёнларига таъсир этувчи омиллар: хароратнинг таъсири, босимнинг таъсири, абсорбентнинг айланиш қарралиги, Регенерацияланган абсорбент концентрацияси, газ таркибидаги конденсатнинг таъсири, абсорберни контактлашиш жиҳозлари таъсири, газ таркибидаги водород сульфиднинг таъсири ўрганилган.

Диссертация ишининг «**Табиий газларни абсорбцион қуритиш жараёни учун абсорбент композициялари олиш, керакли реагентлар ва уларни физик – кимёвий ва эксплуатацион хоссаларини аниқлаш усулларининг тавсифи**» деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектлари тавсифи, газ таркибидаги намликни аниқлаш усули, абсорбентлар таркибидаги сувни аниқлаш усули, газларни абсорбцион қуритиш тажриба қурилмаси тавсифи, гликолар ва абсорбент композицияларини термик барқарорлиги аниқлаш, абсорбентларни ва табиий газни кимёвий таркибини хроматографик усулда аниқлаш, абсорбент композицияларини тўйинган бўлган аниқлаш усуллари келтирилган.

Диссертация ишининг «**Табиий газ – абсорбент – сув**» системасининг **фазавий мувозанати термодинамик асослари ва математик моделини ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобида «Табиий газ – абсорбент композицияси – сув» системасининг фазавий мувозанати термодинамик асослари, табиий газ – абсорбент композицияси – сув» системасининг фазавий мувозанати математик моделини ишлаб чиқиш ва «метан – сув» системасининг фазавий мувозанати ва намлик сақлаш даражасини тадқиқот натижалари келтирилган.

Қисқартирилган фугитив тенгламанинг иккинчи коэффициентлари Оконнелл усули ёрдамида ҳисоблаб чиқилган ва ҳозиргача тўғридан-тўғри экспериментал маълумотлар мавжуд бўлмаганда жуда ишончли ҳисобланади. Ушбу ҳисоблаш усули нисбатан анча олдин ишлаб чиқилган бўлса-да, молекулалараро ўзаро таъсир моделига асосланган иккинчи фугитив коэффициентларнинг сифатли умумлаштирилган корреляциялари натижаларининг ишончилиги туфайли паст босимдаги тизимларнинг бул фазасини (турли ҳолларда 2-5 МПа гача) тавсифлаш учун ҳали ҳам жуда кенг қўлланилади.

NON-RANDOM TWO LIQUID тенгламаси термодинамик адабиётларда кенг қўлланилади, чунки амалда у ўзаро ва қисман эрийдиган моддаларнинг кўп турдаги аралашмаларини тавсифлаш учун жуда мос эканлиги аниқланди ва бу биз учун айниқса муҳим бўлиб туюлади, кўп компонентли аралашмаларни фақат иккилик аралашмалар ҳақидаги маълумотларга асосланиб тўғри моделлаштиришга имкон беради.

Шунингдек, таққослаш коэффициентларини қиёсий ҳисоблаш учун суяқ кўп компонентли эритмалардан биз бир қатор ҳолларда ҳароратга боғлиқлик ва созланган иккилик параметрларнинг яхшиланган тавсифи билан замонавий модификациялардан бирида UNIFAC групп ҳисса моделидан фойдаланганмиз. Бу ерда биз UNIFAC типдаги гуруҳ моделларининг дастлабки версияларида эритма таркибий қисмларининг фаоллик коэффициентларининг ҳароратга боғлиқлиги аниқ тасвирланмаганлигини таъкидлаб ўтиш жоиз. UNIFAC эҳтимолий модели одатда тўғридан-тўғри тажриба бўлмаганда етишмаётган маълумотларни баҳолаш учун ишлатилади. Кўп компонентли аралашмалар учун мураккаб ҳолат тенгламалари, соддалаштирилган модификацияларга нисбатан юқори аниқлик ва

мослашувчанликка эга. Аммо модел параметрларини тўғри сошлаш билан соддалаштирилган модификациялар ҳам қониқарли аниқликни таъминлаши мумкин ва улар технологик ҳисоб-китобларда фойдаланиш учун кўпроқ мос келади. Ишончли параметрланган мураккаб тенгламалар ёрдамида ҳисоб-китоблар натижаларига кўра янги маълумотларни яратиш мумкин (мавҳум – экспериментал маълумотлар амалий шаклга эга бўлган содда усулларни ўрнатиш, шунингдек умумлаштирилган термодинамик корреляцияларни тузиш).

Диссертация ишининг «Гликолар ва СФМлар асосида табиий газларни қуритиш жараёни учун абсорбент композициялари олиш ва қўллаш технологик тизимини ишлаб чиқиш» деб номланган тўртинчи бобида ДЭГ, учламчи этиленгликол монометил эфири ва бутилкарбитол асосида газларни абсорбцион қуритиш жараёнлари учун турли абсорбент композициялари олинди ва уларнинг асосий физик хоссалари аниқланди.

ДЭГ, учламчи этиленгликол монометил эфири ва бутилкарбитол асосида газларни абсорбцион қуритиш жараёнлари учун турли абсорбент композициялари таркиби 1 – жадвалда келтирилган.

1 – жадвал

ДЭГ, УЭМЭ, БК ва сув асосида газларни абсорбцион қуритиш учун олинган абсорбент композицияларининг таркиби

№	Абсорбент композицияси номи	Абсорбент композицияси таркиби, %			
		ДЭГ	УЭМЭ	БК	Сув
1	ДУС-1	94	5	-	1
2	ДУС-2	90	8	-	2
3	ДУБ-1	94	-	5	1
4	ДУБ-2	90	-	8	2
5	ДУСБ-1	89	5	5	1
6	ДУСБ-2	84	10	5	1
7	ДУСБ-3	84	5	10	1
8	ДУСБ-4	90	4	4	2

Илмий тадқиқотлар натижасида олинган абсорбент композицияларининг табиий газни қуритиш даражасини аниқлаш учун, хомашё табиий газ сифатида Муборак газни қайта ишлаш заводида қайта ишланаётган табиий нам газдан фойдаланилди ва ушбу газнинг асосий физик – кимёвий хоссалари 2 – жадвалда келтирилган.

Ушбу жадвалдан кўриниб турибдики, қуритилаётган газ таркибида намлик миқдори 158 мг/м^3 га тенг ва уни $9,0 \text{ мг/м}^3$ гача камайтириш лозим. Абсорбция жараёнини амалга оширишда биринчи навбатда, газларни sanoat миқёсида абсорбцион қуритиш қурилма шароитларидан келиб чиққан ҳолда

танлаш, технологик жараённинг кўрсаткичларини ўзгартирмасдан жорий этиш учун мақбул ҳисобланади.

Бугунги кунда саноатда газларни абсорбцион қуритиш жараёнлари 10-50 °C ҳароратлар оралиғида, 5-12 МПа босим остида (газнинг кириш босимига қараб) ва 1000 м³ газ учун абсорбентнинг циркуляцияси қарралиги 10-100 л (газ таркибидаги намлик миқдорига қараб), регенрацияланган гликоларларнинг концентрацияси 99,0-99,5 % шароитларда амалга оширилади.

2 – жадвал

«Муборак газни қайта ишлаш заводи»да қайта ишланаётган табиий газнинг асосий физик-кимёвий хоссалари

№	Газнинг физик-кимёвий хоссалари		Кўрсаткич
1	Табиий газнинг кимёвий таркиби, %	Метан	96,55
		Этан	1,55
		Пропан	0,85
		n-бутан	0,22
		Изобутан	0,18
		C ₅₊	0,38
		Бошқа моддалар	0,27
2	Зичлиги, кг/м ³		0,7128
3	Молекуляр масса, г/мол		15,967
4	Воббе сони, ккал/м ³		10937,5
5	Намлик миқдори, мг/м ³		158

Десорбция жараёни эса паст босим, деярли атмосфера босимида яқин босим остида ва 160-220 °C ҳароратларда амалга оширилади.

Табиий нам газни абсорбент композициялари ёрдамида абсорбцион қуритиш жараёнининг биринчи босқичидан бир нечта хулосалар олинди:

Биринчидан, газнинг ҳарорати пасайиши билан газнинг қуритиш даражаси ортиб бори. Буни табиий газнинг ҳарорати пасайиши билан сув буғларининг қисман конденсацияланиши ҳисобига сув молекулаларининг абсорбент билан контактлашиш даражаси ошиши ҳисобига яхшиланганини тушунтириш мумкин.

Иккинчидан, абсорбент композициясининг абсорбердаги циркуляцияси қарралиги 1000 м³ газ учун 40 л бўлгунга қадар, ошиши билан абсорбция жараёни самарадорлиги ортиб бори. Демак, абсорбентларнинг циркуляцияси ортиши ҳисобига «газ – абсорбент композицияси» системасининг ўзаро таъсирлашиши ортиб, абсорбция самарадорлиги яхшиланганини кўриш мумкин.

Учинчидан, абсорбент композициясининг абсорбердаги циркуляцияси қарралиги 1000 м³ газ учун 50 л га оширилганда, абсорбция жараёни самарадорлиги салбийлаша бошлади. Бунда «табиий газ – абсорбент» системасининг ўзаро таъсирлашувида сорбент миқдорининг ортиши билан,

абсорбердаги юзанинг камайиши ҳисобига газ – абсорбент контактлашиши ёмонлашуви ва газнинг таркибидаги намлик миқдорига нисбатан абсорбентнинг кўпайиши сабабли абсорбция жараёни самарадорлигини пасайишига сабаб бўлиши мумкин деб тушунтириш мумкин. Шу сабабли, кейинги юқори босимларда абсорбент циркуляцияси қарралиги 1000 м³ газ учун 10-40 л деб танлаб олинди.

Илмий тадқиқотлар ёрдамида олинган абсорбент композицияларининг табиий нам газларни абсорбцион қуриштириш даражасини аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижасида ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбентлари юқори фаоллик ва селективлик намоён этди. Шунинг учун, тадқиқотларнинг кейинги босқичида ушбу абсорбент композициялари танлаб олинди. Юқоридаги абсорбентларнинг абсорбция жараёнидаги оптимал шароитлари аниқлаб олинди ва улар 3 – жадвалда келтирилган.

Бизга маълумки, газларни абсорбцион қуриштириш жараёнларида қўлланилувчи абсорбент ва абсорбент композицияларига уларнинг абсорбцион фаоллиги ва селективлигидан ташқари, эксплуатация вақтида уларнинг физик – кимёвий ва эксплуатацион хоссаларига қўйилган бир нечта техник ва технологик талаблар мавжуд.

3 – жадвал

ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг газларни абсорбцион қуриштириш қурилмаларидаги оптимал ишчи шароитлари

№	Абсорбент композицияси номи	Абсорберга кирувчи газнинг ҳарорати, °С			
		10	20	30	40
Абсорбент циркуляцияси карралиги, 40 л					
Абсорберга кирувчи газнинг босими, 6 МПа					
1	ДУБ-1	8,29	17,23	28,36	46,09
2	ДУСБ-2	7,82	20,85	29,35	40,37
3	ДУСБ-3	6,03	14,06	24,06	38,12
Абсорбент циркуляцияси карралиги, 30 л					
Абсорберга кирувчи газнинг босими, 7 МПа					
1	ДУБ-1	8,55	12,26	19,08	31,26
2	ДУСБ-2	8,05	18,2	24,06	41,56
3	ДУСБ-3	5,42	8,69	15,06	30,46
Абсорбент циркуляцияси карралиги, 40 л					
Абсорберга кирувчи газнинг босими, 7 МПа					
1	ДУБ-1	4,36	7,82	12,36	18,93
2	ДУСБ-2	4,62	9,06	14,92	22,03
3	ДУСБ-3	2,06	4,28	8,43	14,39

ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг газларни қуриштиришдан кейин уларнинг десорбция жараёни шароитлари муҳим ҳисобланади. Шунинг учун, уларнинг таркибидаги ютиб олинган намликни

чиқариш ва керакли концентрацияларгача регенерациялаш шароитлари тадқиқ этилди.

4 – жадвал

Абсорбент композицияларининг регенерациялаш шароитлари

№	Жараён шароитлари	ДУБ-1	ДУСБ-2	ДУСБ-3
1	Регенерациялаш ҳарорати, °C	160	172	155
2	Регенерациялаш босими, МПа	0,3-0,4	0,3-0,6	0,3-0,5
3	Буғлатувчи газ сарфи, м ³ /м ³	10-50	10-55	10-45

Бугунги кунда саноатда газларни қуриштида қўлланилаётган асосий абсорбентлар УЭГ ва ДЭГларни регенерациялаш ҳарорати мос равишда 206 °C ва 164 °C ларни ташкил этади. Бизнинг илмий тадқиқотларимизда десорбция жараёни 0,3-0,6 МПа босимда ва 140-220 °C ҳароратлар оралиғида ўтказилди ва ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композициялари учун регенерациялашнинг оптимал ишчи шароитлари аниқланди. Олинган натижалар 4 – жадвалда келтирилган.

Абсорбент композицияларининг регенерациялаш шароитларини аниқлаш тажриба натижалари, илмий тадқиқот натижасида олинган абсорбент композицияларининг саноат абсорбентларига нисбатан пастроқ регенерациялаш ҳароратини кўрсатди. Бу эса уларни десорбция жараёнидаги энергетик харажатларни камайтириш имконини беради.

Абсорбентларнинг термик барқарорлиги диссертация ишининг II – бобида келтирилган тажриба қурилмасида амалга оширилди. Абсорбентларнинг термик барқарорлиги жуда муҳим хоссалардан бўлиб, ушбу хусусият абсорбентларнинг регенерациялаш ҳарорати, йўқотилиши, қайта тикланиш даражаси каби кўрсаткичларга бевосита боғлиқ ҳисобланади. ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг термик барқарорлиги уларнинг парчаланиши бошланиб, альдегид ва кетонларнинг ҳосил бўлишидаги критик ҳарорат, совунланиш сони ва рН муҳитлари ҳам аниқланди. Олинган натижалар 5 – жадвалда келтирилган.

5 – жадвал

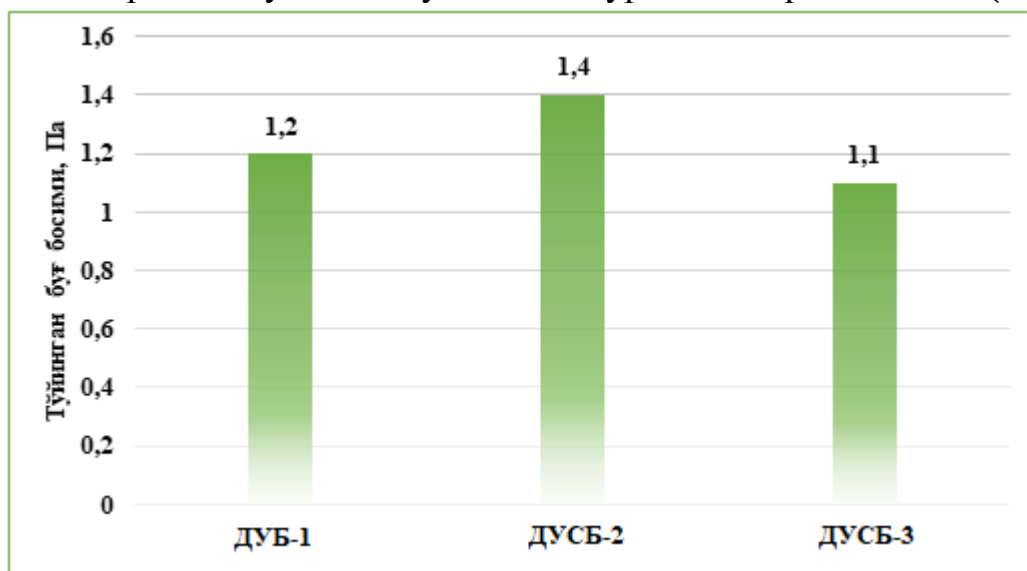
ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг термик барқарорлиги уларнинг парчаланиши критик ҳарорат, совунланиш сони ва рН муҳитлари

№	Абсорбент композицияси	Парланиш ҳарорати, °C	рН	Совунланиш сони
1	ДУБ-1	188	6,90	4,12
2	Регенерацияланган ДУБ-1		6,88	4,15
3	ДУСБ-2	180	6,89	4,10
4	Регенерацияланган ДУСБ-2		6,65	4,14
5	ДУСБ-3	196	6,91	4,12
5	Регенерацияланган ДУСБ-3		6,89	4,14

Абсорбент композицияларининг термик барқарорлиги, десорбцияланиш ҳароратидан қанча катта бўлса, уларнинг йўқотилишини, улар таркибида бошқа моддалар ҳосил бўлишини камайтиришга ва бу орқали уларнинг ишлаш даврини узайтириш имконини беради.

Бизнинг тадқиқотларда олинган натижаларда десорбция ҳарорати ва термик парчаланиш ҳароратларида оралиқ қуйидагини ташкил этди: ДУБ-1 – 28 °С, ДУСБ-2 – 8 °С, ДУСБ-3 – 41 °С ни ташкил этди. Ушбу олинган натижалар ДУСБ-3 абсорбент композициясининг нисбатан яхшироқ натижа кўрсатганини кўришимиз мумкин.

Саноатда қўлланилувчи газларни қуритиш абсорбентларига қўйилган асосий талаблардан бири бу тўйинган буғ босими бўлиб, ушбу кўрсаткич қанча паст бўлса, абсорбент ёки абсорбент композицияси абсорбция-десорбция циклида қўшимча босим ҳосил бўлиши ва ютилган сув буғларининг абсорбентлар таркибидан осон чиқишида муҳим аҳамият касб этади. Шунинг учун, илмий тадқиқотларимизда ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг тўйинган буғ босими кўрсаткичлари аниқлади (1 – расм).

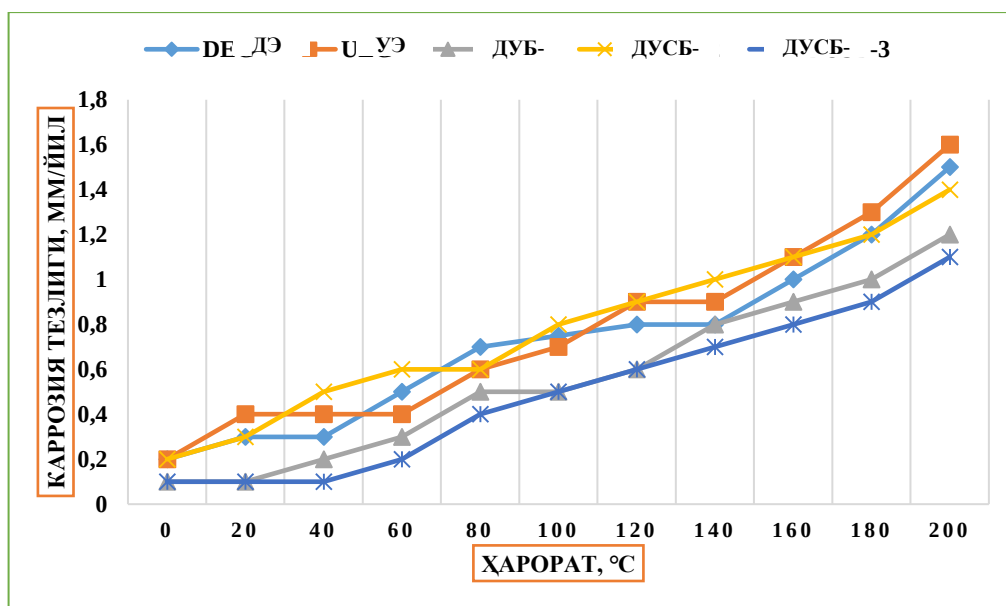


1 – расм. ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг тўйинган буғ босими кўрсаткичлари

1 – расмдан кўришиб турибдики, барча абсорбент композициялари асосий саноат абсорбентлари бўлган ДЭГ ва УЭГ билан деярли яқин натижалар кўрсатди ва бундан ушбу абсорбентларнинг абсорбция қурилмаларида ортиқча босим ҳосил қилиш эҳтимоли пастлигини хулоса қилиш мумкин.

ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг коррозия фаоллиги ДЭГ ва УЭГ каби саноат намуналари билан бирга аниқланди. Бунда газни қайта ишлаш саноати қурилмаларининг асосий ҳисобланган 09G2S маркадаги металл аралашмадан фойдаланилди. Шунинг алоҳида таъкидлаш жоизки, гликолар ва абсорбент композицияларининг коррозия агрессивлиги ҳароратга ҳам боғлиқ. Шу сабабли, бизнинг илмий тадқиқотларда 0-200 °С

харорат (регенерациялаш жараёнларини инобатга олган ҳолда) оралиқларида аниқланди ва олинган натижалар 2 – расмда келтирилган.



2 – расм. ДЭГ, УЭГ, ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг коррозия тезлиги ва унинг ҳароратга боғлиқлиги

2 – расмда келтирилган тадқиқот натижалари ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг саноат абсорбент намуналарига нисбатан пастроқ коррозия фаоллики намоён этганини кўришимиз мумкин. Бунда БК ва УЭМЭларининг ДЭГнинг коррозия фаоллигини янада пасайтирган ДЭГ ҳулосани беради.

Илмий тадқиқотлар натижасида олинган ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг турли хоссалари ва газларни абсорбцион қуритиш жараёнларидаги фаоллиги ва селективлигини инобатга олган ҳолда, ДУБ-1 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг юқори натижалар кўрсатганидан келиб чиққан ҳолда, ушбу абсорбент композицияларини табиий газни қуритишда қўллаш мақбул деб ҳулоса қилинди.

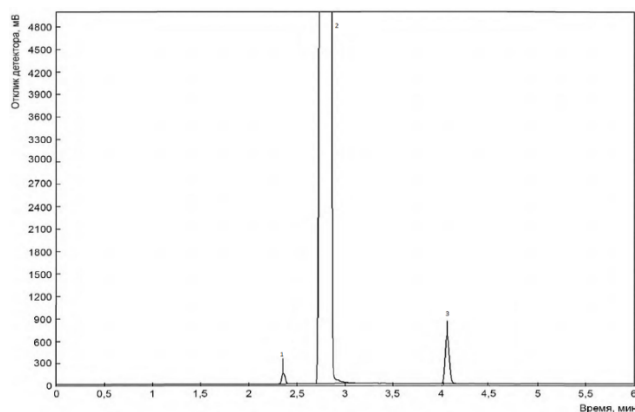
ДУБ-1 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг кимёвий таркиби GC-2014 маркадаги газ хроматографи ёрдамида аниқланди ва уларнинг хроматограммалари 3-4 – расмларда келтирилган.

GC-2014 маркадаги газ хроматографи ёрдамида олинган абсорбент композицияларининг хроматограммалари, ушбу композицияларнинг таркиби илмий тадқиқотда келтирилган рецептурага мослигини кўрсатди.

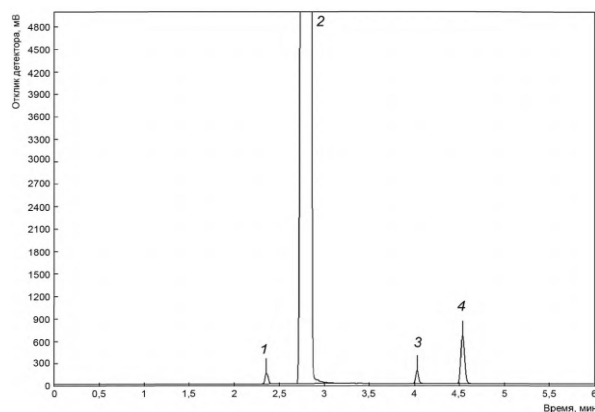
Абсорбент композицияларининг термик барқарорлиги, десорбцияланиш ҳароратидан қанча катта бўлса, уларнинг йўқотилишини, улар таркибида бошқа моддалар ҳосил бўлишини камайишига ва бу орқали уларнинг ишлаш даврини узайтириш имконини беради.

Илмий тадқиқотларимизнинг ушбу босқичида олинган абсорбент композицияларини қўллаб, табиий газни абсорбцион қуритиб олинган газнинг

таркиби таҳлил этилди. Бунда биринчи навбатда абсорбент композицияларининг оптимал муқобил шароитлари танлаб олинди.



3 – расм. ДУБ-1 абсорбент композициясининг хроматограммаси: 1 – сув, 2 – ДЭГ, 3 – БК



4 – расм. ДУСБ-3 абсорбент композициясининг хроматограммаси: 1 – сув, 2 – ДЭГ, 3 – УЭМЭ, 4 – БК

ДУБ-1 абсорбент композиция учун абсорбция жараёни оптимал ишчи шароити қуйидагича: абсорберга қирувчи газнинг босими – 7 МПа, абсорберга қирувчи газнинг ҳарорати 10 °С, абсорбент композициясининг ҳарорати 30 °С, абсорбент композициясининг циркуляция қарралиги 1000 м³ газ учун 30 л, десорбердаги ҳарорат 160 °С. ДУБ-1 абсорбент композицияси ёрдамида қурилган газнинг физик-кимёвий хоссалари 6 – жадвалда келтирилган.

6 – жадвал

ДУБ-1 абсорбент композицияси ёрдамида қурилган газнинг физик-кимёвий хоссалари

№	Газнинг физик-кимёвий хоссалари		Қўрсаткич
1	Табиий газнинг кимёвий таркиби, %	Метан	97,05
		Этан	1,44
		Пропан	0,75
		n-бутан	0,24
		Изобутан	0,19
		C ₅ +юқори углеводородлар	0,18
		Бошқа моддалар	0,15
2	Зичлиги, кг/м ³		0,7011
3	Молекуляр масса, г/мол		15,705
4	Воббе сони, ккал/м ³		10932,8
5	Намлик миқдори, мг/м ³		8,55

ДУБ-1 абсорбент композиция ёрдамида қурилган газдаги метан миқдори – 97,05 %, этан – 1,44 %, зичлиги 0,7011 кг/м³ни, молекуляр массаси – 15,705 г/мол ва намлик даражаси – 8,55 мг/м³ ни ташкил этди. Намлик

миқдори бўйича ушбу газ замоанвий меёрларда белгиланган талабларга тўла мос келади.

ДУСБ-3 абсорбент композиция учун абсорбция жараёни оптимал ишчи шароити қуйидагича: абсорберга кирувчи газнинг босими – 7 МПа, абсорберга кирувчи газнинг ҳарорати 30 °С, абсорбент композициясининг ҳарорати 40 °С, абсорбент композициясининг циркуляция қарралиги 1000 м³ газ учун 30 л, десорбердаги ҳарорат 155 °С. ДУСБ-3 абсорбент композиция ёрдамида қурилган газнинг физик-кимёвий хоссалари 7 – жадвалда келтирилган.

7 – жадвал

ДУСБ-3 абсорбент композиция ёрдамида қурилган газнинг физик-кимёвий хоссалари

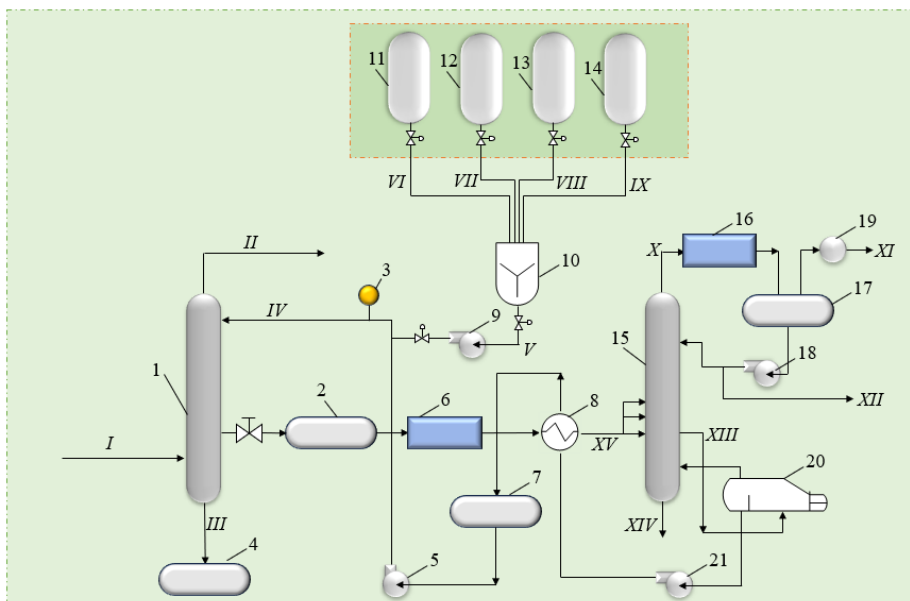
№	Газнинг физик-кимёвий хоссалари	Кўрсаткич
1	Метан	97,23
	Этан	1,42
	Пропан	0,74
	n-бутан	0,22
	Изобутан	0,14
	C ₅ +юқори углеводородлар	0,10
	Бошқа моддалар	0,15
2	Зичлиги, кг/м ³	0,7004
3	Молекуляр масса, г/мол	15,689
4	Воббе сони, ккал/м ³	10933,8
5	Намлик миқдори, мг/м ³	8,43

Ушбу абсорбент ДУБ-1 абсорбент композициясига нисбатан энергия тежамкорлиги нисбатан юқориқ. Чунки газни қайта ишлаш заводларида табиий газнинг ҳарорати 20-30 °С ташкил этса, абсорбентларни совутиш учун ҳам қўшимча энергия лозим, бунда 40 °С ҳароратдаги абсорбент қўллаш мумкиндир.

ДУСБ-3 абсорбент композиция ёрдамида қурилган газдаги метан миқдори – 97,23 %, этан – 1,42 %, зичлиги – 0,7004 кг/м³ни, молекуляр массаси – 15,689 г/мол ва намлик даражаси – 8,43 мг/м³ ни, Воббе сони – 10933,8 ккал/м³ ни ташкил этди.

ДУБ-1 ва ДУСБ-3 абсорбент композициялари ёрдамида газларни абсорбцион қуриштиш натижасида олинган қуруқ газлар замонавий талабларга тўла мос келувчи қуруқ газлар олиш мумкинлиги кўрсатди. Ушбу абсорбент композициялари орасида ДУСБ-3 абсорбент композицияси кенг ҳароратлар ва босимлар оралиғи, абсорбентнинг циркуляцияси қарралиги кенг оралиқлари имкониятлари мавжудлигидан келиб чиққан ҳолда, ушбу абсорбент композициясини газларни чуқур қуриштиш жараёнларига қўллаш тавсия қилинди.

ДУСБ-3 абсорбент композицияси олиш ва унинг ёрдамида газларни абсорбцион қуритиш комбинацион технологик тизими 5 – расмда келтирилган.



5 – расм. ДУСБ-3 абсорбент композицияси олиш ва унинг ёрдамида газларни абсорбцион қуритишнинг комбинациялашган технологик схемаси

Ушбу технологик тизимга мувофиқ, нам хомашё газ 20-40 °С ҳароратда, 7 МПа босим остида 1 абсорбернинг пастки қисмидан киритилиб, унинг пастки қисмида бирламчи конденсатдан тозаланиб, сўнгра абсорбернинг ўрта ва юқори қисмларида регенерацияланган абсорбент композицияси билан контактлашиб, куруқ газ абсорбернинг юқори қисмидан ажратиб олинади. Абсорбернинг юқори қисмидан эса регенерацияланган абсорбент композицияси 40°С ҳароратда, 1000 м³ газ учун 30 л миқдордига нисбатан ҳисобланган ҳолда берилади. Тўйинган абсорбент композицияси чиқарилиб, 2 сифмдан ўтиб, 6 филтрдан ўтказилиб, 8 иссиқлик алмаштиргичда регенерацияланган абсорбент оқими билан қиздириб 155°С гача қиздирилиб, десорбернинг ўрта қисмидан учта оқимда берилади. Десорбернинг юқори қисмидан абсорбент ютиб олган сув буғлари ва қисман углеводород газлари чиқарилиб олинса, пастки қисмидан куб қолдиғи чиқарилади. Бунда ушбу сув буғлари ва газлар 16 ҳаволи совутгичда совутилиб, 17 сепараторда газ ва суюқликлар зичликлар ҳисобига ажратилади ва сепараторнинг юқори қисмидан газлар ва сув буғлари, пастки қисмидан суюқ углеводород аралашмалари чиқарилиб олинса, абсорбент композицияси эса сепараторнинг ўрта қисмидан чиқарилиб, десорберга қайтарилади. Десорбернинг пастки қисмидаги ҳарорат 20 ребойлер ёрдамида бошқарилади. Бунда бир қисми регенерацияланган абсорбент десорберга доимий қайтарилиб турилса, қолган қисми эса 21 насос ёрдамида 7 сифмга юборилиб турилади.

Технологик тизимнинг абсорбент композициялари тайёрлаш блокида эса ДЭГ, УЭМЭ, БК ва сув сифмлардан керакли миқдорларда олиниб, 10

аралаштиргичда аралаштирилиб, янги абсорбент композицияси 9 насос ёрдамида абсорбентларнинг йўқотилишини қоплаш учун регенерацияланган абсорбент композицияси линиясига уланади. Регенерацияланган абсорбент композицияси 5 насос ёрдамида 7 сигимдан олиб, 1 абсорберга 3 дозатор орқали керакли миқдорда етказиб туради. Бунда абсорбент композициясининг абсорберга берилувчи миқдори 3 дозатор ёрдамида бошқарилиб турилади.

Бугунги кунда саноатда ДЭГ газларни қуриштириш учун қўлланилмоқда ва унинг 1 кг учун нархи 18816 сўмни ташкил этмоқда. Бундан, ДУСБ-3 абсорбенти учун харажатларни ажратилганда, ҳар кг абсорбент учун иқтисодий самарадорлик келиб чиқади:

$$18816 - 16545,49 = 2270,51 \text{ сўм}$$

Муборак газни қайта ишлаш заводида абсорбент сарфи ҳар 1000 м³ газ учун 54 гр. бўлганда йилига 7,5 млрд. м³ газни қуриштиришда 405 тн ДЭГ сарф этилади. Бундан кутилаётган иқтисодий самарадорлик йилига 919 556,55 сўмни ташкил этиши аниқланди.

ХУЛОСА

1. Абсорбент таркибидаги сув миқдори – 1 % бўлганда термодинамик усулда “абсорбент – сув” ўзаро бинар таъсирлашувини созлаш кўрсаткичлари учун абсорбентни турли гигроскопик кўрсаткичларидаги абсорбернинг модда алмашинуви самарадорлиги аниқланди.

2. Газни қайта ишлаш саноати қурилмаларининг асоси ҳисобланган 09G2S маркадаги металл аралашмадан фойдаланилган ҳолда, ДУБ-1, ДУСБ-2 ва ДУСБ-3 абсорбент композицияларининг антикоррозион хусусияти ДЭГ ва УЭГ каби саноат намуналарига нисбатан юқори эканлиги аниқланди.

3. ДЭГ, УЭМЭ, БК ва сув асосида уларнинг турли нисбатларида газларни абсорбцион қуриштириш учун абсорбент композицияларининг оптимал тақриблари ишлаб чиқилди.

4. Ишлаб чиқилган абсорбент композицияларининг газларни қуриштириш жараёнидаги фаоллиги ва селективлиги аниқланди ҳамда ушбу абсорбент композициясини газларни чуқур қуриштириш жараёнларига қўллаш тавсия қилинди.

5. ДУСБ-3 абсорбент композициясини олиш натижасида ҳамда олинган маҳсулот ёрдамида газларни абсорбцион қуриштириш жараёнининг оптимал шароитлари аниқланди.

6. Абсорбент композицияларини табиий газларни қуриштириш жараёнида қўллаш учун комбинацион технологик тизим ишлаб чиқилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ имени
ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ТАШКЕНТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

ЭЛМУРОДОВ ЭЛБЕК ЮСУП УГЛИ

**ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИИ АБСОРБЕНТОВ
ДЛЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛИКОЛЕЙ И ПАВ**

**02.00.07 – Химия и технология композиционных, лакокрасочных и резиновых
материалов (по техническим наукам)**

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

Ташкент-2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан под номером B2024.2.PhD/T4570.

Диссертация выполнена в НОУ Университете экономики и педагогики.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-странице Научного совета по адресу www.gupft.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz

Научный руководитель:

Махмудов Мухтор Жамолович
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Юлчиева Сурайё Бахрамовна
доктор технических наук, с.н.с.

Негматова Комила Сайибжановна
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Ташкентский химико-технологический институт

Защита диссертации состоится **«06» марта 2025 года в 15³⁰** часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а. тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; э-майл:фан ва тараккиёт@маил.ру на здание «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номерам №48-24). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. МирзоГолиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73.

Автореферат диссертации разослан «25» февраля 2025 года
(протокол реестра №48-24 от “03” декабря 2024 г.)

С.С. Негматов

Председатель научного совета по присуждению
учёных степеней, Академик АН РУз, Заслуженный деятель
науки Республики Узбекистан д.т.н., профессор

М.Э. Икрамова

Ученый секретарь научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., с.н.с.

А.М. Эминов

Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире растет спрос на природный газ, который является одним из основных природных ресурсов, занимающих свое место в энергетической отрасли, и на внедрение современного оборудования и устройств для совершенствования технологий его добычи, подготовки, транспортировки и глубокой переработки. В этом аспекте, большое значение имеет, в частности, повышение уровня переработки природного газа, развитие глубокой химической переработки газа, разработка эффективных технологий, направленных на глубокую химическую переработку природного газа и повышение качества природного газа для укрепления стратегических позиций страны на внутреннем и внешнем мировых рынках.

В мире в химической технологии, нефтегазохимии и ряде других промышленных предприятий проводятся исследования по разработке способа получения различных композиций абсорбентов с компонентами высокой чистоты для производства качественного природного газа, повышению их физико-химических, технологических и эксплуатационных свойств, изучению физико-химических и технологических свойств различных жидких и газовых смесей, которые необходимо разделить на фракции, а также производству конкурентоспособной продукции. В связи с этим, перед эксплуатацией устройств транспортировки, хранения, переработки природного газа и его транспортировке важное значение имеет получение и применение абсорбирующей композиций для процесса сушки природного газа на основе гликолей и ПАВ для очистки его от механических частиц, сушки от влаги и защиты оборудования газоперерабатывающих установок от коррозии.

В республике проводится ряд научных исследований и достигнуты определенные результаты с целью рационального использования современного оборудования для первичной подготовки природного газа, его глубокой химической переработки, создания методов получения дополнительных реагентов, используемых в процессах первичной подготовки и переработки газов на основе местных ресурсов, изучения их комплексных свойств и совершенствования существующей технологии производства. В Стратегии развития Нового Узбекистана «... продолжение промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики и увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте, увеличение объемов производства промышленной продукции...», «Широкое внедрение инноваций в экономику, развитие кооперационных связей промышленных предприятий и научных учреждений». В этом аспекте особое значение имеет разработка и внедрение технологических систем, направленных на повышение уровня добычи, транспортировки и хранения природного газа, его переработки, или разработки, направленные на совершенствование существующих установок.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлениях Президента

Республики Узбекистан №ПП-2614 от 28 сентября 2016 года «О мерах по увеличению производства готовой экспортоориентированной продукции на базе глубокой переработки углеводородного сырья на 2016-2020 годы» и №ПП-4992 от 13 февраля 2021 года «О мерах по дальнейшему реформированию и финансовому оздоровлению предприятий химической промышленности, развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII. «Химическая технология и нанотехнология».

Степень изученности проблемы. Огромный вклад при получении абсорбирующей композиции для процесса сушки природных газов на основе гликолей и ПАВ, и их применение в процессах сушки природных газов внесли следующие зарубежные и отечественные ученые: Ahmed Mahmoud, Shaomin Liu, Zong Yang Kong, Jaka Sunarso, Mansoor Anbia, Esmat Koohsaryan, А.Л. Халиф, В.Б. Коган, Р.З. Магарил, Т.Р. Даутов, Р.И. Вяхирев, А.И. Гриценко, Т.М. Бекиров, А.Т. Шаповалов, Н.В. Жданова, В.М. Фридман, В.В. Кафаров, отечественные ученые Ахмедов К.С., Нарметова Г.Р., Хамидов Б.Н., Ахмедов У.К., Ахмедов Р.К., Гуро В.П., Рахматкариев Г.У., Хайитов Р.Р., Махмудов М.Ж. и другие.

В результате проведенного анализа литературы выявлено, что для процессов абсорбционной осушки природных газов не были детально освещены механизмы следующих процессов: получение новых абсорбирующих композиций на основе гликолей и различных поверхностно-активных веществ, определение оптимальных рабочих условий для процессов абсорбции-десорбции, исследование коррозионной активности, степени пенообразования, активности и селективности абсорбирующих композиций при осушке газа. Содержание данной диссертационной работы направлено на поиск решения этих проблем.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ НОУ Университета экономики и педагогики совместно с Бухарским инженерно-технологическим институтом в рамках хозяйственного договора №40-22 «Применение отработанных компрессорных масел для получения автомобильного бензина путем регенерации на основе отечественных сорбентов и рециркуляции газового конденсата, выделяемого из установок ГСУ».

Целью исследования является получение и применение композиции абсорбентов для процесса сушки природных газов с использованием гликолей и ПАВ.

Задачи исследования:

анализ современных требований к товарным природным газам, зависимости их влажности от точки росы и современных технологий осушки газов;

оценка влияния газов на рабочие показатели установок гидратообразования и их переработки;

разработка научных основ выбора и разработки абсорбентов при абсорбционной сушке газов;

получение композиций абсорбентов для абсорбционной сушки газов на основе гликолей и ПАВ и определение их основных свойств;

определение таких показателей, как активность и селективность полученных композиций абсорбентов в процессах абсорбции, их коррозионная агрессивность, термическая стабильность, давление насыщенных паров;

получение композиций абсорбентов на основе гликолей и ПАВ и разработка комбинированной технологической системы абсорбционной сушки газов.

Объектом исследования является сырье природного газа Мубарекского газоперерабатывающего завода, диэтиленгликоль (ДЭГ), монометиловый эфир третичного этиленгликоля (МЭТЭ), бутилкарбитол (БК).

Предмет исследования состоит из получения новых композиций абсорбентов на основе гликолей и ПАВ для осушки природного газа, изучение их активности и селективности в процессе абсорбции, определение оптимальных условий работы композиций абсорбентов в процессах абсорбции и десорбции, а также разработка комбинированной технологической системы осушки газов.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы для определения влажности газа использовались экспериментальная установка абсорбционной сушки газов, определение термической стабильности гликолей и композиций абсорбентов, определение химического состава абсорбентов и природного газа хроматографическим методом и другие современные методы анализа.

Научная новизна исследований состоит из:

установлено, что при содержании 1% воды в системе «природный газ - абсорбент – вода» точка росы газа, высушенного УЭГ, составляет минус 24,5°C;

разработан новый эффективный состав композиций абсорбентов на основе ДЭГ, УЭМЭ, БК и воды;

выявлены активность и селективность абсорбентов в процессах сушки газов на основе разработанных новых композиций абсорбентов;

разработана комбинированная технология абсорбционной сушки газов с использованием абсорбирующей композиции ДУСБ-3;

установлено, что при использовании абсорбирующей композиции ДУСБ-3 влажность газов снижается до 8,43 мг/м³.

Практические результаты исследования состоит из:

получены композиции абсорбентов для устройств абсорбционной сушки газов на основе ДЭГ, УЭМЭ, БК и воды, и определены их активность и селективность в процессе абсорбции;

разработана комбинированная технологическая система получения композиции абсорбента ДУСБ-3 и абсорбционной сушки газов.

Достоверность полученных результатов подтверждена экспериментальными испытаниями на газоперерабатывающих заводах и в лабораториях промышленных предприятий с использованием современных физико-химических, коллоидно-химических и эксплуатационных методов анализа.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в снижении коррозионной агрессивности, повышении активности и селективности в процессе абсорбции, определении термической стабильности композиций абсорбентов к гликолям и разности температур регенерации, а также разработке эффективных составов композиций абсорбентов на основе ДЭГ, УЭМЭ, БК и воды с добавлением в состав гликолей третичного этиленгликолевого монометилового эфира и бутилкарбита при получении композиций абсорбентов на основе гликолей и ПАВ при сушке природных газов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке энергосберегающей технологии, позволяющей снизить уровень влажности высушенного природного газа с 158 мг/м³ до 8,43 мг/м³, а также снизить температуру регенерации абсорбента до 155 °С.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных результатов по получению и применению абсорбирующих композиций для процесса сушки природных газов на основе гликолей и ПАВ:

технология получения абсорбирующих композиций для абсорбционной сушки газов на основе ДЭГ, УЭМЭ, БК и воды включена в «Перечень перспективных разработок для внедрения в 2025-2026 годах» Мубарекского газоперерабатывающего завода (справка №106/ГК-04 АО «Узбекнефтегаз» от 18 апреля 2024 года). В результате, появилась возможность повысить активность и селективность абсорбирующих композиций в процессе сушки природных газов;

технология процесса абсорбционной сушки природного газа с использованием абсорбирующих композиций ДУСБ-3 включена в «Перечень перспективных разработок для внедрения в 2025-2026 годах» Мубарекского газоперерабатывающего завода (справка №106/ГК-04 АО «Узбекнефтегаз» «Мубарекский газоперерабатывающий завод» от 18 апреля 2024 года). В результате, появилась возможность снизить содержание влаги в газах до 8,43 мг/м³.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 4 конференциях, в том числе 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 8 научных работ, в том числе 4 научных статей, из них 2 в республиканских и 2 в зарубежных 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. Объем диссертации составляет 110 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ 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 Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована их достоверность, раскрыты теоретические и практические значимости полученных результатов, приведены результаты внедрений разработок, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертационной работы под названием **«Анализ процессов абсорбционной сушки природных газов и применяемых в них абсорбентов, их композиций и современных технологий»** представлена классификация продукции современных газоперерабатывающих предприятий и анализ ее физико-химических свойств, анализ современных технологий осушки природного газа, традиционные и современные методы осушки влаги в природном газе, индивидуальные и композиционные виды абсорбентов, применяемых при абсорбционной осушке газов, представлены результаты углубленного анализа современных литературных источников научных исследований по теме диссертации, посвященной проблемам анализа факторов, влияющих на процессы абсорбционной сушки газа.

Факторы, влияющие на процессы абсорбционной сушки газа: изучено влияние температуры, давления, частота вращения абсорбента, концентрация регенерированного абсорбента, влияние газового конденсата, влияние абсорберно-контактного оборудования, влияние сероводорода в газе.

Во второй главе диссертационной работы под названием **«Описание способов определения их физико-химических и эксплуатационных свойств необходимых реагентов для получения абсорбирующих композиций в процессе абсорбционной сушки природных газов»** приведены описание объектов исследования, методы определения влаги в газе, определения содержания воды в абсорбентах, описание экспериментальной установки для абсорбционной осушки газов, определения термической устойчивости гликолей и абсорбирующих композиций, хроматографическое определение химического состава абсорбентов и

природного газа, а также методы определения давления насыщенных паров абсорбирующих композиций.

В третьей главе диссертации **«Разработка термодинамических основ и математической модели фазового равновесия системы «природный газ – абсорбент – вода»** приведены термодинамические основы фазового равновесия системы «природный газ – абсорбент – вода», разработка математической модели фазового равновесия системы «природный газ – абсорбент – вода», а также результаты исследования фазового равновесия системы «метан – вода» и представлены равновесия уровня влагоудержания.

Вторые коэффициенты фугитивного уравнения были рассчитаны с использованием метода Оконнелла и считаются очень надежными из-за отсутствия прямых экспериментальных данных. Хотя этот метод расчета был разработан сравнительно давно, благодаря достоверности результатов качественных обобщенных корреляций вторых беглых коэффициентов на основе модели межмолекулярного взаимодействия он до сих пор используется для описания паровой фазы систем при низком давлении (до до 2-5 МПа в различных случаях) также очень широко применяется.

Уравнение NON-RANDOM TWO LIQUID широко используется в термодинамической литературе, поскольку на практике оно оказалось весьма пригодным для описания многих типов смесей взаимно и частично растворимых веществ и, как представляется, особенно важным для нас, многокомпонентных. Смесей позволяют проводить точное моделирование, основываясь только на информации о бинарных смесях.

Также для сравнительного расчета коэффициентов сравнения жидких многокомпонентных растворов использовалась модель группового вклада UNIFAC в одной из современных модификаций с улучшенным описанием температурной зависимости и скорректированными бинарными параметрами в ряде случаев. Здесь следует подчеркнуть, что температурная зависимость коэффициентов активности компонентов раствора не была четко описана в ранних версиях групповых моделей типа UNIFAC. Вероятностная модель UNIFAC обычно используется для оценки недостающих данных при отсутствии прямого опыта. Сложные уравнения состояния многокомпонентных смесей обладают большей точностью и гибкостью, чем упрощенные модификации. Но при правильной настройке параметров модели упрощенные модификации также могут обеспечить удовлетворительную точность и более пригодны для использования в технологических расчетах. С помощью надежных параметризованных сложных уравнений можно создавать новые данные на основе результатов расчетов (аннотация - установление простых методов придания экспериментальным данным практического вида, а также создание обобщенных термодинамических корреляций).

В четвертой главе диссертационной работы под названием **«Разработка технологической системы получения и применения абсорбирующих композиций для процесса сушки природных газов на основе гликолей и**

ПАВ» изложены полученные абсорбирующие композиции для процессов газоабсорбционной сушки на основе ДЭГ, третичного монометилового эфира этиленгликоля и бутилкарбита и определены их основные физические свойства.

Состав различных абсорбирующих композиций для процессов газоабсорбционной сушки на основе ДЭГ, монометиловый эфир третичного этиленгликоля и бутилкарбита представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав абсорбирующих композиций, полученных для абсорбционной осушки ДЭГ, МЭТЭ, БК и газов на водной основе

№	Название впитывающего состава	Состав впитывающей композиции, %			
		ДЭГ	МЭТЭ	БК	Вода
1	ДУС-1	94	5	-	1
2	ДУС-2	90	8	-	2
3	ДУБ-1	94	-	5	1
4	ДУБ-2	90	-	8	2
5	ДУСБ-1	89	5	5	1
6	ДУСБ-2	84	10	5	1
7	ДУСБ-3	84	5	10	1
8	ДУСБ-4	90	4	4	2

Для определения степени осушки природного газа абсорбирующих композиций, полученных в результате научных исследований, в качестве сырого природного газа использовался природный влажный газ, перерабатываемый на Мубарекском газоперерабатывающем заводе, основные физико-химические свойства этого газа представлены в таблице 2.

Таблица 2

Основные физико-химические свойства природного газа, «Мубарекского газоперерабатывающего завода»

№	Физико-химические свойства газа		Индикатор
1	Химический состав природного газа, %	Метан	96,55
		Итан	1,55
		Пропан	0,85
		n-бутан	0,22
		Изобутан	0,18
		C5+	0,38
		Другие вещества	0,27
2	Плотность, кг/м ³		0,7128
3	Молекулярная масса, г/моль		15 967
4	Число Воббе, ккал/м ³		10937,5
5	Содержание влаги, мг/м ³		158

Как видно из этой таблицы, содержание влаги в осушаемом газе составляет 158 мг/м³ и должно быть уменьшено до 9,0 мг/м³. В первую очередь при осуществлении процесса абсорбции оптимальным считается отбор газов в промышленных масштабах, исходя из условий устройства абсорбционной суши, для внедрения без изменения показателей технологического процесса.

Сегодня в промышленности процессы абсорбционной осушки газов осуществляют в диапазоне температур 10-50 °С, при давлении 5-12 МПа (в зависимости от входного давления газа) и при кратности циркуляции абсорбента на 1000 м³ газа 10-100 л (в зависимости от содержания влаги в газе), концентрации регенерированных гликолей 99,0-99,5%.

Процесс десорбции проводят при низком давлении, близком к атмосферному, и температуре 160-220 °С.

По итогам первой стадии процесса абсорбционной осушки с использованием композиций, поглощающих природный влажный газ, было сделано несколько выводов:

Во первых, по мере снижения температуры газа, степень осушки газа увеличилась. Это можно объяснить тем, что при понижении температуры природного газа степень контакта молекул воды с абсорбентом увеличивается за счет частичной конденсации водяного пара.

Во вторых, эффективность процесса абсорбции возрастала с увеличением скорости циркуляции абсорбирующей композиции в абсорбере до 40 л на 1000 м³ газа. Таким образом, видно, что за счет увеличения циркуляции абсорбентов усилилось взаимодействие системы «газ – композиционный абсорбент» и повысилась эффективность абсорбции.

В третьих, при увеличении циркуляции абсорбирующего состава в абсорбере до 50 л на 1000 м³ газа эффективность процесса абсорбции стала снижаться. Это можно объяснить тем, что при увеличении количества сорбента во взаимодействии системы «природный газ – абсорбент» ухудшение контакта газ – абсорбент за счет уменьшения площади поверхности в абсорбенте может привести к снижению эффективности процесса абсорбции из-за увеличения количества абсорбента по отношению к содержанию влаги в газе. Поэтому при последующих высоких давлениях кратность циркуляции абсорбента была выбрана как 10-40 л на 1000 м³ газа.

В результате наших исследований по определению уровня абсорбционной осушки природных влажных газов абсорбирующих композиций, полученных с помощью научных исследований, абсорбенты ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3 показали высокую активность и селективность. Поэтому именно эти абсорбирующие композиции были выбраны на следующем этапе исследований. Определены оптимальные условия процесса абсорбции вышеуказанных абсорбентов, которые приведены в таблице 3.

Известно, что к абсорбентам и абсорбирующим композициям, применяемым в процессах абсорбционной суши газов, помимо их абсорбционной активности и селективности, предъявляется несколько

техники – технологических требований к их физико-химическим и эксплуатационным свойствам в процессе эксплуатации.

Таблица 3

Оптимальные условия эксплуатации абсорбирующих композиций ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3 в установках абсорбционной осушке газа

№	Название впитывающего состава	Температура газа, поступающего в абсорбер, оС			
		10	20	30	40
Скорость циркуляции абсорбента, 40 л					
Давление газа на входе в абсорбер, 6 МПа					
1	ДУБ-1	8.29	17.23	28,36	46.09
2	ДУСБ-2	7,82	20.85	29.35	40,37
3	ДУСБ-3	6.03	14.06	24.06	38,12
Скорость циркуляции абсорбента, 30 л					
Давление газа на входе в абсорбер, 7 МПа					
1	ДУБ-1	8.55	12.26	19.08	31.26
2	ДУСБ-2	8.05	18,2	24.06	41,56
3	ДУСБ-3	5.42	8,69	15.06	30,46
Скорость циркуляции абсорбента, 40 л					
Давление газа на входе в абсорбер, 7 МПа					
1	ДУБ-1	4.36	7,82	12.36	18.93
2	ДУСБ-2	4,62	9.06	14.92	22.03
3	ДУСБ-3	2.06	4.28	8.43	14.39

Важное значение имеют условия процесса десорбции абсорбирующих композиций ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3 после осушки газа. Поэтому были изучены условия выделения поглощенной влаги из их содержимого и регенерации до необходимых концентраций.

Таблица 4

Условия регенерации абсорбирующих композиций

№	Условия процесса	ДУБ-1	ДУСБ-2	ДУСБ-3
1	Температура регенерации, оС	160	172	155
2	Давление регенерации, МПа	0,3-0,4	0,3-0,6	0,3-0,5
3	Расход газа испарителя, м ³ /м ³	10-50	10-55	10-45

Температура регенерации ТЭГ и ДЭГ, основных абсорбентов, используемых сегодня при осушке промышленных газов, составляет 206 °С и 164 °С соответственно. В наших исследованиях процесс десорбции проводился при давлении 0,3-0,6 МПа и в интервале температур 140-220 °С, а также были определены оптимальные условия работ регенерации для

абсорбирующих композиций ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Результаты экспериментов по определению условий регенерации абсорбирующих композиций показали более низкую температуру регенерации абсорбирующих композиций, полученных в результате научных исследований, по сравнению с промышленными абсорбентами. Это позволяет им снизить затраты энергии в процессе десорбции.

Термостабильность абсорбентов осуществлялась на экспериментальной установке, представленной во II главе диссертационной работы. Термическая стабильность абсорбентов является одним из важнейших свойств, и это свойство считается напрямую связанным с такими показателями, как температура регенерации абсорбентов, потери, скорость регенерации. Термическая стабильность абсорбирующих композиций ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3 определялась также критическими температурами, числом омыления и рН сред при образовании альдегидов и кето с началом их разложения. Полученные результаты приведены в таблице 5.

Термическая стабильность абсорбирующих композиций, превышающая температуру десорбции, позволяет снизить их потери, образование других веществ в их составе и тем самым продлить срок их службы.

Чем выше термическая стабильность абсорбционных композиций, температура десорбции, тем лучше позволяет уменьшить их потери, образование в них других веществ и тем самым продлить срок их эксплуатации.

Таблица 5

Термическая устойчивость абсорбирующих композиций ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3 в зависимости от критической температуры их разложения, числа омыления и рН среды

№	Впитывающий состав	Температура вспышки, оС	рН	Количество омылений
1	ДУБ-1	188	6.90	4.12
2	Регенерированный ДУБ-1		6,88	4.15
3	ДУСБ-2	180	6,89	4.10
4	Регенерированный ДУСБ-2		6,65	4.14
5	ДУСБ-3	196	6,91	4.12
5	Регенерированный ДУСБ-3		6,89	4.14

По результатам наших исследований диапазон температур десорбции и температуры термического разложения составил: ДУБ-1 – 28 °С, ДУСБ-2 – 8 °С, ДУСБ-3 – 41 °С. Из полученных результатов мы видим, что абсорбирующий композит ДУСБ-3 работает относительно лучше.

Одним из основных требований к абсорбентам осушки газа, применяемым в промышленности, является давление насыщенных паров, чем ниже этот показатель, тем большее давление создает абсорбент или абсорбирующая композиция в ходе цикла абсорбции-десорбции и важно для

легкого выделения поглощенных водяных паров из состава абсорбентов. Поэтому в наших научных исследованиях были определены показатели давления насыщенных паров абсорбирующих композиций ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУБ-3.



Рис. 1. Показатели давления насыщенных паров абсорбирующих композиций ДУБ-1, ДУБ-2 и ДУБ-3

Как видно из рисунка 1, все абсорбентные композиции показали практически близкие результаты с основными промышленными абсорбентами ДЭГ и ТЭГ, из чего можно сделать вывод, что данные абсорбенты имеют низкую вероятность создания избыточного давления в абсорбционных устройствах.

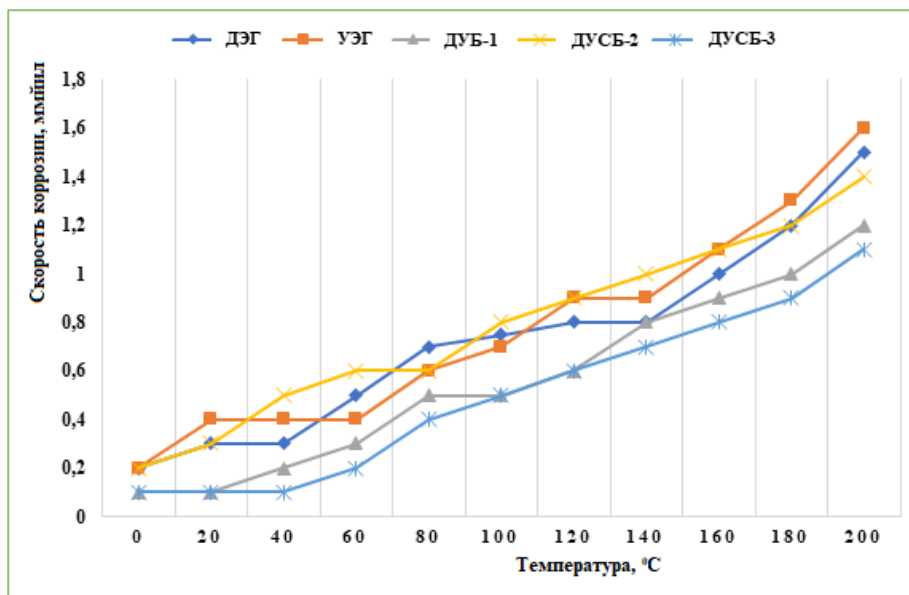


Рис. 2. Скорость коррозии абсорбирующих композиций ДЭГ, ТЭГ, ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3 и ее зависимость от температуры

Коррозионную активность абсорбирующих составов ДУБ-1, ДУБ-2 и ДУБ-3 определяли совместно с промышленными образцами типа ДЭГ и ТЭГ. В данном случае использовалась металлосмесь марки 09G2S, которая считается основной маркой использующейся в газоперерабатывающей

промышленности. Следует отметить, что коррозионная агрессивность гликолей и абсорбирующих композиций зависит также от температуры. Поэтому в наших научных исследованиях был определен диапазон температур 0-200 °С (с учетом процессов регенерации), а полученные результаты представлены на рисунке 2.

Результаты исследований, представленные на рисунке 2, показывают, что абсорбирующие композиции ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3 обладают меньшей коррозионной активностью по сравнению с промышленными образцами абсорбентов. Это позволяет сделать вывод, что БК и МЭТЭ еще больше снизили коррозионную активность ДЭГ.

Принимая во внимание различные свойства абсорбирующих композиций ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3, а также их активность и селективность в процессах абсорбционной сушки газов, на основании того, что абсорбционные составы ДУБ-1 и ДУСБ-3 показали высокие результаты, был сделан вывод о целесообразности применения этих абсорбционных составов при сушке природного газа.

Химический состав абсорбирующих композиций ДУБ-1 и ДУСБ-3 определялся с помощью газового хроматографа GC-2014 и их хроматограммы представлены на рисунках 3-4.

Хроматограммы абсорбирующих композиций, полученные с помощью газового хроматографа марки GC-2014, показали, что состав этих композиций соответствует составу, приведенной в научном исследовании.

Термическая стабильность абсорбирующих композиций, превышающая температуру десорбции, позволяет снизить их потери, образование других веществ в их составе и тем самым продлить срок их службы.

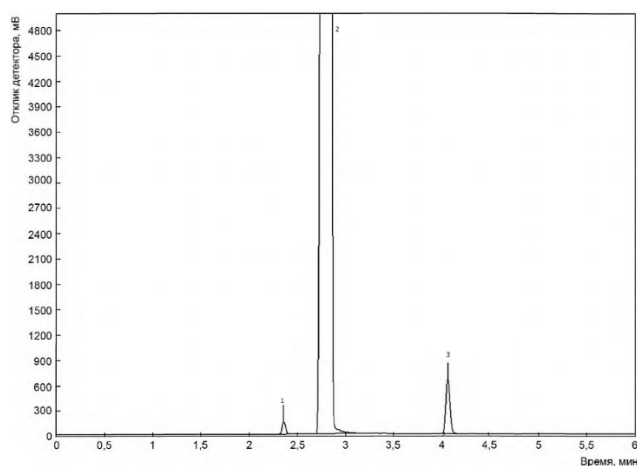


Рис. 3. Хроматограмма абсорбирующей композиции ДУБ-1: 1 – вода, 2 – ДЭГ, 3 – БК

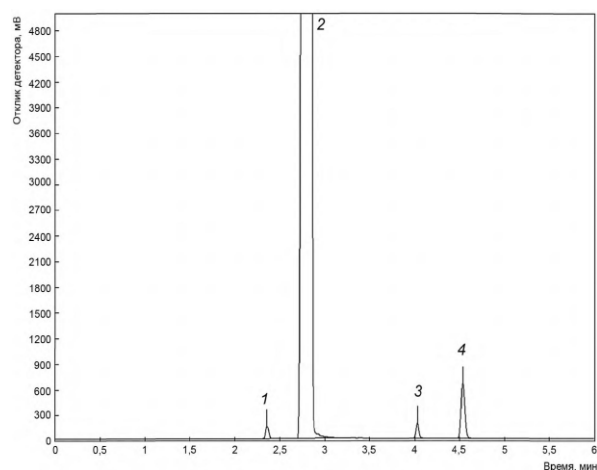


Рис. 4. Хроматограмма абсорбирующей композиции ДУСБ-3: 1 – вода, 2 – ДЭГ, 3 – МЭТЭ, 4 – БК

На данном этапе наших научных исследований был проанализирован состав природного газа осушенный абсорбционным методом с использованием абсорбирующих композиций. Прежде всего были выбраны

оптимальные альтернативные условия абсорбирующих композиций. Оптимальные условия проведения процесса абсорбции для абсорбирующей композиции ДУБ-1 следующие: давление газа, поступающего в абсорбер, - 7 МПа, температура газа, поступающего в абсорбер, - 10 °С, температура абсорбирующей композиции - 30 °С, скорость циркуляции абсорбирующей композиции 30 л на 1000 м³ газа, температура в десорбере 160 °С. Физико-химические свойства газа, осушенного абсорбирующей композицией ДУБ-1, представлены в таблице 6.

Таблица 6

Физико-химические свойства газа, осушенного абсорбирующей композицией ДУБ-1

№	Физико-химические свойства газа		Индикатор
1	Химический состав природного газа, %	Метан	97,05
		Итан	1,44
		Пропан	0,75
		<i>n</i> -бутан	0,24
		изобутан	0,19
		C5+высшие углеводороды	0,18
		Другие вещества	0,15
2	Плотность, кг/м ³		0,7011
3	Молекулярная масса, г/моль		15 705
4	Число Воббе, ккал/м ³		10932,8
5	Содержание влаги, мг/м ³		8,55

Количество метана в газе, осушенном абсорбирующей композицией ДУБ-1, составляет 97,05 %, этана – 1,44 %, плотность – 0,7011 кг/м³, молекулярная масса – 15,705 г/моль, влажность – 8,55 мг/м³. По содержанию влаги этот газ полностью соответствует требованиям, предъявляемым современными стандартами.

Оптимальные условия проведения процесса абсорбции для абсорбирующей композиции ДУСБ-3 следующие: давление газа, поступающего в абсорбер, - 7 МПа, температура газа, поступающего в абсорбер, - 30 °С, температура абсорбирующей композиции - 40 °С, скорость циркуляции абсорбирующей композиции 30 л на 1000 м³ газа, температура в десорбере 155 °С. Физико-химические свойства газа, осушенного абсорбционной композицией ДУСБ-3, представлены в таблице 7.

Этот абсорбент имеет относительно более высокую энергоэффективность по сравнению с абсорбирующей композицией ДУБ-1. Поскольку температура природного газа на газоперерабатывающих заводах составляет 20-30 °С, для охлаждения абсорбентов необходима дополнительная энергия, в этом случае можно использовать абсорбент с температурой 40 °С.

Количество метана в газе, осушенном абсорбирующей композицией ДУСБ-3 – 97,23 %, этан – 1,42 %, плотность – 0,7004 кг/м³, молекулярная масса – 15 689 г/моль и уровень влажности – 8,43 мг/м³, Число Воббе — 10933,8 ккал/м³.

Таблица 7

Физико-химические свойства газа, осушенного абсорбирующей композицией ДУСБ-3

№	Физико-химические свойства газа		Индикатор
1	Химический состав природного газа, %	Метан	97,23
		Итан	1,42
		Пропан	0,74
		<i>n</i> -бутан	0,22
		изобутан	0,14
		C5+высшие углеводороды	0,10
		Другие вещества	0,15
2	Плотность, кг/м ³		0,7004
3	Молекулярная масса, г/моль		15 689
4	Число Воббе, ккал/м ³		10933,8
5	Содержание влаги, мг/м ³		8,43

Сухие газы, полученные абсорбционной осушкой газов с помощью абсорбирующих композиций ДУБ-1 и ДУСБ-3, показали, что можно получать сухие газы, полностью соответствующие современным требованиям. Среди этих абсорбирующих композиций абсорбирующая композиция ДУСБ-3 была рекомендована к использованию в процессах глубокой осушки газа благодаря широкому диапазону температур и давлений, а также возможности широкого диапазона частоты циркуляции абсорбента.

Комбинированная технологическая система получения абсорбирующей композиции ДУСБ-3 и использования ее для абсорбционной осушки газов представлена на рисунке 5.

По этой технологической системе влажный сырой газ подается из нижней части абсорбера 1 при температуре 20-40 °С, под давлением 7 МПа, очищается от первичного конденсата в его нижней части, а затем вступает в контакт с регенерированным абсорбирующей композицией в средней и верхней частях абсорбера, а сухой газ отделяется в верхней части абсорбера. В верхнюю часть абсорбера подается регенерированный абсорбирующий состав с температурой 40 °С, из расчета 30 л на 1000 м³ газа. После выхода насыщенной абсорбирующей композиции, проходит через емкость 2, и фильтр 6, затем нагревается до 155 °С потоком регенерированного абсорбента в теплообменнике 8 и подают тремя потоками в среднюю часть десорбера. Если водяные пары, поглощенные абсорбентом, и частичные углеводородные газы удаляются из верхней части десорбера, то кубовый остаток – из нижней части.

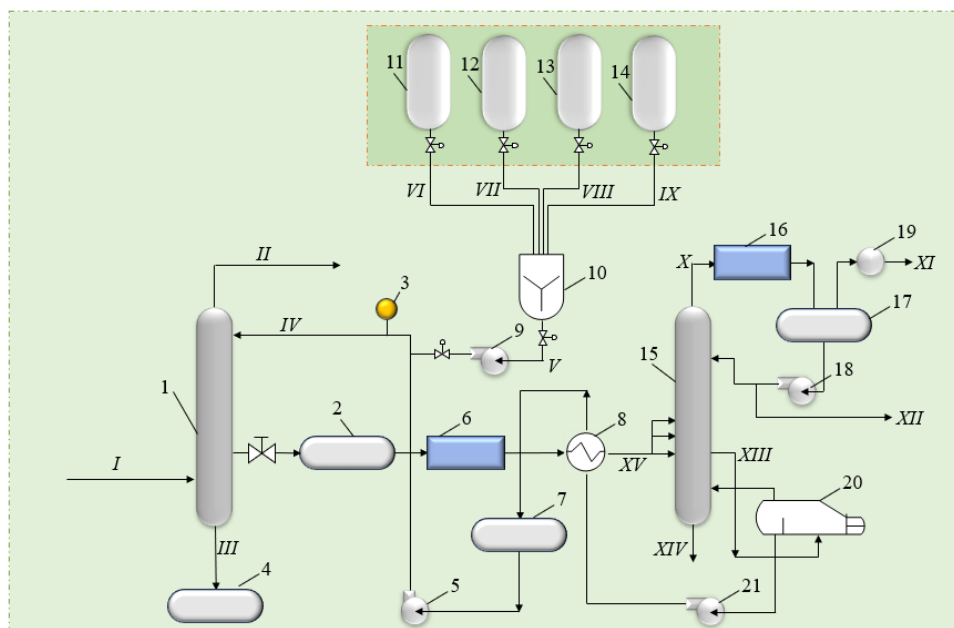


Рис. 5. Комбинированная технологическая схема получения абсорбирующей композиции ДУСБ-3 и использования ее для абсорбционной осушки газов

При этом эти водяные пары и газы охлаждаются в воздушном холодильнике 16, газы и жидкости разделяются по плотности в сепараторе 17, а газы и водяные пары удаляются из верхней части сепаратора, а жидкие углеводородные смеси удаляются из нижней части, а абсорбирующая композиция удаляется из средней части сепаратора и возвращается в десорбер. Температура в нижней части десорбера контролируется ребойлером 20. При этом часть регенированного абсорбента непрерывно возвращается в десорбер, а оставшаяся часть с помощью 21 насоса направляется в емкость 7.

В блоке приготовления абсорбирующей композиции технологической системы ДЭГ, МЭТЭ, БК и вода в необходимых количествах отбираются из емкостей, смешиваются в смесителе 10 и подключаются к линии регенированного абсорбирующего состава для покрытия потери абсорбента с помощью насоса 9. Регенированная абсорбирующая композиция отбирается из емкости 7 с помощью насоса 5 и подается в абсорбер 1 в необходимом количестве через дозатора 3. Количество подаваемого в абсорбер абсорбирующего состава контролируется с помощью дозатора 3.

Сегодня в промышленности для осушки газов используется ДЭГ, и его стоимость в расчете на 1 кг составляет 18816 сум. Из этого при выделении затрат на абсорбент ДУСБ-3 следует экономическая эффективность в расчете на кг абсорбента:

$$18816 - 16545,49 = 2270,51 \text{ сум}$$

Расход абсорбента на Мубарекском газоперерабатывающем заводе составляет 54 гр. на 1000 м³ газа. При осушке 7,5 млрд. м³ газа в год, расход ДЭГ составляет 405 тонн в год. При этом ожидаемая экономическая эффективность составляет 919 556,55 сум в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлена эффективность обмена веществ абсорбера при различных гигроскопических показателях абсорбента для показателей настройки бинарного взаимодействия «абсорбент – вода» термодинамическим методом при содержании воды в абсорбенте - 1%.

2. Выявлено, что антикоррозионные свойства абсорбирующих композиций ДУБ-1, ДУСБ-2 и ДУСБ-3 выше, чем у промышленных образцов, таких как ДЭГ и УЭГ, при использовании металлической смеси марки 09G2S, являющейся основой установки газоперерабатывающей промышленности.

3. Разработаны оптимальные составы абсорбирующих композиций для абсорбционной сушки газов на основе ДЭГ, УЭМЭ, БК и воды в различных их соотношениях.

4. Определена активность и селективность разработанных абсорбирующих композиций в процессе сушки газов и рекомендовано применение данной композиции абсорбента в процессах глубокой сушки газов.

5. Выявлены оптимальные условия процесса абсорбционной сушки газов в результате получения абсорбирующих композиции ДУСБ-3 и полученного продукта.

6. Разработана комбинированная технологическая система для применения абсорбирующих композиций в процессе осушки природных газов.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM
KARIMOV SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 AT STATE UNITARY ENTERPRISE
“FAN VA TARAKKIYOT”**

**STATE UNITARY ENTERPRISE «FAN VA TARAKKIYOT»
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

ELMURODOV ELBEK YUSUP UGLI

**OBTAINING AND APPLICATION OF THE COMPOSITION OF
ABSORBENTS FOR THE PROCESS OF DRYING NATURAL GASES
USING GLYCOLS AND SURFACTANTS**

**02.00.07 - Chemistry and technology of composite, varnish and rubber materials
(technical sciences)**

**DISSERTATION OF ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
TECHNICAL SCIENCE**

Tashkent-2025

The subject of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation is registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2024.2.PhD/T4570

The dissertation has been prepared at the NUU University of Economics and Pedagogy.

The abstract of the dissertation is issued in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.gupft.uz and on website of «Ziyonet» Information and Educational portal www.ziyonet.uz.

Scientific supervisor: **Makhmudov Mukhtor Jamolovich**
doctor of chemical sciences, professor

Official opponents: **Yulchieva Surayyo Bahramovna**
doctor of technical sciences, s.r.a.

Negmatova Komila Sayibjanovna
doctor of technical sciences, prof.

Leading organization: **Tashkent Institute of Chemical Technology**

Thesis defense will take place on «06» March 2025 at 15³⁰ the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01at Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (99871) 246-39-28/(99871) 227-12-73, e-mail: fan va taragqiyot@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (is registered under № 48-24). Address. 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (99871) 246-39-28/(99871) 227-12-73

Abstract of dissertation sent out on «25» February, 2025 y.
(mailing report № 48-24 on «03» December 2025 y.).

S.S. Negmatov

Chairman of the scientific council for the awarding
of academic degrees, doctor of technical sciences, professor

M.E. Ikramova

Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, s.r.a

A.M. Eminov

Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of (PhD) thesis)

The aim of the research work is to obtain and apply absorbent compositions for the natural gas drying process using glycols and surfactants.

The objects of research is the natural gas raw materials of the Mubarek Gas Processing Plant, diethylene glycol (DEG), monomethyl ether of tertiary ethylene glycol (METE), butyl carbitol (BK).

Scientific novelty of the research work:

it was established that with a 1% water content in the «natural gas - absorbent – water» system, the dew point of the DEG-dried gas is minus 24.5°C;

a new effective composition of absorbent compositions based on DEG, WEME, BK, and water has been developed;

the activity and selectivity of absorbents in the processes of gas drying based on the developed new compositions of absorbents were revealed;

a combined technology for absorption drying of gases using the DUSB-3 absorbing composition has been developed;

it has been established that the use of the DUSB-3 absorbing composition reduces the gas moisture content to 8.43 mg/m³.

Implementation of the research results. Based on the obtained results on the production and application of absorbing compositions for the natural gas drying process based on glycols and surfactants:

the technology for obtaining absorbent compositions for absorption drying of gases based on DEG, UEME, BK and water has been implemented in the “List of promising developments for implementation in 2025-2026” of the “Mubarek Gas Processing Plant” (certificate No. 106/GK-04 of “Uzbekneftegaz” JSC dated April 18, 2024). As a result, it became possible to increase the activity and selectivity of absorbing compositions in the process of natural gas drying;

the technology of the natural gas absorption drying process using DUSB-3 absorbing compositions has been implemented in the “List of Promising Developments for Implementation in 2025-2026” of the Mubarek Gas Processing Plant (certificate No. 106/GK-04 dated April 18, 2024 of “Uzbekneftegaz” JSC “Mubarek Gas Processing Plant”). As a result, it was possible to reduce the moisture content in the gases to 8.43 mg/m³.

The structure and scope of the research. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, and a list of references. The volume of the dissertation is 110 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть, I part)

1. Махмудов М.Ж., Элмуродов Э.Ю. Замоновий газни қайта ишлаш заводлари маҳсулотларини классификациялаш ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларини таҳлил қилиш. // Фан ва технологиялар тараққиёти. - Бухоро, 2023. -№5. 77-84 б.
2. Махмудов М.Ж., Элмуродов Э.Ю. Табиий газларни қуритишнинг замонавий технологияларини таҳлил қилиш. // Фан ва технологиялар тараққиёти. -Бухоро, 2023. -№6. -82-89 б.
3. Makhmudov M.J., Elmurodov E. Yu. Study of the process of drying natural gas using glycols using multifunctional additives and azeotropic solvents. // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences 2024, No 1-2, 58-62 p. <https://doi.org/10.29013/AJT-24-1.2-58-62>.
4. Makhmudov M. J., Elmurodov E. Yu. The main directions of natural gas processing in the chemical industry. // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences 2024, No 1-2, 63-67 p. <https://doi.org/10.29013/AJT-24-1.2-63-67>.

II bo'lim (II часть, II part)

5. Elmurodov E.Yu. Gas drying by glycol injection // Models and methods in modern science. International scientific-online conference. France, 2024. 97-99 p.
6. Elmurodov E.Yu. Gas drying and control of hydrate formation // Models and methods in modern science. International scientific-online conference. France, 2024. 100-102 p.
7. Элмуродов Э.Ю. Осушка природных газов // Yosh olimlar ilmiy-amaliy konferensiyasi. in-academy.uz/index.php/yo. 2024. 101-102 b.
8. Элмуродов Э.Ю. Перспективы развития переработки природного и попутного газа в Узбекистане // Yosh olimlar ilmiy-amaliy konferensiyasi. in-academy.uz/index.php/yo. 2024. 106-107 b.