

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.К/Т.04.02  
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**МЕНГЛИЕВ ШЕРЗОД ШОИМОВИЧ**

**ИШЛАТИЛГАН ЭТАНОЛАМИНЛАРНИ ИШЧИ ХОССАСИНИ  
ҚАЙТА ТИКЛАШ ВА УЛАРНИНГ АТРОФ–МУҲИТГА  
ТАЪСИРИНИ КАМАЙТИРИШ**

**11.00.05 – Атроф-муҳит муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона  
фойдаланиш**

**02.00.08 – Нефт ва газ кимёси ва технологияси**

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

УЎК: 504.064.43:66.074.5.081.3:66.048.1-982:66.061.35

**Кимё фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по химическим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on chemical sciences**

**Менглиев Шерзод Шоимович**

Ишлатилган этаноламинларни ишчи хоссасини қайта тиклаш ва уларнинг атроф–муҳитга таъсирини камайтириш .....3

**Менглиев Шерзод Шоимович**

Восстановление рабочих свойств отработанных этаноламинов и снижение их воздействия на окружающую среду .....21

**Mengliev Sherzod Shoimovich**

Restoring the working properties of spent ethanalamines and reducing their impact on the environment .....39

**Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works .....42

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.К/Т.04.02  
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**МЕНГЛИЕВ ШЕРЗОД ШОИМОВИЧ**

**ИШЛАТИЛГАН ЭТАНОЛАМИНЛАРНИ ИШЧИ ХОССАСИНИ  
ҚАЙТА ТИКЛАШ ВА УЛАРНИНГ АТРОФ–МУҲИТГА  
ТАЪСИРИНИ КАМАЙТИРИШ**

**11.00.05 – Атроф-муҳит муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона  
фойдаланиш**

**02.00.08 – Нефт ва газ кимёси ва технологияси**

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

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.1.PhD/К378 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган  
Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (rezyume)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) манзили бўйича ва «ZiyoNet» Ахборот таълим портали ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) да жойлаштирилган.

**Илмий раҳбарлар:**

**Пулатов Хайрулла Лутпуллаевич**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Тўраев Толиб Бозорович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Расмий оппонентлар:**

**Кулматов Рашид Анарович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Махсумов Абдухамид Гафурович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Етакчи ташкилот:**

**Умумий ва ноорганик кимё институти**

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.04.02 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг «6» 05 2022 йил соат 14:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўчаси, 32. Тел.: (99871) 244-79-21, факс : (99871) 244-79-17; e-mail: [info@tkti.uz](mailto:info@tkti.uz)).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (125 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, А.Навоий кўчаси, 32. Тел.: (99871) 244-79-21.

Диссертация автореферати «15» 04 2022 йилда тарқатилган.  
(2022 йил «15» 04 даги № 18 рақамли реестри баённомаси)



**Қ.Г. Мухамедов**  
Илмий даражалар берувчи бир марталик  
Илмий кенгаш раиси, т.ф.д., доцент

**Ф.Б.Игитов**  
Илмий даражалар берувчи бир марталик  
илмий кенгаш котиби, PhD, доцент

**Р.С.Сайфутдинов**  
Илмий даражалар берувчи бир марталик  
Илмий кенгаш қошидаги илмий семинар  
раиси, т.ф.д., профессор

## КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) дисертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда қазиб олинаётган ёқилғи ва кимё саноатининг 25% дан ортиқ хом ашёсини экологик тоза бўлган табиий газ ташкил қилади. Жаҳонда йилига 3,918 млрд.м<sup>3</sup> га яқин табиий газ қазиб чиқарилади. Ушбу ҳажмдаги табиий газнинг 90% гача бўлган асосий улуши таркибида H<sub>2</sub>S – 0,1–6,0% ва CO<sub>2</sub> – 1,2–4,0% гача микдорларда мавжуд бўлганлиги сабабли уларни тозалаш қатъиян талаб этилади. Ҳозирги вақтда атроф–муҳитни муҳофазаси билан боғлиқ бўлган талаб кўрсаткичларига мос келувчи табиий газларни агрессив бирикмалардан тозалаш ва утилизациялаш усуллари мавжуд. Ушбу маълумотлардан ҳам кўриниб турибдики газларни агрессив бирикмалардан тозалаш энг долзарб вазифалардан ҳисобланади.

Дунёда атроф–муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланишга бўлган эътибор, талаб этилган даражада газлар таркибидаги нордон компонентлардан тозалаш жараёнида ишлатиладиган сорбентларни регенерацияси бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, мазкур абсорбентларга бўлган эҳтиёж газни қайта ишлаш саноатида йил сайин ошиб бормоқда, бу эса сорбентларни регенерацияси, валюта сарф–ҳаражатларини камайтириш, ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш ва узок вақт давомида сорбентларни ишлатиш ҳамда уларнинг йўқотилишини камайтириш, корхоналарнинг бир меъёрда ва иқтисодий жиҳатдан самарадор фаолият юритиши учун атроф муҳитни ифослантирувчи янги турдаги чиқиндиларни утилизация қилиш муҳим аҳамият касб этади.

Республикамизда табиий газни қайта ишлаш жараёнида газларни агрессив бирикмалардан тозалаш бўйича маълум бир назарий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг Тараққиёт стратегиясида<sup>1</sup> «мавжуд имкониятларни тўлиқ ишга солган ҳолда маҳаллий саноат тармоқлари салоҳиятини янада ривожлантириш, ташқи бозор ва ҳалқаро талабларга жавоб берадиган стандартларни жорий этиш...» бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, газларни тозалашда ишлатиладиган этаноламинларни қайта фаоллигини тиклаш эксплуатацион хоссаларини яхшилаш ва куб қолдиғни атроф муҳитга ва экологияга салбий таъсирини камайтириш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони ва 2018 йил 25 октябрдаги «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора–тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ–3983–сонли ҳамда 2019 йил 3 апрелдаги «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора–тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ–4265 сонли қарорларида, шунингдек, мазкур фаолиятига тегишли бошқа меърий–ҳуқуқий

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда мазкур диссертация тадқиқотлари муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига боғлиқлиги.** Ушбу тадқиқот иши республикадаги фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устивор йўналишларининг IV-«атроф-муҳит муҳофаза ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш» устивор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Нефт ва газни қайта ишлаш, кимё саноат технология соҳаларида экологик талабларини кучайтириш, ва кенг миқёсдаги муаммоларни ўрганиш ҳамда уларни ҳал этишга қаратилган, шунингдек этаноламинларнинг ишчи эритмаларини деструкция маҳсулотларидан тозалаш жараёнларини ўрганиш мақсадида, бир қатор илмий- тадқиқотлар олиб борилди, диссертация, монография, мақолалар таҳлил қилинди. Жумладан, ушбу йўналишда дунёдаги таниқли олимлар: А.И.Афанасев, М.М.Дубинин, Э.Дж.Стюарт, Г.А.Агаев, Р.Ф.Хамидуллин, И.А.Лаврентев ва Ўзбекистонда илмий мактаб яратган: олимлар К.С.Ахмедов, С.М.Турабжонов, Т.Т.Турсунов, Г.Р.Нарметова, Р.А.Кулматов, Б.Н.Хамидов, А.Икромов, М.Р.Юнусов, Ш.А.Муталов, А.А.Агзамходжаев, Х.Л.Пулатов, С.Ф.Фозилов, Ш.А.Кулдашева, А.А.Алимов, И.Д.Ишметов, Р.Р.Хайитов ва бошқалар томонидан илмий ишлар олиб борилган ва ижобий натижаларга эришилган.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасига кўра газларни агрессив компонентлардан тозалаш усулларининг технологик параметрларининг оптимал ечимларини топиш ва уларни атроф муҳитга салбий таъсирини камайтириш, ишлатилган этаноламинларни тозалашни амалий усулларини ўрганиш ҳамда такомиллаштириш, газларни экологик сифатини яхшилаш йўналишлари кўриб ўтилган. Шу билан бирга, ҳозирги кунда сорбентларни узок муддат хизмат қилишини ошириш, газ таркибидаги агрессив компонентлар таъсирида саноат қурилмаларини коррозияланишини камайтириш, этаноламинларни деструкция маҳсулотларидан тозалаш, технологик, амалий, экологик ва иқтисодий жиҳатларини ўрганиш, диэтанолламин ва метилдиэтанолламин абсорбентларини регенерациялаш ҳамда куб қолдиғини утилизация қилиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг А-12-93 «Газ тозалаш корхоналарида ишлатилган тўйинган диэтанолламиннинг сувли эритмаларини тозалаш ва қайта ишлаб чиқаришга қўллаш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 й.й.) мавзусидаги амалий тадқиқот лойиҳасининг режаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади.** Табиий газни тозалаш жараёнида этаноламинларнинг ишчи эритмаларида деструкция маҳсулотларининг пайдо

бўлиш сабабларини аниқлаш ҳамда улардан тозалаш технологиясини ишлаб чиқиш йўли билан атроф–муҳит муҳофазасини таъминлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

газларни нордон компонентлардан тозалашда ишлатилган абсорбентларнинг ифлосланиш сабабларини аниқлаш ва қурилмаларнинг коррозияланиши ҳамда атроф–муҳитга таъсири даражасини баҳолаш;

абсорбентнинг сувли эритмаларини тозалаш жараёнларини экспериментал равишда ўрганиш;

ГҚИЗнинг технологик чиқиндиси кўринишидаги яроқсиз этаноламин эритмаларини тозалашда вакуум–экстракция жараёнини қўллашнинг хусусиятларини ўрганиш ва олинаётган маҳсулотларнинг асосий хоссаларини аниқлаш ва тадқиқотлар ўтказиш;

яроқсиз этаноламин эритмаларининг куб қолдиғини ишлаб чиқаришнинг бошқа соҳаларига иккиламчи хомашё сифатида тавсия қилиш;

этанолламин ишчи эритмаларини деструкция маҳсулотларидан тозалаш технологиясини ишлаб чиқиш ва атроф–муҳитга таъсирини камайтириш.

**Тадқиқотнинг объекти сифатида** табиий газларни тозалаш қурилмаларида водород сульфидни абсорбцияси ва десорбцияси жараёнларида узоқ муддат давомида ишлатилган ДЭА ва МДЭА ишчи эритмалари, уларнинг деструкция маҳсулотлари – водород сульфид, иссиқликка бардошли тузлар, боғланган аминлар ва аминокислоталар намуналари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** абсорбентларнинг физик–кимёвий хоссалари ва тўйинган абсорбентни вакуум–экстракция, газ–суюқ хроматографияси ва бошқа замонавий таҳлил усуллари ташкил этган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишида физик–кимёвий, коллоид–кимёвий, инфрақизил спектроскопия, раман–спектроскопияси, флуоресцентли спектрометр, газ–суюқ хроматографияси, усуллари ва замонавий компьютер дастурларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** куйидагилардан иборат:

экологик муаммоларни хал этиш, газни қайта ишлаш корхоналарида хом-ашёларни газларни тозалашда абсорбцион қурилмаларни эксплуатация қилиш жараёнида ҳосил бўлувчи этаноламинларни деструкция маҳсулотлари унинг ишчи эритмаларининг сорбцияланмайдиган асосий сабаблари аниқланган;

газ таркибидаги агрессив компонентлар амин эритмалари билан ўзаро таъсирланиши натижасида абсорбентни газни тозалаш тизимидан олиб чиқилишининг асосий сабаблари аниқланган;

яроқсиз этаноламинларнинг вакуум–экстракция қилиш жараёни натижасида уларни деструкция маҳсулотларидан тозалаш даражасини 60-65% гача ошириш имконияти мавжудлиги исботланган;

технологик чиқинди кўринишидаги яроқсиз этаноламин эритмаларини қайта тиклаш йўли билан атроф–муҳитга ташланадиган чиқиндиларни 70-75%га қисқариши аниқланган.

### **Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

Муборак газни қайта ишлаш заводи ва Шўртан газ кимё мажмуаларида газни тозалашда ишлатилган технологик чиқинди кўринишидаги яроқсиз этаноламинларнинг ишчи хоссаси қайта тиклаш усули ишлаб чиқилган;

этанолламинлар таркибида деструкция маҳсулотларининг ортиб бориши аниқланган;

деструкция маҳсулотларидан тозалаш натижасида этаноламинларни 60-65% гача қайта тиклаш имконияти мавжудлиги аниқланган;

газни тозалаш учун атроф-муҳит муҳофазаси талабларига жавоб берадиган технология ишлаб чиқилган.

### **Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.**

Олинган бирикмаларнинг таркиби ва структурасини ўрганишда замонавий физик-кимёвий усуллар, газ-суюқ хроматографияси, инфрақизил спектроскопия, раман-спектроскопияси, флуоресцентли спектрометр усуллари ва бошқа замонавий таҳлил усулларида фойдаланилган, олинган натижалар ишлаб чиқаришдаги кўрсаткичлар билан мувофиқ келиши билан тасдиқланган.

### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ишлаб чиқариш корхоналарида ишлатилган диэтанолламин ва метилдиэтанолламин эритмаларини сорбцияланган деструкция маҳсулотларини тоза этаноламинни ажратиб утилизация қилган ҳолда корхона чиқиндиларини камайтириб, тозаланган этаноламиннинг физик-кимёвий ва экологик хусусиятларини яхшилашга асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти такрорий ишлатилиши натижасида яроқсиз ҳолатга келган этаноламинларни қайта фаоллигини тиклаш ва куб қолдиғини технологик суюқликлар ва бурғулаш эритмалари учун водород сульфидни нейтраллаштирувчи компонент сифатида, бурғулаш эритмаларини қовушқоқлигини оширувчи ва маълум бир битум композицияларида тезлаштригич ҳамда антиоксидант сифатида фойдаланиш, иқтисодий ва экологик жиҳатдан ижобий таъсир этишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши.** Ишлатилган этаноламинларни ишчи хоссасини қайта тиклаш ва уларнинг атроф муҳитга таъсирини камайтириш бўйича олинган илмий амалий натижалар асосида:

саноат чиқиндиси ҳисобланган этаноламин эритмаларини вакуум-экстракция усулида тозалаш технологияси «Муборак ГҚИЗ» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Муборак ГҚИЗ» МЧЖнинг 2021 йил 5 июндаги 2690-сон маълумотномаси). Натижада, табиий газни тозалаш ва қайта ишлашда фойдаланилган ишчи этаноламин эритмаларининг регенерацияси ҳамда қолдиқ куб чиқиндиларининг утилизацияси, тозалаш қурилмаларини технологик жараёнлардаги фойдаланиш муддатини узайтириш имконини берган;

вакуум-экстракция усулида этаноламинларни деградация маҳсулотларидан тозалаш жараёнида олинган абсорбентларни регенерацияси

«Муборак ГҚИЗ" МЧЖда амалиётга жорий этилган («Ўзбекнефтгаз» АЖнинг 03-17-Б/176-сон маълумотномаси). Натижада, яроқсиз этаноламин эритмаларини қайта тиклаб, 60-65% газни тозалаш жараёнига қайтариш ва абсорбентларнинг хизмат қилиш муддатини 10-15% га узайтириш ҳамда ишлаб чиқариш ҳаражатларини 15-16% га камайтириш имконини беради.

**Тадқиқот натижаларининг апробациялари.** Мазкур тадқиқот натижалари, жаъми 31 та, жумладан, 15 та халқаро ва 16 та республика илмий–амалий конференцияларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 31 та илмий иш чоп этилган бўлиб, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 13 та мақола, жумладан, 5 таси хорижий ва 8 таси республика журналларида нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 125 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объект ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги асосланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, тадқиқот натижаларини апробацияси, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Табиий газни қайта ишлашда атроф–муҳитни муҳофаза қилишнинг умумий ҳолати ва истиқболлари**» деб номланган биринчи бобида табиий газларни агрессив компонентлардан этаноламинлар билан тозалашнинг классик ва замонавий усуллари ва уларнинг экологик муаммоларини атроф муҳитга салбий таъсир кўрсатиши бошқа саноат тармоқлари орасида олдинги ўринларни эгаллаб, атроф–муҳитнинг барча таркибий қисмларига зарарли таъсир кўрсатиши, атмосфера ҳавоси, ер усти ва ер ости қатламларидаги сув ва бошқа табиий ресурслар, ўсимлик ва ҳайвонот дунёси ва аҳолининг саломатлигига хавф туғдириши ҳамда ер ости табиий геологик ҳолатнинг бузилишига сабабчи бўлиши таҳлил қилинди. Илмий адабиётлардаги маълумотлар асосида табиий газларни нордон компонентлардан тозалашда этаноламинларни қўллаш асосидаги жараёнлар энг кўп қўлланиладиган ва самарали усул эканлиги аниқланди. Этаноламинлардан такрорий фойдаланиш даврида унинг деструкция маҳсулотлари ҳосил бўлиши ва уларни тўпланиб бориши, шунингдек вақт ўтиши билан ютиш қобилятининг пасайиши натижасида абсорбентларнинг

кўпикланиши ортиб боради ҳамда қурилмаларнинг коррозияланишига олиб келиши аниқланди.

Диссертациянинг «**Дастлабки ва яроқсиз этаноламинларни тадқиқот объектлари ҳамда тавсифлари**» деб номланган иккинчи бобида тадқиқотнинг усуллари ва объектлари, этаноламинлар ва уларнинг сувли эритмалари ҳамда газ таркибидаги нордон компонентларининг физик–кимёвий хоссаларини тадқиқ этишда классик ва замонавий усуллар бўйича Давлат стандартлари тўғрисида маълумотлар келтирилган. Тадқиқотнинг асосий объектлари бўлиб, табиий газ, водород сульфиднинг абсорбцияси ва десорбцияси жараёнларида узок муддатли фойдаланилган этаноламинлар уларнинг турли конденсатлари мавжуд бўлган абсорбцион ишлатилган эритмалар ҳамда уларнинг деструкция маҳсулотлари водород сульфид, карбонат ангидрид, иссиқликга бардошли тузлар, боғланган аминлар ва аминокислоталар хизмат қилди.

Диссертациянинг «**Табиий газни тозалаш технологиясида этаноламинларнинг йўқотилиш, ифлосланиш сабабларини ва атроф–муҳитга таъсирини ўрганиш**» деб номланган учинчи бобида табиий газни нордон компонентлардан этаноламинлар билан тозалаш технологиялари бир қатор камчиликларга эга, уларнинг энг муҳимлари абсорбентнинг интенсив кўпикланиши ҳамда вақт ўтиши билан унинг сифатининг ёмонлашувига олиб келади. Бу камчиликлар қурилмаларнинг иш режимини бузилишига, абсорбентларни тозаланган газ билан тўлдириш натижасида ортиқча истеъмол қилинишига олиб келади, газни нордон компонентлардан тозалаш даражасини ёмонлаштиради ва абсорбернинг ўтказувчанлигини пасайтиради. Бундан ташқари, абсорбентнинг нархи юқори ва уни алмаштириш харажатлари эксплуатацион харажатларнинг катта қисмини ташкил этганлиги сабабли, этаноламин эритмаларининг сифати қурилмалар ишининг энг муҳим кўрсаткичларидан биридир.

Технологик қурилмаларда этаноламинларни асосий йўқотилиши газ билан чиқиб кетиши, термик парчаланиши, механик йўқотишларга тўғри келади. Механик йўқотишлар технологик жиҳозлар ва қурилмалар, уларнинг бирикиш нуқталарида эритмаларнинг тўкилиши, оқиб кетиши, герметиклиги бузилиши, сақлаш ва узатиш тизимидаги нуқсонлар сабабли юзага келади. Этаноламинларни йўқотишдаги жами йўқотишлар 10% дан ошмаслиги керак.

Газлар таркибида кислород ва азот бўлиб, улар иссиқликга бардошли тузлар ҳосил бўлишига сабаб бўлади ва амин молекулаларининг кимёвий ўзгаришига – бицин, саркозин ва бошқа аминокислоталар ҳосил бўлишига ёрдам беради.

Этаноламинлар ва нордон компонентлар ўзаро таъсирлашганда ҳар доим иссиқликга бардошли тузлар ҳосил бўлади.

иссиқликга бардошли тузларнинг ҳосил бўлиш механизми қуйидагича:

«Эркин амин» + нордон газ → катион билан «боғланган амин» + анион кислота амин +  $\text{RCOON}$  → амин  $\text{H}^+$  +  $\text{RCOO}^-$ .

амин + кислота → боғланган амин + иссиқликга бардошли тузлар.

Иссиқликга бардошли тузлар ҳосил бўлишининг олдини олиш мумкин эмас. Иссиқликга бардошли тузлар ҳар доим аминлар ёрдамида нордон компонентларни ажратиб олиш жараёнида ҳосил бўлади.

Ҳар бир мол иссиқликга бардошли тузлар нордон газларни тозалашга тўсқинлик қилиб, этаноламин молини блоклайди. Буларнинг барчаси тизимнинг самарадорлигини пасайтиради ва этаноламин айланиш циркуляциясининг мураккаблашувиға, ребойлерда кўпроқ буғ ишлатилишиға, тозаланаётган газдан водород сульфиднинг кам миқдорда олинишиға ва унумдорликнинг пасайишиға олиб келади.

Этаноламинлар бошланғич ҳолатдаги эритмаларда эриган нордон газлари бўлмаслиги ва коррозияланмаслиги аниқланган. Этаноламинларнинг бу «тоза» эритмаларининг нордон газлари билан тўйинганлик даражаси ортиши билан уларнинг агрессивлиги ортиши кўрсатиб ўтилган.

Табий газни тозалаш учун яроқсиз ДЭА эритмаси таҳлил қилинди.

1–жадвал

### Яроқсиз ДЭА эритмасини таҳлил қилиш натижалари

Ишлатилган ДЭА эритмасининг таркиби	Ўлчов бирлиги	Эритмадаги миқдори	Эслатма
<b>Контсентрация ДЭА 30%</b>			
Эркин ДЭА	%	23,07	
Боғланган ДЭА	%	6,93	
Иссиқликка бардошли тузларнинг анионлари	ppm	2553	2,5 маротаба меъёрдан юқори
Иссиқликка бардошли аминли тузлар	%	0,49	меъёрдан юқори
Иссиқликка бардошли тузлар (аминлар умумий таркиби)	мол/мол	0,0125	меъёрдан юқори
Кучли катионлар	ppm	67	меъёрдан юқори
Аминокислоталар	ppm	4233	Хавфли даража
Гликолятлар	ppm	627	1,3 маротаба меъёрдан юқори
Ацетатлар	ppm	439	меъёрдан юқори
Бицинлар	ppm	1648	2,8 маротаба меъёрдан юқори
Оксалат	ppm	498	2 маротаба меъёрдан юқори
Темир	ppm	118	24 маротаба меъёрдан юқори
Чўккан зарралар	мг/л	93	меъёрдан юқори
олтингугурт сақловчи, камида	%	2,4–2,8	меъёр
смолали бирикмалар	%	2,5–3,5	меъёр

гидратлар	%	3,5–4,0	меъёр
механик аралашмалар	мг/л	779–1059	меъёр
H <sub>2</sub> S	мг/м <sup>3</sup>	15–17	меъёр
CO <sub>2</sub> , %	%	2,1	меъёр

Жадвалдан кўриниб турибдики, юқори ҳароратга бардошли тузларнинг таркиби -2533 ppm, тавсия этилган даражаси 1000 ppm, бу уларнинг миқдори меъёридан 2,5 баравар юқори эканлигини англатади. ДЭА қайта тиклаш 125–145°C ҳароратда олиб борилади. Бу тузлар ДЭА эритмасини қайта тиклаш вақтида амин эритмасидан чиқарилмайди ва «боғланган» аминни тарк этмайди. Улар юқори ҳароратда янада барқарор бўлади.

Бундан ташқари, иссиқликга бардошли тузлар коррозияни, темир сульфид ҳосил бўлишини оширади, филтирлашни ёмонлаштиради ва углеводородларни олиб ташлашга ёрдам беради. Буларнинг барчаси кўпикланишни кучайтиради, тизимдан этаноламинни олиб ташлашга ва унумдорлигининг пасайишига олиб келади.

Эритмада боғланган аминнинг юқори миқдори 6,93% ни ташкил этади. Боғланган амин нордон газни ютишга яроқсиз ва нордон компонентларни ютишда иштирок этмайди.

Эритмада 4233 ppm аминокислоталар ва 1648 ppm бицин мавжуд. Уларнинг иккаласи ҳам коррозион–фаол моддалар бўлиб, металл ускуналар ҳамда металлнинг ҳимоя қатламини заифлаштиради ва H<sub>2</sub>S таъсири остида юқори тезликда оксидланади.

2–жадвал

### Яроқсиз ДЭА эритмасининг физик–кимёвий кўрсаткичлари

Физик–кимёвий кўрсаткичлар	ДЭА нинг 30% сувли эритмаси	Ишлатилган ДЭА эритмаси
pH	10,8	9,6
Қовушқоқлик ( $\eta$ ), сПз	2,16	4,0
Зичлик ( $d_4^{20}$ ), г/см <sup>3</sup>	1,104	1,36
Электр ўтказувчанлик, см <sup>-1</sup> ·10 <sup>4</sup> Ом <sup>-1</sup> см <sup>-1</sup>	6,7	8,38
Сирт таранглиги ( $\delta$ ) 10 <sup>3</sup> , н/м	70,8	66,86
Кўпикнинг баландлиги, см	1,5	2,4
Кўпикнинг турғунлик вақти, ( $\tau$ ) сек.	камроқ 10–15	22–25

Бундан ташқари, иссиқликга бардошли тузлар, аминокислоталар, бицинлар ва улар билан боғланган аминлар этаноламин эритмаларининг физик–кимёвий кўрсаткичларига ёмон таъсир кўрсатади.

Берилган кўрсаткичларга эга бўлган этаноламин эритмалари табиий газни нордон компонентлардан тозалаш технологиясида яроқсиз бўлиб, технологик чиқиндилар кўринишида ташлаб юборилади ва газни қайта ишлаш заводининг канализация тизими орқали чиқариб юборилади. Газ тозалаш корхоналаридан йилига 5 минг тоннагача бундай эритмалар атроф муҳитда тўкиб юборилади. Бу эса қуйидаги салбий оқибатларга олиб келади:

ер ости сувларига қўшилиб уларни ифлослантиради, тўпланиб қолган эритмалар таркибидаги заҳарли бирикмалар очик ҳавода қуёш нури таъсирида буғланиб, ҳаво таркибида водород сульфид ва ис гази миқдорини ошишига олиб келади.

Диссертациянинг «Яроқсиз этаноламинларни тозалаш жараёнларини тадқиқ қилиш» деб номланган тўртинчи бобида этаноламинли эритмалар таркибидаги деструкция маҳсулотлари миқдорини камайтиришга мўлжалланган ва биз таклиф этаётган вакуум–экстракция усули бўлиб, унда этаноламин эритмаларини қайта тиклаб саноатда такрорий қўллаш мумкин. Газ тозалаш жараёнида ишлатилган–яроқсиз этаноламин эритмаларини тозалаш ишларини олиб бориш учун лаборатория қурилмаси йиғилди.

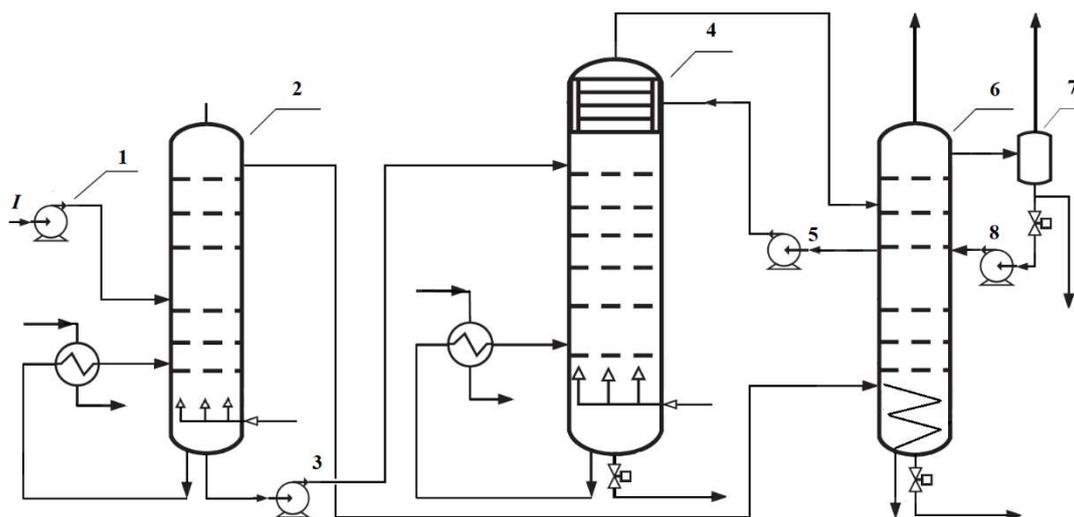
Ишлатилган этаноламин эритмаларини вакуум–экстракция усулида тозалангандан кейин тўлиқ текшириш ўтказилди.

3–жадвал

### Қайта тикланган аминнинг физик–кимёвий хусусиятлари

№	Эритманинг таркиби	ДЭА 30% эритмасининг таркиби	Техник ДЭА	МДЭА 30% эритмасининг таркиби	Техник ДМЭА
1	Эркин этаноламин, %	23,07	23,07	23,15	23,15
2	Боғланган этаноламин, %	6,93	0,23	6,85	0,20
3	Иссиқликка бардошли тузлар, ppm	2553	305	2218	300
4	механик аралашмалар %	779–1059	0,5–1,0	758-1038	0,3-0,8
5	H <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>	15–17	15–17	15-18	15-18
6	CO <sub>2</sub> , %	2,1	2,1	2,32	2,32
7	pH	9,6	10,8	9,1	10,3
8	Қовушқоқлиги (η), сПз	4,0	2,76	3,6	2,78
9	Зичлиги (d <sub>4</sub> <sup>20</sup> ), г/см <sup>3</sup>	1,36	1,011	1,29	1,018
10	Кўпикнинг баланлиги, см	2,4	1,5	1,9	1,1
11	Кўпикнинг турғунлик вақти (τ), сек.	22–25	камида 18–20	19-22	камида 15-17

Ишлатилган–яроқсиз этаноламин эритмаларини тозалаш технологияси яратилди.



**1–расм. Табиий газнинг нордон компонентларини тозалашда ишлатилган абсорбент эритмасидан тозаланган этаноламинлар ва уларнинг конденсацияланадиган ҳосилаларини олишнинг асосий технологик схемаси**

1,3,5,8–насослар, 2–вакуум буглатиш колоннаси, 4–экстрактор, 6–экстрактларни қайта ишлашга хайдаш учун колонна, 7–эритувчи экстрагентнинг конденсатори

4–жадвалда этаноламинларнинг сувли эритмалари билан ишлатилган абсорбентдан олинган техник этаноламинларнинг физик–кимёвий хоссалари таққосланган.

4–жадвал

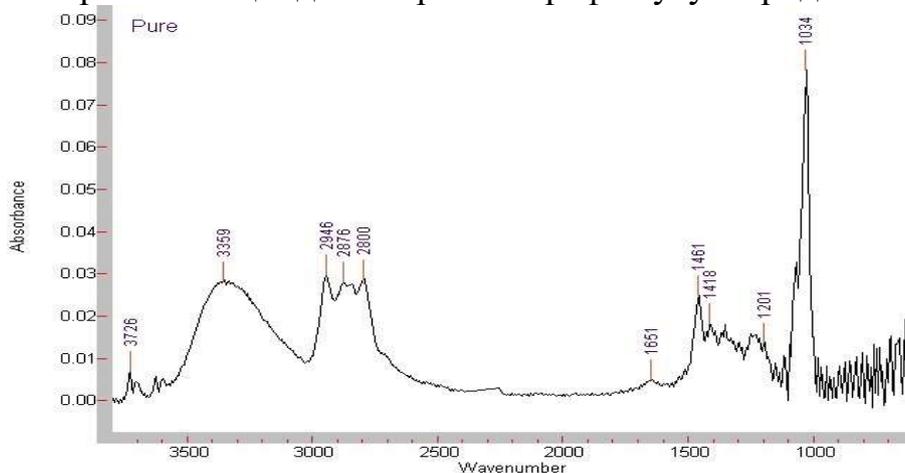
**ДЭА нинг 30% сувли эритмасининг физик–кимёвий хоссаларини қиёслаш**

Физик – кимёвий хоссалари	ДЭА нинг 30% сувли эритмаси	Техник ДЭА нинг 30% сувли эритмаси
Эритма рН	9,6	9,6
Қовушқоқлиги, сПз	2,6	2,9
Сирт таранглиги, дин/см	71,65	71,65
Электр ўтказувчанлик, см <sup>-1</sup> Ом <sup>-1</sup>	5,9·10 <sup>-4</sup>	5,9·10 <sup>-4</sup>
Абсорбцион қобилияти, мол/мол	0,40–0,44	0,40–0,44
H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> учун селективлик, %	95,5	95,5
Кўпикланиши, см/мин	2,2	2,3
Кўпикнинг турғунлиги, сек.	13	15
Амин миқдори	21,4	21,4

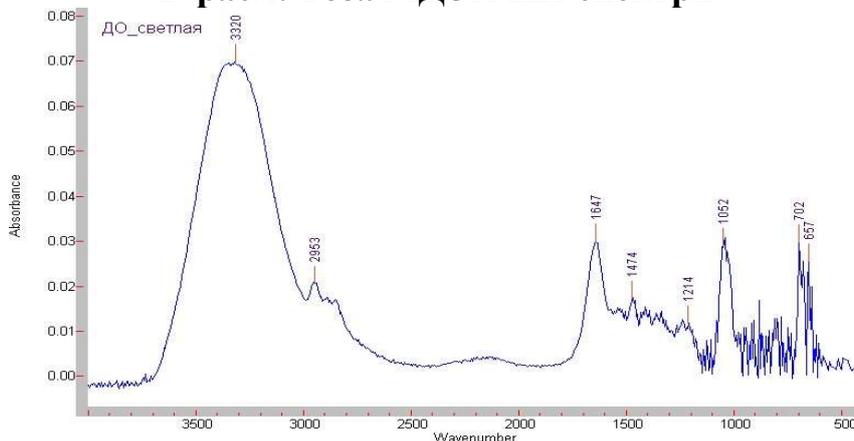
Шундай қилиб, технологик чиқинди сифатида ташланадиган этаноламин эритмаларидан 60-65% техник амин олиниб, ундан газ тозалаш жараёнида қайта фойдаланиш ҳамда қолган 35-40% куб қолдигини эса нефт ва газларни

қазиб олишда ва уларни сувсизлантиришда дезмулгаторлар сифатида ишлатишга имкони яратилди.

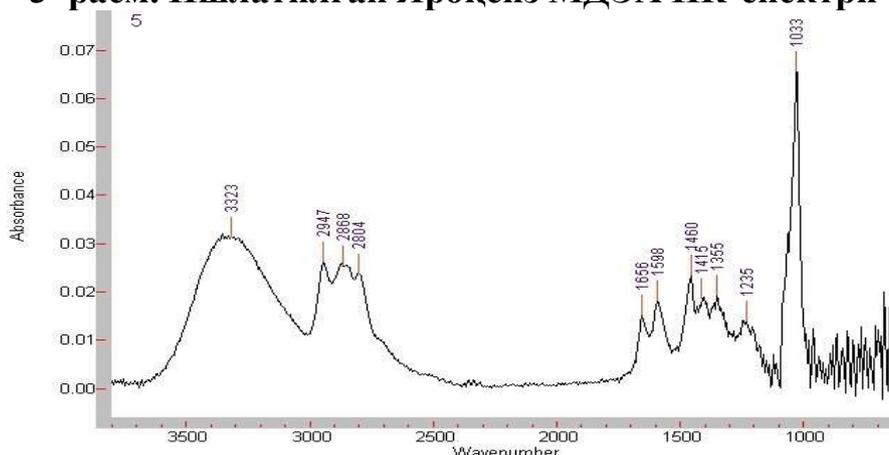
Газни қайта ишлаш заводларидан олинган 99% ли тоза, ишлатилган ҳамда вакуумли–экстракция йўли билан тозаланган этаноламинларнинг ИҚ ва раман–спектроскопия ҳамда газ хроматографик усулларида текширилди.



2–расм. Тоза МДЭА ИҚ-спектри



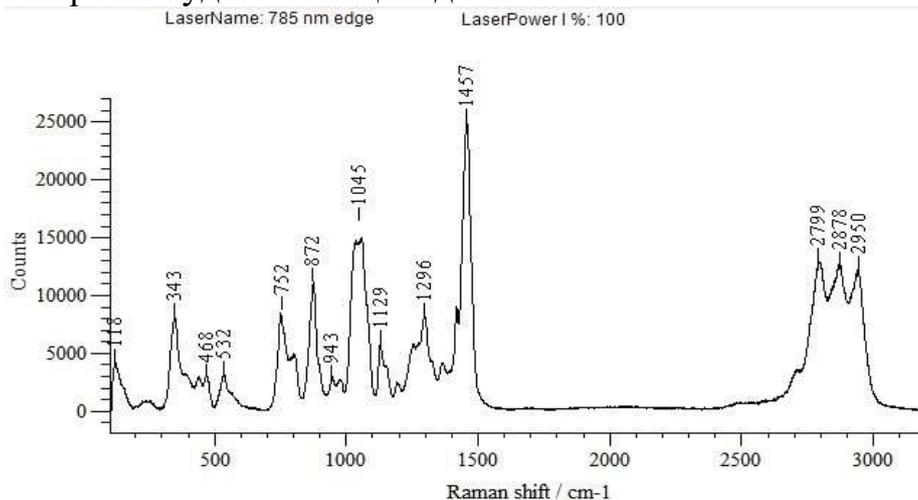
3–расм. Ишлатилган Яроқсиз МДЭА ИҚ-спектри



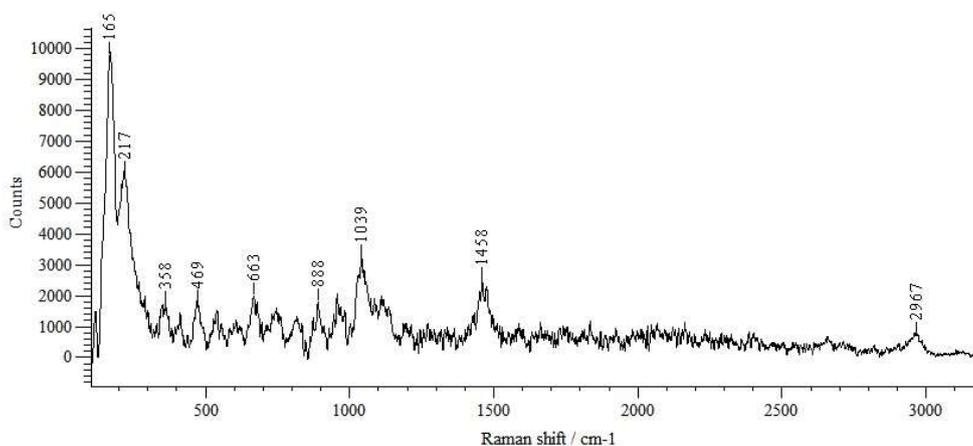
4–расм. Тозаланган техник МДЭА намунасининг ИҚ-спектри

Тоза, ишлатилган ва тозаланган МДЭА ИҚ–спектрларини таққослаганимизда тозаланган МДЭА спектрида ОН, С–О ютилиш полосалари интенсивлиги тоза намунадаги айни шу гуруҳ полосалари интенсивликлари билан мос тушиши аниқланди. Тоза намунадан фарқли

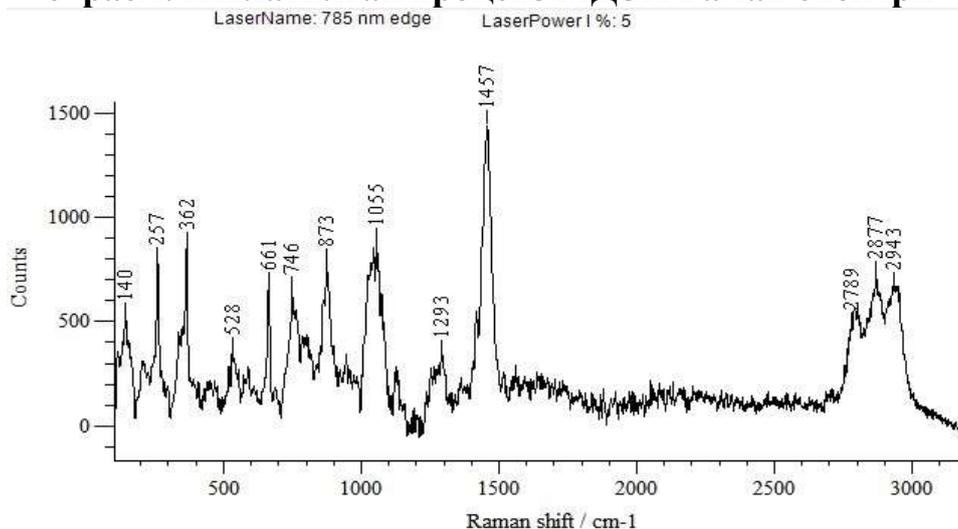
равишда, тозаланган намуна ИҚ–спектрида қўшимча полосалар (1656, 1598  $\text{cm}^{-1}$ ) полосалар мавжудлиги аниқланди.



**5–расм. Тоза МДЭА Раман спектри**



**6–расм. Ишлатилган ярқисиз МДЭА Раман спектри**



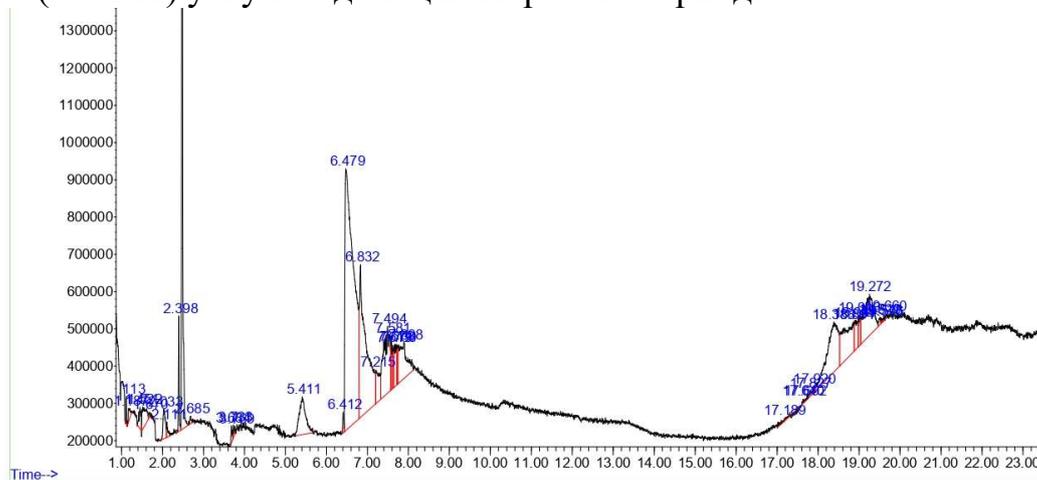
**7–расм. Эритувчида ҳайдаб, тозаланган техник МДЭА Раман спектри**

**3–расм. Раман–спектроскопияси**

Худди шунингдек, тоза, ишлатилган ва тозаланган МДЭА раман спектрларини таққослаганимизда тозаланган МДЭА спектрида сезиларли ўзгаришлар мавжудлигини кузатдик. Тозалаш натижасида ишлатилган намунадаги пиклар нисбий интенсивликларидаги фарқлар ва  $2800\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$

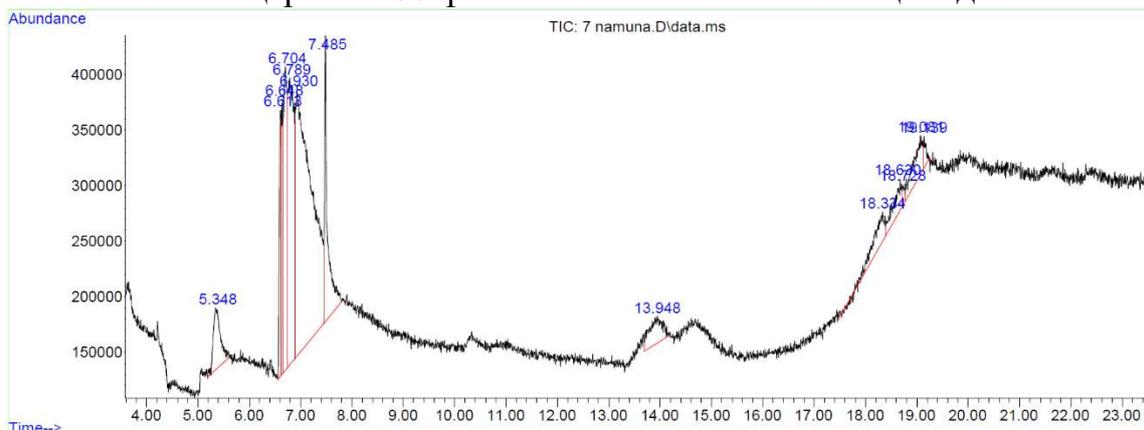
соҳада битта пикнинг кузатилиши каби камчиликлар йўқолиб, пиклар тўлқин сони ҳамда интенсивликлари қарийиб тоза намунаники билан бир хил эканлиги, аммо спектрда шовқинга хос кўринишнинг мавжудлиги билан фарқ қилиши аниқланди.

Тозаланган намунанинг таркибий қисмларини аниқлаш мақсадида GX/MS (GC/MS) ускунасида таҳлиллар олиб борилди.



**8–расм. Хлороформ билан МДЭА ни тозаланган намунаси**

Эритма таркибида метилдиэтаноламин миқдори пикларнинг умумий юзасига нисбатан қарийиб 60 фоизини ташкил этиши аниқланди.



**9–расм. Этилацетат билан МДЭА ни тозаланган намунаси**

Эритма таркибида метилдиэтаноламин миқдори пикларнинг умумий юзасига нисбатан 65 фоизини ташкил этиши аниқланди.

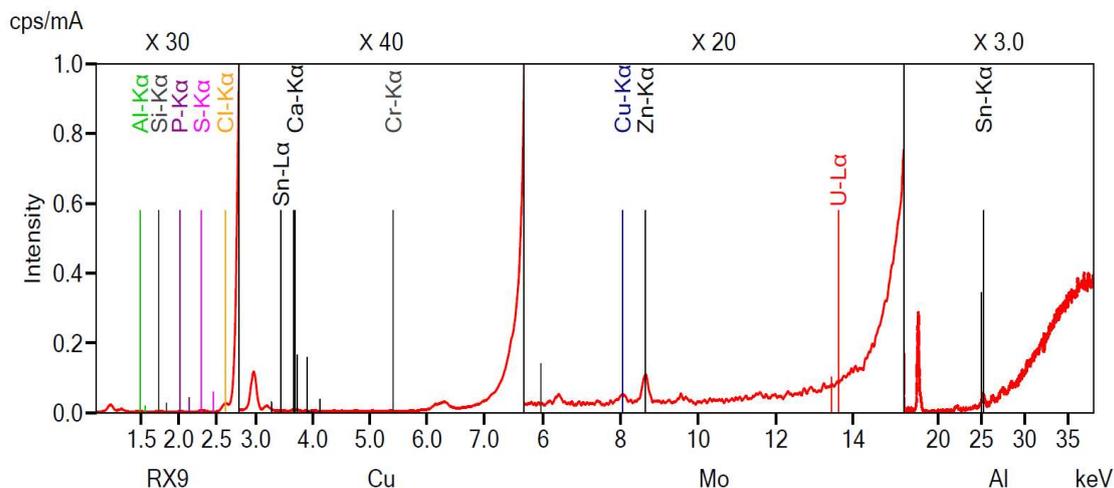
Тозаланган этаноламинларда асосий эксплуатацион хоссаларининг кўрсаткичлари (зичлик, динамик қовушқоқлик, сирт таранглик, кўпикланиш) сезиларли даражада яхшиланади. Масалан, бошланғич эритмадаги этаноламинларнинг деградация маҳсулотларининг энг юқори миқдори, тозаланган абсорбентдаги деградация маҳсулотлари сонини 3,5 мартага камайтириш натижасида қуйидаги кўрсаткичлар яхшиланганини кўриш мумкин:

- қовушқоқлик 2,3 баробар камайди;
- эритманинг кўпикланиши нолга тенг.

Этаноламин эритмалари ва вакуум–экстракция усулининг маҳсулотларининг бир қатор флуоресцентли спектрометр усуллари ёрдамида

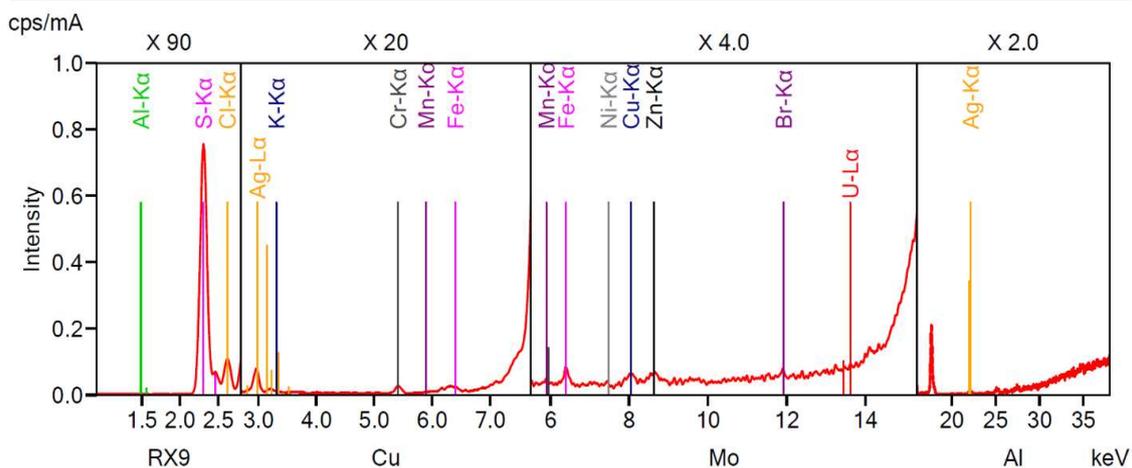
тахлиллар амалга оширилди, бунда калий, хром, рух, марганец, ва темир каби оғир металллардан, шунингдек кремний, хлор ва калций сезиларли даражада аминни тозалаш даражасини кўрсатди.

Spectrum Toza amin



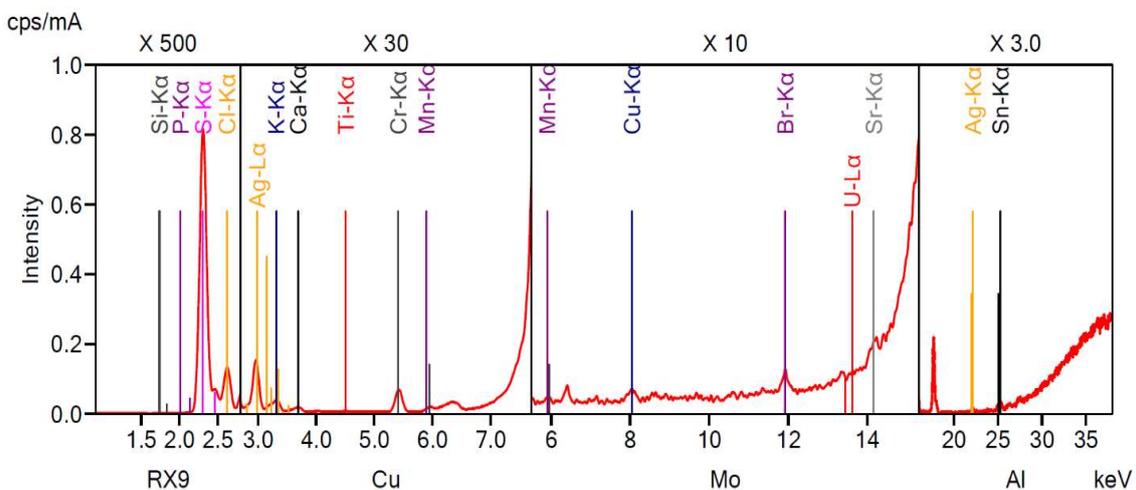
**10-расм. Тоза этаноламиннинг флуоресцентли спектрометри**

Spectrum To'yingan amin

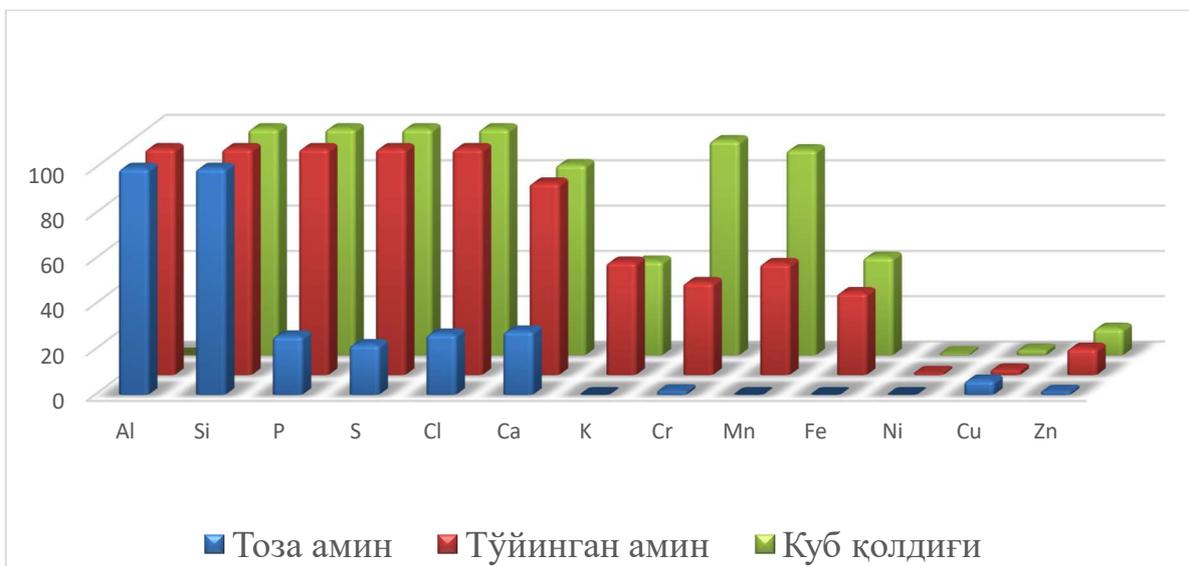


**11-расм. Тўйинган этаноламиннинг флуоресцентли спектрометри**

Spectrum Kub goldig'i

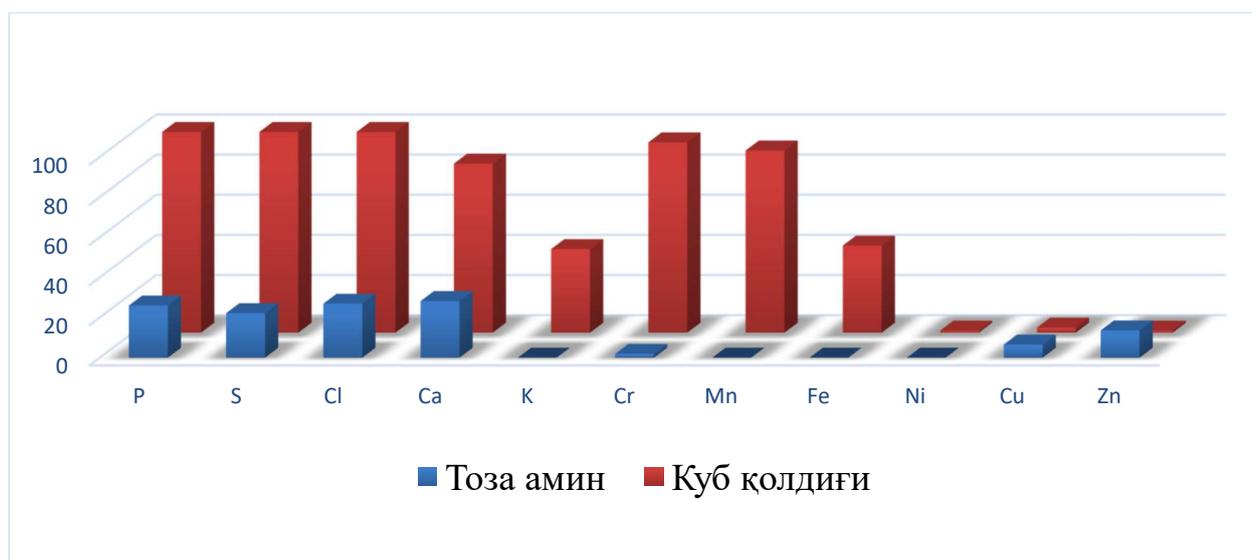


**12-расм. Куб қолдиғининг флуоресцентли спектрометри**



**13–расм. Темир ва оғир металлар таркибидаги спектрал таҳлил натижалари**

Тоза, тўйинган этаноламин фракцияларида куб қолдиғига нисбатдан кам миқдорда оғир металлар мавжуд. Модел аралашмасида оғир металларнинг аниқланганлиги учун қиёсий таҳлиллар ўтказилди.



**14–расм. Тоза этаноламин ва куб қолдиғи таркибидаги темир ва оғир металлар таркибининг қиёсий таҳлили**

Тоза этаноламин моделининг таркибидаги металл миқдори куб қолдиғиникидан ўртача 74% кам бўлади (Mn ва Cr учун – 95%), яъни вакуум–экстракция дистиллаш жараёни нафақат деградацияга учраган маҳсулотларни, шунингдек этаноламин ишчи эритмаларидан темир ва оғир металларнинг катта миқдорини ҳам олиб ташлаш имконини беради.

## ХУЛОСА

Диссертация иши бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидагича умумий хулосалар шакллантирилган:

1. Этанолламинлар газларни тозалаш жараёнида қўлланилгандан кейин эритмани нордон газлар билан тўйиниши ва тўйинган этанолламин эритмасини юқори ҳароратда қайта тикланиши, эритма таркибида ҳар хил йўллар билан азот, кислород ва бошқа шу каби оксидловчи моддаларнинг борлиги аминларни деструкцияга учрашига ва унинг бир неча молекулалари бирикиб полимер бирикмалар ҳосил бўлиши аниқланди.

2. Абсорбент таркибидаги деградация маҳсулотлари унинг ишчи хоссасига салбий таъсир этади: рН ва сирт таранглигини камайтиради, қовушқоқлигини, кўпик баландлигини ва унинг турғунлигини оширади. Бу эса тозаланган газ билан этанолламин эритмаларини системадан чиқиб кетишига сабаб бўлиб, абсорбентнинг сарфини ошириши аниқланди.

3. Газ тозалаш жараёнидаги кислород ва кислотали муҳит қурилма қувирларида газ ва суюқликларнинг юқори босим остида ҳаракатланиши натижасида қувирларни сиртини коррозиялайди. Бу эса турли хил метал тузларини ҳосил бўлишига сабаб бўлишини аниқланди.

4. ГҚИЗнинг технологик чиқиндиси кўринишидаги яроқсиз этанолламин эритмаларини лаборатория шароитида вакуум–экстракция усулида тозалаганда эритмадаги Аминнинг ҳажмига нисбатдан олганда 60-65%ни техник этанолламин сифатида олиш имконияти яратилди. Бу эса шу ҳажмдаги этанолламинни яна газ тозалаш жараёнига қайта қўллаш имконини беради.

5. Яроқсиз этанолламин эритмаларини қайта тиклаш йўли билан ер ости ва ер усти сувларининг ифлосланиши, йилнинг иссиқ вақтлари кўёш нури таъсирида эритма таркибидаги захарли газларнинг буғланиши камаяди ва атроф муҳитни ифлосланишининг олди олинади, ҳамда тупроқни зарарланиши камаяди, структураси сақланиб қолади, ўсимлик ва ҳайвонот оламига салбий таъсири камаяди.

6. Қайта тикланган этанолламинларнинг кутилаётган иқтисодий самарадорлиги ҳисоблаб чиқилди. Республикамизнинг этанолламинларга бўлган йиллик талаби тахминан 5000 тоннадан зиёдроқ келиб чиққан ҳолда кутилаётган иқтисодий самарадорлик йилига (9.750.000) АҚШ долларини ташкил этади. Яъни, 105 млрд сўмни тежаш имконияти мавжудлиги ташкил қилади.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА  
DSc.03/30.12.2019.К/Т.04.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
ПРИ ТАШКЕНТСКОМ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**МЕНГЛИЕВ ШЕРЗОД ШОИМОВИЧ**

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ СВОЙСТВ ОТРАБОТАННЫХ  
ЭТАНОЛАМИНОВ И СНИЖЕНИЕ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА  
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**11.00.05-Охрана окружающей среды и рациональное использование  
природных ресурсов  
02.00.08 - Химия и технология нефти и газа**

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

**Ташкент-2022**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2021.1.PhD/К378

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.  
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tkti.uz.) и Информационно-образовательном портале «Ziynet» по адресу (www.ziynet.uz).

**Научный руководители:**

**Пулатов Хайрулла Лутпуллаевич**  
доктор химических наук, профессор

**Тураев Толиб Бозорович**  
кандидат технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:**

**Кулматов Рашид Анарович**  
доктор химических наук, профессор

**Махсумов Абдухамид Гафурович**  
доктор химических наук, профессор

**Ведущая организация:**

**Институт общей и неорганической химии**

Защита диссертации состоится «6» 05 2022 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании разового Научного совета DSc.03/30.12.2019.К/Т.04.02 при Ташкентском химико-технологическом институте (адрес: 100011, город. Ташкент, улица, А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20; факс: (99871) 244-79-17; e-mail: [info@tcti.uz](mailto:info@tcti.uz)).

Диссертацией зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № 125 с которой можно ознакомиться в ИРЦ (адрес: 100011, г. Ташкент, ул.А.Навоий. 32. Тел.: (99871)244-79-20)

Автореферат диссертации разослан «25» 04 2022 года.  
(Реестр за № 18 от «25» 04 2022 г).



**К.Г.Мухамедов**  
Председатель разового научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н.,  
доцент

**Ф.Б.Игитов**  
Ученый секретарь разового научного совета  
по присуждению ученых степеней, PhD,  
доцент

**Р.С.Сайфутдинов**  
Председатель научного семинара при  
разовом научном совете по присуждению  
учёных степеней, д.т.н., профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Во всем мире более 25% сырья, производимого топливно-химической промышленностью, составляет экологически чистый природный газ. В мире добывается 3,918 млрд.м<sup>3</sup> природного газа в год. В связи с тем, что до 90% объема природного газа содержит H<sub>2</sub>S – 0,1–6,0% и CO<sub>2</sub> – 1,2–4,0%, их очистка строго требуется. В настоящее время существуют методы очистки и утилизации природного газа от токсичных соединений в соответствии с требованиями охраны окружающей среды. Эти данные также показывают, что очистка газов от агрессивных соединений является одной из наиболее актуальных задач.

В мире успешно обосновываются научные решения исследования по регенерации сорбентов, используемых в процессе очистки от кислых компонентов в составе газов. В связи с этим потребность в этих абсорбентах ежегодно возрастает в газоперерабатывающей промышленности, что приводит к регенерации сорбентов, снижению валютных затрат, важно повысить эффективность производства, длительность использования и потери сорбентов. Для нормальной и экономически эффективной деятельности предприятий одной из основных проблем, требующих решения, является утилизация новых видов отходов, загрязняющих окружающую среду, считается актуальной.

В республике достигнуты научные и практические результаты по очистке природного газа от токсичных соединений в процессе переработки. В Стратегии развития Республики Узбекистан<sup>1</sup> поставлены важные задачи по «дальнейшему развитию потенциальных отраслей местной промышленности за счет полноценного использования существующих возможностей, внедрению стандартов, отвечающих международным требованиям и внешнего рынка...». В связи с этим важным является улучшение эксплуатационных свойств возобновляемой активности этаноламинов, используемых при очистке газов, и снижение негативного воздействия кубического остатка на окружающую среду и экологию.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан за №УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022–2026 годы» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан от 25 октября 2018 года № ПП-3983 «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан» и от 3 апреля 2019 года № ПП-4265 «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности, а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан за №УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в Республики IV. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

**Степень изученности проблемы.** Проведен ряд научных исследований, проанализированы диссертации, монографии, статьи с целью изучения процессов очистки рабочих растворов этаноламинов от продуктов деструкции, направленных на изучение и решение широкого круга проблем в областях нефтегазопереработки, химической промышленности, технологии и экологии. В частности, всемирно известные ученые проводили исследования в этом направлении: А.И.Афанасьев, М.М.Дубинин, Э.Дж.Стюарт, Г.А.Агаев, Р.Ф.Хамидуллин, И.А.Лаврентьев и ученые, создавшие научную школу в Узбекистане: К.С.Ахмедов, С.М.Турабджанов, Т.Т.Турсунов, Г.Р.Нарметова, Р.А.Кулматов, Б.Н.Хамидов, А.Икрамов, М.П.Юнусов, Ш.А.Муталов, А.А.Агзамходжаев, Х.Л.Пулатов, С.Ф.Фозилов, Ш.А.Кулдашева, А.А.Алимов, И.Д.Эшметов, Р.Р.Хаитов с получением положительных результатов.

По результатам проведенных исследований были рассмотрены направления по нахождению оптимальных решений технологических параметров методов очистки газов от агрессивных компонентов и снижению их негативного воздействия на окружающую среду, изучению и совершенствованию практических методов очистки использованных этаноламинов, улучшению экологического качества газов. Вместе с тем, в настоящее время проводятся научные исследования по повышению долговечности сорбентов, снижению коррозии промышленных установок под воздействием токсичных компонентов газа, очистке этаноламинов от продуктов деструкции, изучению технологических, практических, экологических и экономических аспектов, регенерации диэтаноломиновых и метилдиэтаноломиновых абсорбентов и утилизации кубических остатков.

**Связь диссертационного исследования с научно-исследовательских работами высшего учебного и научно-исследовательского заведения.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ инновационного проекта Ташкентского химико-технологического института № А-12-93 по теме: «Создание технологий, обеспечивающих повторное использование отработанного водного раствора диэтаноломина, применяемого на установках газоперерабатывающих заводах» (2015-2017 гг.).

**Целью исследований** является разработка технологии очистки природного газа путем выявления причин образования продуктов деструкции в рабочих растворах этаноламинов, применение которой экологически безопасно для окружающей среды.

### **Задачи исследования:**

- определение причин загрязнения абсорбентов, применяемых при очистке газов от кислых компонентов, степень коррозии оборудования и воздействия на окружающую среду;
- проведение экспериментального исследования процессов очистки водных растворов абсорбента;
- изучение особенностей применения вакуумно-экстракционного процесса при очистке непригодных растворов этаноламина в виде технологических отходов газоперерабатывающего завода и определение основных свойств получаемых продуктов;
- рассмотрение возможности использования в качестве вторичного сырья для других отраслей производства кубического остатка непригодных растворов этаноламина;
- разработка технологии очистки рабочих растворов этаноламина от продуктов деструкции и снижения их воздействия на окружающую среду.

**Объекты исследования.** Использовались образцы рабочих растворов ДЭА и МДЭА, продукты их деструкции - сероводород, термостойкие соли, связывающие амины и аминокислоты.

**Предмет исследования.** Физико-химические свойства абсорбентов и насыщенных абсорбентов, вакуум-экстракция, газожидкостная хроматография и другие современные методы анализа.

**Методы исследования.** В диссертационной работе использовались методы физико-химической, коллоидно-химической, инфракрасной спектроскопии, анализ флуоресцентного спектрометра, газожидкостная хроматография и современные компьютерные программы.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

определены основные причины для решения экологических проблем, по которым продукты деструкции этаноламинов, образующиеся при очистке сырьевых газов на газоперерабатывающих предприятиях в процессе эксплуатации абсорбционных установок, не сорбируют его рабочие растворы;

выявлены основные причины удаления абсорбента из газоочистной системы в результате взаимодействия агрессивных компонентов газа с растворами аминов;

доказано, что в результате процесса вакуумной экстракции непригодных этаноламинов можно повысить степень очистки продуктов деструкции до 60-65%;

установлено, сокращение выбросов в окружающую среду на 70-75% путем восстановления непригодных растворов этаноламина в виде технологических отходов.

**Практические результаты исследования** показывают, что:

разработан метод восстановления рабочих свойств этаноламинов в виде технологических отходов, используемых при очистке газов на Мубарекском газоперерабатывающем заводе и Шуртанском газохимическом комплексе;

выявлено повышенное содержание продуктов деструкции в этаноламинах;

установлено, что в результате очистки от продуктов деструкции удастся восстановить до 60-65% этаноламинов;

разработана технология безотходной комплексной очистки газа, отвечающая требованиям охраны окружающей среды.

**Достоверность результатов исследования** подтверждена определением результатов современных физико-химических методов, газо-жидкостной хроматографией, инфракрасной спектроскопией, флуоресцентного спектрометра и другими современными методами анализа, доказавшие соответствие полученных результатов производственными показателями.

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

Научная значимость результатов исследования заключается в утилизации растворов диэтаноламина и метилдиэтаноламина, применяемых на производственных предприятиях, с выделением чистого этаноламина из продуктов сорбционной деструкции, являющаяся основой для улучшения физико-химических и экологических свойств очищенного этаноламина за счет сокращения выбросов предприятия.

Практическая значимость результатов исследования заключается в восстановлении активности этаноламинов, пришедших в негодность в результате многократного использования, и использовании кубического остатка в качестве нейтрализующего компонента сероводорода для технологических жидкостей и буровых растворов, в качестве ускорителя и антиоксиданта в определенных битумных композициях, повышающих вязкость буровых растворов, а также способствующих положительному экономическому и экологическому эффекту.

**Внедрение результатов исследования.** По результатам научных исследований восстановления отработанных этаноламинов и снижения их воздействия на окружающую среду:

технология очистки растворов этаноламина являющихся промышленными отходами, вакуумно-экстракционным методом внедрена в практику на Мубарекском газоперерабатывающем заводе (рекомендованное письмо № 2690 от 05 июня 2021 года от ООО «Мубарекский ГПЗ»). В результате регенерации рабочих растворов этаноламина, которые использовались при очистке и переработке природного газа, а также утилизации кубических остаточных отходов, позволили увеличить срок службы использования очистных устройств в технологическом процессе.

Регенерация абсорбентов, полученных при очистке этаноламинов от продуктов дегградации вакуумно-экстракционным методом, внедрена в практику на Мубаракском газоперерабатывающем заводе (справочник АО«Узбекнефтегаз» № 03-17-Б/176). В результате удастся восстановить непригодные к использованию растворы этаноламинов, вернуть 60-65% газа

в процесс очистки и увеличить срок службы абсорбентов на 10-15%, снизить себестоимость продукции на 15-16%.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 15 международных и 15 республиканских научно–практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме и материалам диссертации опубликованы 31 научных работ, из них 13 научных статей, в том числе 8 в республиканских и 5 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 125 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цели и задачи исследования, характеризуется объект исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Общие состояния и перспективы охраны окружающей среды при переработке природного газа»** рассматриваются классические и современные методы очистки природных газов от токсичных компонентов этаноламинами и их негативное воздействие на окружающую среду, занимающие место среди других отраслей промышленности по вредному воздействию на все компоненты окружающей среды, атмосферный воздух, воды в поверхностных и подземных слоях и другие природные ресурсы, проанализированы опасности для здоровья растительного и животного мира и населения, а также причины нарушения естественного геологического состояния недр. На основании данных из научной литературы было установлено, что процессы очистки природного газа от кислых компонентов на основе этаноламина являются наиболее широко используемым и эффективным методом. Установлено, что при многократном использовании этаноламинов в результате образования продуктов их деструкции и их накопления, а также снижения абсорбционной способности с течением времени пенообразование абсорбентов увеличивается и приводит к коррозии устройств.

Во второй главе диссертации **«Объекты исследования и характеристики исходных и непригодных этаноламинов»** приводится информация о методах и объектах исследования, Государственных

стандартах по классическим и современным методам исследования физико–химических свойств этаноламинов и их водных растворов, кислых компонентов, содержащихся в газе. Основными объектами исследования служили природный газ, этаноламины длительного использования в процессах абсорбции и десорбции сероводорода, абсорбционно используемые растворы с их различными конденсатами, а также продукты их деструкции сероводород, углекислый газ, термостойкие соли, связывающие амины и аминокислоты.

В третьей главе диссертации **«Исследование причин потерь, загрязнения и воздействия этаноламинов на окружающую среду в технологии очистки природного газа»** посвящена разработке технологии очистки природного газа этаноламинами от кислых компонентов имеющая ряд недостатков, важнейшими из которых является интенсивное пенообразование абсорбента и со временем приводящее к ухудшению его качества. Эти недостатки приводят к нарушению режима работы устройств, чрезмерному расходу абсорбентов в результате заполнения их очищенным газом, ухудшают степень очистки газа от кислых компонентов и снижению проницаемости абсорбера. Кроме того, поскольку стоимость абсорбента высока, а затраты на его замену составляют большую часть эксплуатационных расходов, качество растворов этаноламина является одним из важнейших показателей работы устройств.

Основными потерями этаноламинов в технологических установках являются газовый выброс, термическое разложение соответствует механическим потерям. Механические потери вызваны технологическим оборудованием и устройствами, разливами растворов в местах их соединения, утечкой, нарушением их герметичности, дефектами в системе хранения и передачи. Общие потери при потере этаноламинов не должны превышать 10 %.

В состав газов входят кислород и азот, которые вызывают образование термостойких солей и способствуют химическому изменению молекул аминов – образованию бицина, саркозина и других аминокислот.

При взаимодействии этаноламинов и кислых компонентов всегда образуются термостойкие соли.

Механизм образования термостойких солей следующий:

«Свободный амин» + кислый газ → «связанный амин» с катионом + анион аминокислоты + RCOOH → амин H<sup>+</sup> + RCOO<sup>-</sup>.

амин + кислота → связанные амин + термостойкие соли.

Невозможно предотвратить образование термостойких солей. Термостойкие соли всегда образуются в процессе выделения кислых компонентов с помощью аминов.

Каждый моль термостойких солей блокирует моль этаноламина, препятствуя очистке кислых газов. Все это приводит к снижению эффективности системы и усложнению цикла циркуляции этаноламина,

большому испарению в ребойлере, меньшему поглощению сероводорода из очищенного газа и снижению производительности.

Установлено, что этаноламины не содержат растворенных кислых газов в растворах в исходном состоянии и не подвергаются коррозии. Было показано, что с увеличением степени насыщения кислыми газами этих “чистых” растворов этаноламинов их агрессивность возрастает.

Был проанализирован непригодный раствор ДЭА для очистки природного газа.

Таблица 1

**Результаты анализа непригодного раствора ДЭА**

Состав используемого раствора ДЭА	Единица измерения	Количество в растворе	Примечание
Концентрация ДЭА 30%			
Свободный ДЭА	%	23,07	
Связанный ДЭА	%	6,93	
Анионы термостойких солей	ppm	2553	В 2,5 раза выше нормы
Термостойкие соли аминов	%	0,49	выше нормы
Термостойкие соли (общий состав аминов)	Моль/моль	0,0125	выше нормы
Сильные катионы	ppm	67	выше нормы
Аминокислоты	ppm	4233	Опасная степень
Гликоляты	ppm	627	В 1,3 раза выше нормы
Ацетаты	ppm	439	выше нормы
Бицины	ppm	1648	В 2,8 раза выше нормы
Оксалаты	ppm	498	В 2 раза выше нормы
Железо	ppm	118	В 24 раза выше нормы
Осажденные частицы	мг/л	93	выше нормы
Серосодержащие, не менее механические соединения	%	2,4–2,8	норма
гидраты	%	2,5–3,5	норма
механические примеси	мг/л	3,5–4,0	норма
		779–1059	норма
H <sub>2</sub> S	мг/м <sup>3</sup>	15–17	норма
CO <sub>2</sub> , %	%	2,1	норма

Как видно из таблицы, содержание солей, устойчивых к высоким температурам, составляет 2553 ppm, рекомендуемый уровень-1000 ppm, а значит, их количество в 2,5 раза превышает норму. Восстановление ДЭА проводят при температуре 125–145°C. Эти соли не удаляются из аминного раствора при восстановлении раствора ДЭА и не покидают “связанный” амин. Они более устойчивы при высоких температурах.

Кроме того, термостойкие соли усиливают коррозию, образование сульфида железа, ухудшают фильтрацию и способствуют удалению углеводородов. Все это увеличивает пенообразование, что приводит к удалению этаноламина из системы и снижению производительности.

Высокое содержание связанного амина в растворе составляет 6,93%. Связанный амин непригоден для поглощения кислого газа и не участвует в поглощении кислых компонентов.

Раствор содержит 4233 ppm аминокислот и 1648 ppm битцина. Оба являются коррозионно-активными веществами, которые ослабляют металлическое оборудование и защитный слой металла и быстро окисляются под действием  $H_2S$ .

Таблица 2

**Физико-химические показатели непригодного раствора ДЭА**

Физико-химические показатели	30% водный раствор ДЭА	Используемого раствора ДЭА
рН	10,8	9,6
Вязкость ( $\eta$ ), сПз	2,16	4,0
Плотность ( $d_4^{20}$ ), г/см <sup>3</sup>	1,104	1,36
Электрическая проводимость, см <sup>-1</sup> ·10 <sup>4</sup> Ом <sup>-1</sup> см <sup>-1</sup>	6,7	8,38
Поверхностное натяжение ( $\delta$ ) 10 <sup>3</sup> , н/м	70,8	66,86
Высота пены см	1,5	2,4
Время стабилизации пены, ( $\tau$ ) сек.	меньше 10–15	22–25

Кроме того, термостойкие соли, аминокислоты, бицины и связанные амины плохо влияют на физико-химические показатели растворов этаноламина.

Растворы этанола с данными показателями непригодны в технологии очистки природного газа от кислых компонентов и уничтожаются в виде технологических отходов через канализацию газоперерабатывающего завода. С газоочистных предприятий в окружающую среду сбрасывается до 5 тыс. тонн таких растворов в год. Это приводит к следующим негативным последствиям: попадает в подземные воды и загрязняет их, токсичные соединения в накопленных растворах испаряются на открытом воздухе под воздействием солнечных лучей, что приводит к увеличению содержания в воздухе сероводорода и оксида углерода.

В четвертой главе диссертации «**Исследование процессов очистки непригодных этаноламинов**» представлен разработанный метод вакуумной экстракции для уменьшения количества продуктов деструкции в растворах этаноламина, при котором растворы этаноламина могут быть восстановлены и повторно использованы в промышленности. Приводится лабораторная установка для очистки отработанных этаноламиновых растворов, используемых в процессе очистки газов.

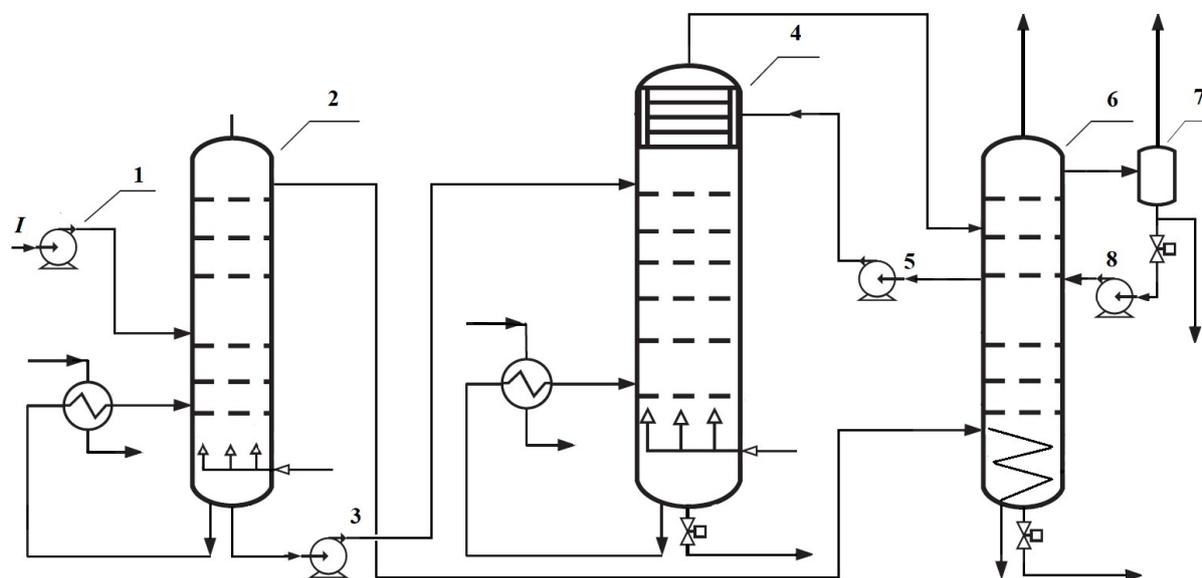
Полное исследование было проведено после очистки использованных растворов этаноламина вакуумно–экстракционным методом.

Таблица 3

**Физико-химические свойства восстановленных аминов**

№	Состав растворов	Состав 30% раствора ДЭА	Техник ДЭА	Состав 30% раствора МДЭА	Техник МДЭА
1	Свободный этаноламин, %	23,07	23,07	23,15	23,15
2	Связанный этаноламин, %	6,93	0,23	6,85	0,20
3	Термостойкие соли, ppm	2553	305	2218	300
4	механические примеси, %	779–1059	0,5–1,0	758-1038	0,3-0,8
5	H <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>	15–17	15–17	15-18	15-18
6	CO <sub>2</sub> , %	2,1	2,1	2,32	2,32
7	pH	9,6	10,8	9,1	10,3
8	Вязкость (η), сПз	4,0	2,76	3,6	2,78
9	Плотность (d <sub>4</sub> <sup>20</sup> ), г/см <sup>3</sup>	1,36	1,011	1,29	1,018
10	Высота пены, см	2,4	1,5	1,9	1,1
11	Время стабилизации пены (τ), сек.	22–25	меньше 18–20	19-22	меньше 15-17

Разработана технология очистки отработанных растворов этаноламина.



**Рис.1. Основная технологическая схема получения очищенных этаноламинов и их конденсированных производных из абсорбирующего раствора, применяемого при очистке кислых компонентов природного газа:**

1,3,5,8–насосы, 2-вакуумная испарительная колонна, 4-экстрактор, 6-колонна для перегонки экстрактов на переработку, 7-конденсатор растворителя экстрагента

В таблице 4 приведены сравнительные результаты физико-химических свойств технических этаноламинов, полученных из использованного абсорбента с водными растворами этаноламинов.

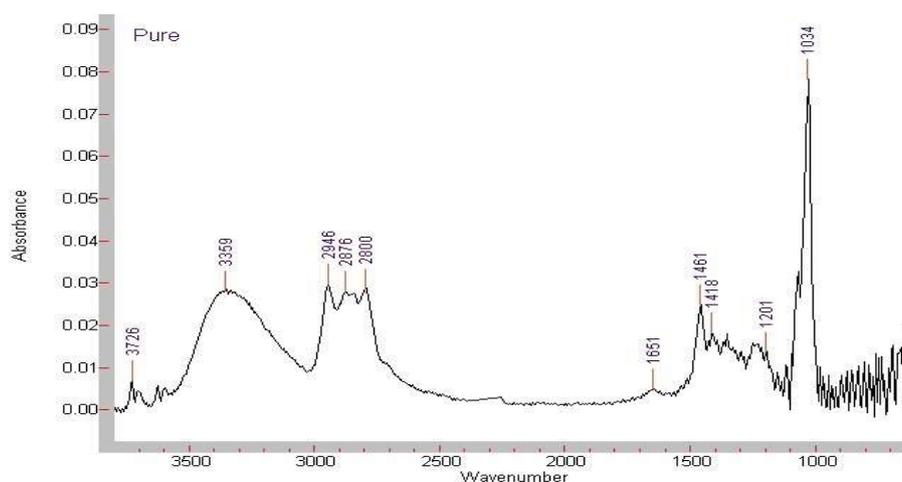
Таблица 4

**Сравнение физико-химических свойств 30% водного раствора ДЭА**

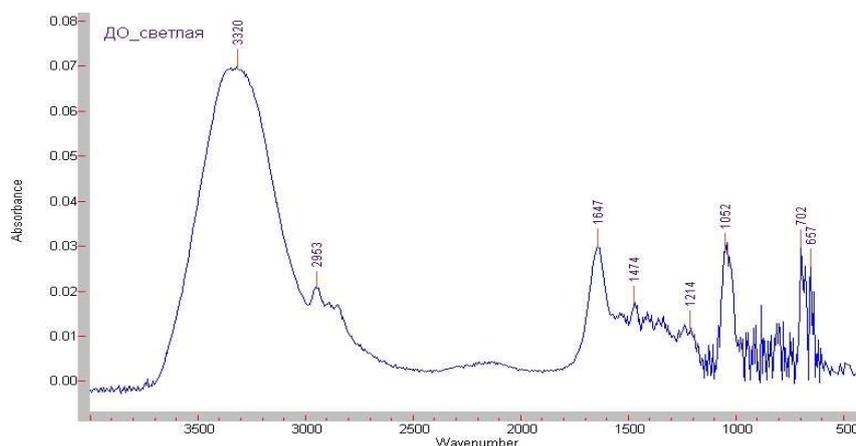
Физико-химические свойства	30% водный раствор ДЭА	30% водный раствор технического ДЭА
рН раствора	9,6	9,6
Вязкость, сПз	2,6	2,9
Поверхностное натяжение, дин/см	71,65	71,65
Электрическая проводимость см <sup>-1</sup> Ом <sup>-1</sup>	5,9·10 <sup>-4</sup>	5,9·10 <sup>-4</sup>
Абсорбционная способность, моль/моль	0,40–0,44	0,40–0,44
Селективность для Н <sub>2</sub> S, СО <sub>2</sub> , %	95,5	95,5
Высота пены см	2,2	2,3
Время стабилизации пены, (τ) сек.	13	15
Количество амина	21,4	21,4

Таким образом, из выбрасываемых в качестве технологических отходов растворов этаноламина получено 60-65% технического амина, что позволяет повторно использовать его в процессе очистки газа, а оставшиеся 35-40% кубического остатка использовать в качестве деэмульгаторов при добыче нефти и газов и их обезвоживании.

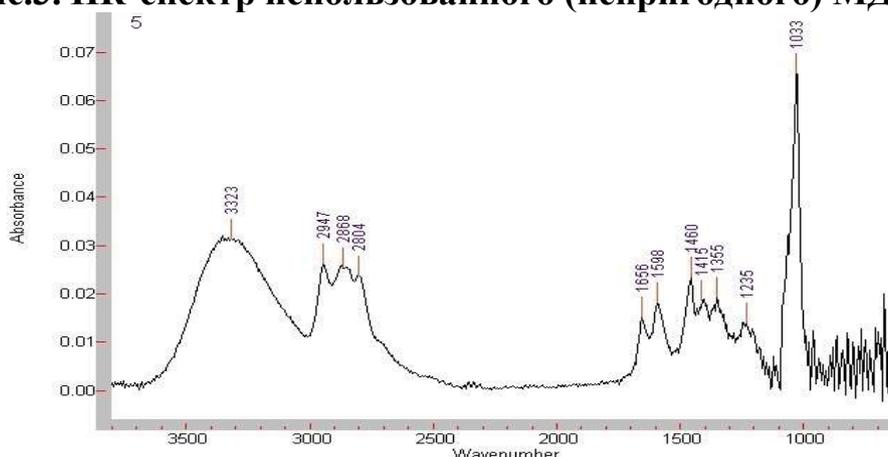
99% чистых, использованных полученных на газоперерабатывающих заводах и очищенных путем вакуумной экстракции этаноламинов, были исследованы методами ИК, Раман-спектроскопии и газовой хроматографии.



**Рис.2. ИК-спектр чистого МДЭА**

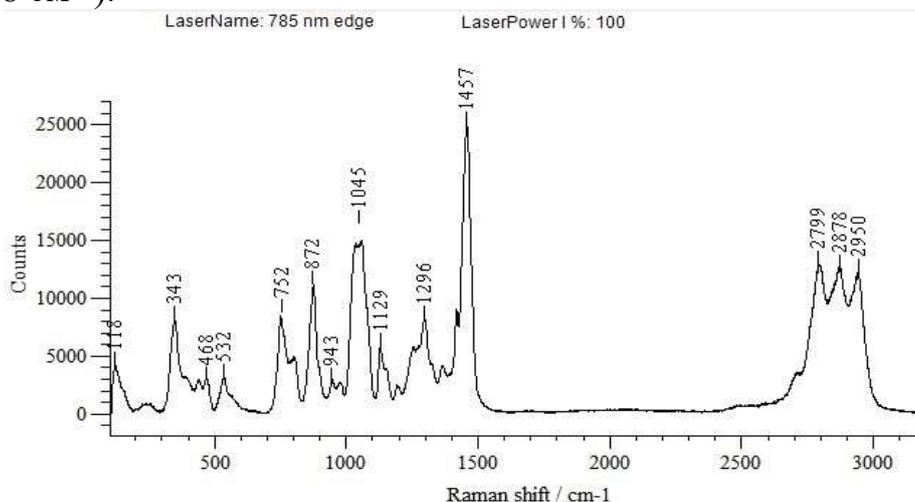


**Рис.3. ИК-спектр использованного (непригодного) МДЭА**

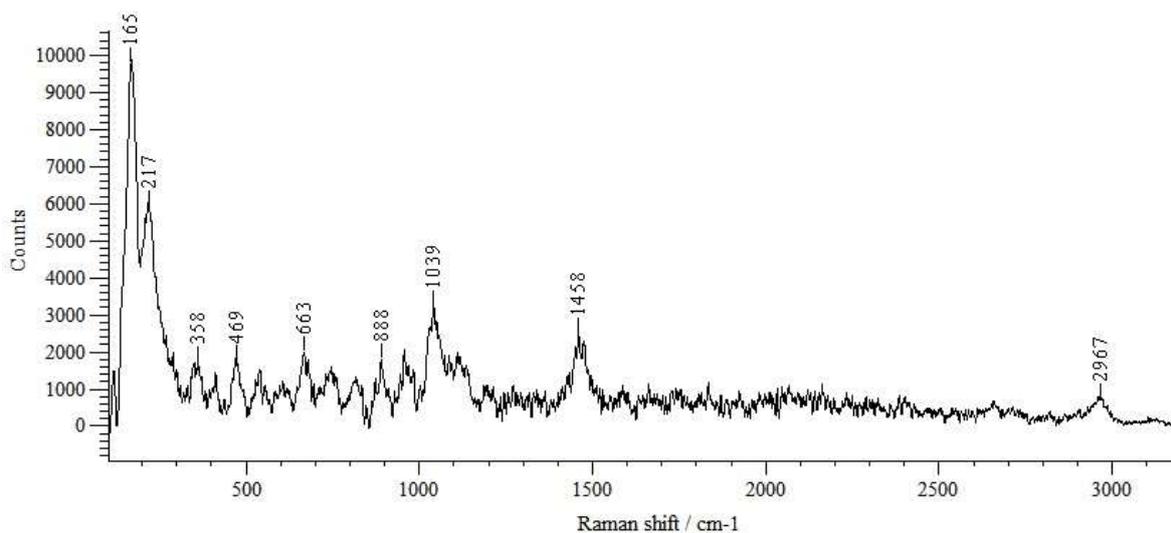


**Рис.4. ИК-спектр очищенного технического образца МДЭА**

При сравнении ИК-спектров чистого, использованного и очищенного МДЭА было обнаружено, что интенсивность полос поглощения ОН, С-О в спектре очищенного МДЭА соответствует интенсивностям полос той же группы в чистом образце. Установлено, что в ИК-спектре очищенного образца, в отличие от чистого образца, имеются дополнительные полосы ( $1656, 1598 \text{ см}^{-1}$ ).

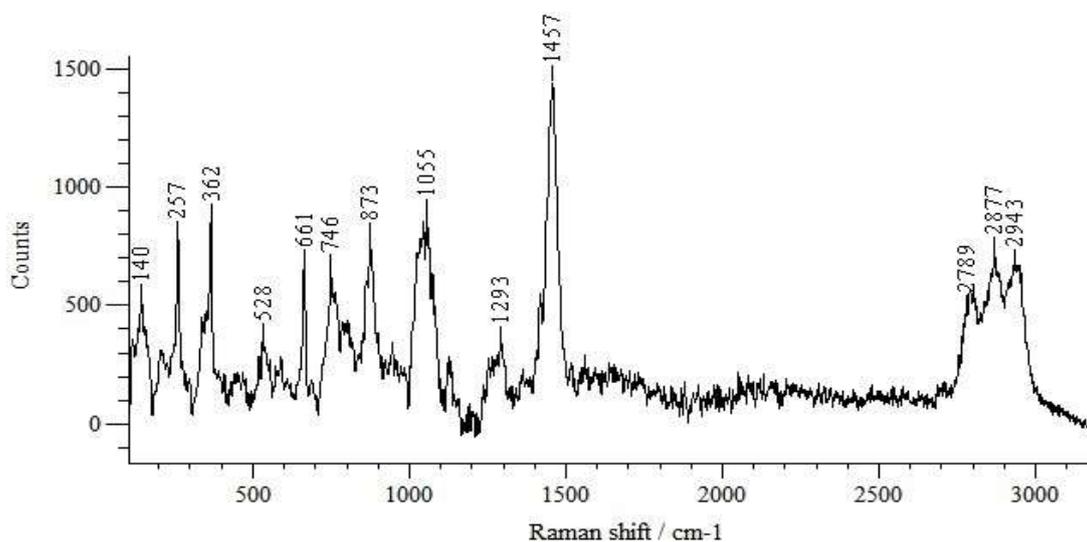


**Рис.5. Раман-спектр чистого МДЭА**



**Рис.6. Раман-спектр использованного (непригодного) МДЭА**

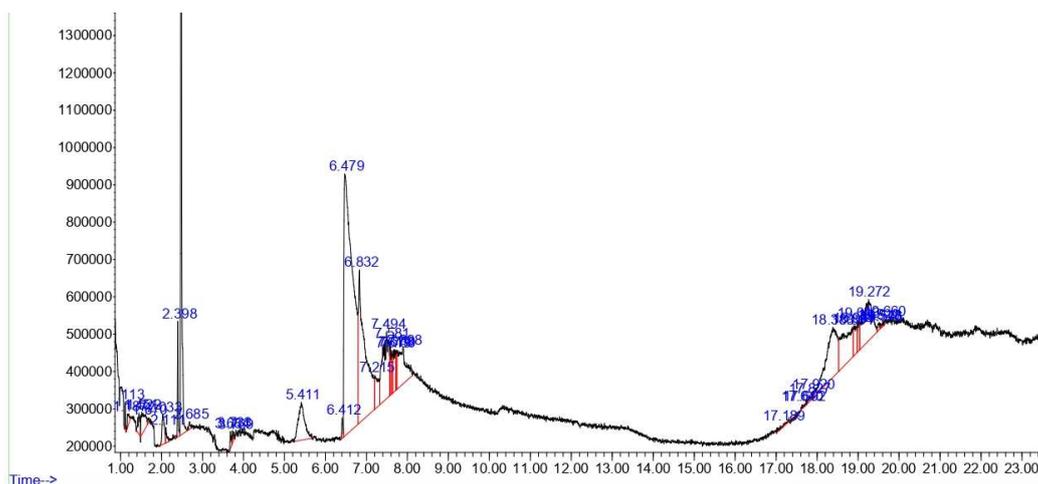
LaserName: 785 nm edge LaserPower I %: 5



**Рис.7. Раман-спектр очищенного МДЭА**

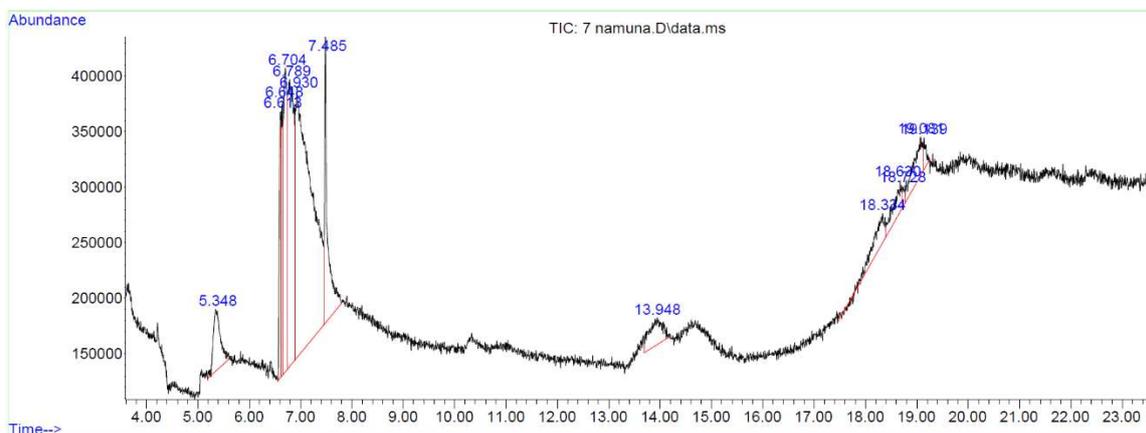
Точно так же, когда мы сравнивали чистые, использованные и очищенные МДЭА Раман-спектры, мы заметили значительные изменения в очищенном спектре МДЭА. В результате очистки были устранены такие недостатки, как различия в относительных интенсивностях пиков в используемом образце и наблюдение одного пика в области  $2800-3000\text{ см}^{-1}$ , было обнаружено, что количество длин волн и интенсивности пиков почти такие же, как и у чистого образца, но отличаются наличием специфических шумов в спектре.

Анализы проводились на оборудовании ГХ/МС (GC/MS) с целью определения компонентов очищенного образца.



**Рис.8. Очищенный образец МДЭА с хлороформом**

Установлено, что содержание метилдиэтанолamina в растворе составляет около 60% от общей поверхности пиков.



**Рис.9. Очищенный образец МДЭА с этилацетатом**

Установлено, что содержание метилдиэтанолamina в растворе составляет 65 % по сравнению с общей поверхностью пиков.

В очищенных этаноламинах значительно улучшаются показатели основных эксплуатационных свойств (плотность, динамическая вязкость, поверхностное натяжение, пенообразование). Например, при наибольшем содержании продуктов деградации этаноламинов в исходном растворе в результате уменьшения количества продуктов разложения в очищенном абсорбенте в 3,5 раза можно увидеть улучшение следующих показателей:

- вязкость снизилась в 2,3 раза;
- пенообразование раствора равно нулю.

Были проведены анализы растворов этаноламина и продуктов вакуумно–экстракционного метода с использованием ряда методов флуоресцентного спектрометра, которые показали значительную степень очистки аминов от тяжелых металлов, таких как калий, хром, цинк, марганец и железо, а также кремний, хлор и кальций.

Spectrum 1

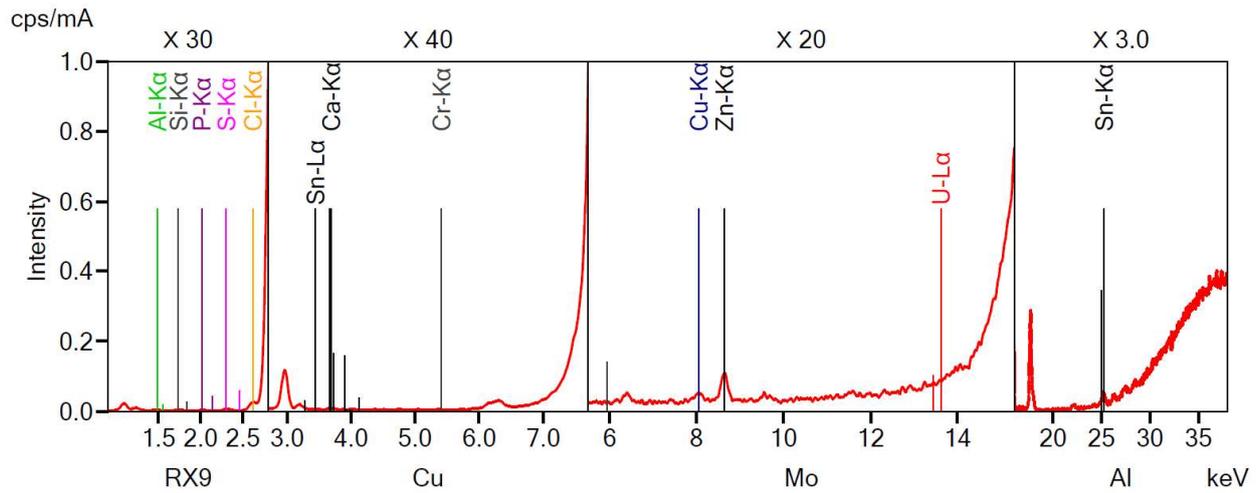


Рис.10. Флуоресцентный спектрометр чистого этаноламина

Spectrum 2

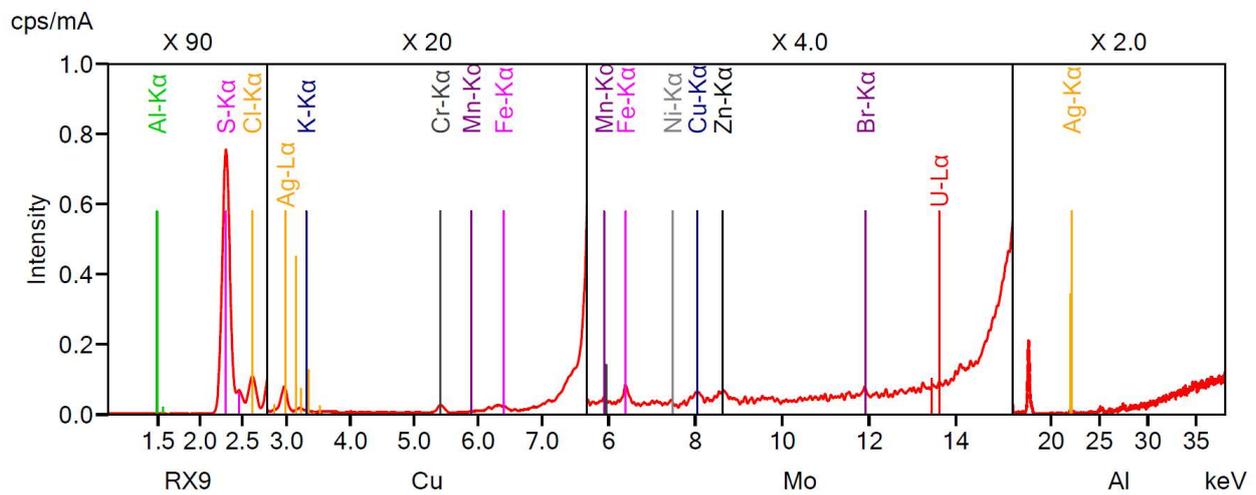


Рис.11. Флуоресцентный спектрометр используемого этаноламина

Spectrum 3

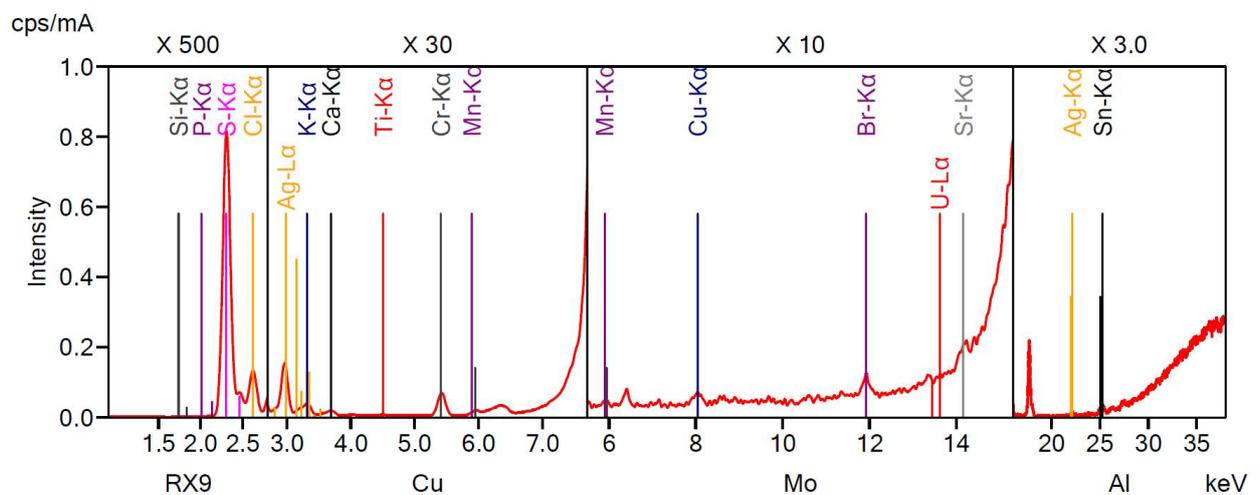
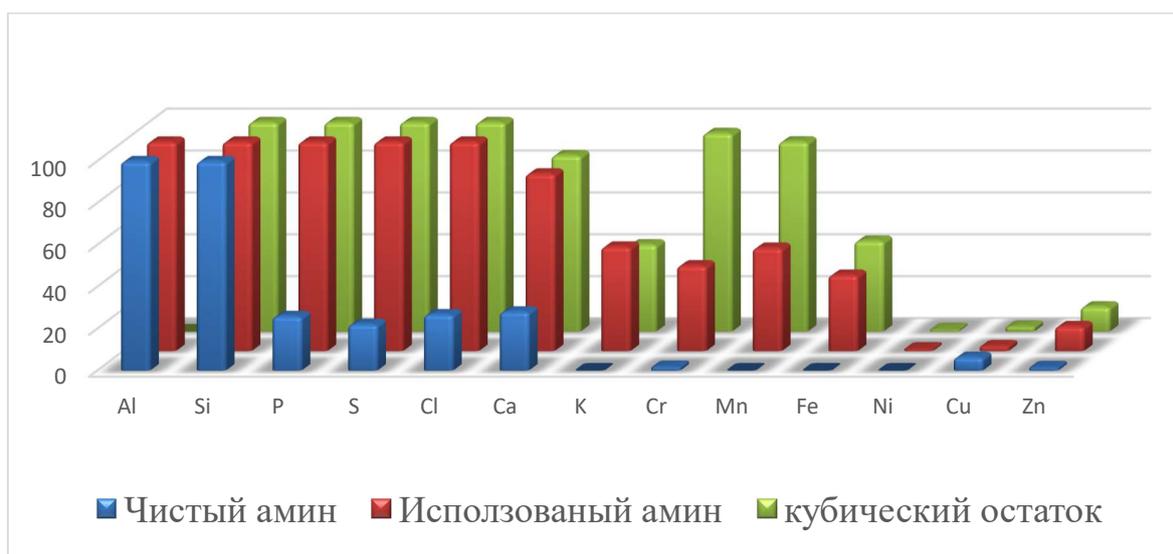


Рис.12. Флуоресцентный спектрометр кубического остатка



**Рис.13. Результаты спектрального анализа содержания железа и тяжелых металлов**

В чистых, использованных фракциях этаноламина тяжелые металлы содержатся в небольших количествах по отношению к кубическому остатку. Были проведены сравнительные анализы для выявления тяжелых металлов в модельной смеси.



**Рис.14. Сравнительный анализ содержания железа и тяжелых металлов в чистом этанолаmine и кубическом остатке**

Содержание металла в модели из чистого этаноламина в среднем на 74% меньше, чем в кубическом остатке (95% для Mn и Cr), т.е. процесс вакуумно-экстракционной дистилляции позволяет удалить не только продукты деградации, но и большое количество железа и тяжелые металлы из рабочих растворов этаноламина.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными научными и практическими результатами, полученные при выполнении диссертационной работы, являются:

1. Установлено, что после применения этаноламинов в процессе очистки газов происходит насыщение раствора кислыми газами и восстановление насыщенного раствора этаноламина при высокой температуре, присутствие в растворе азота, кислорода и других подобных окислителей приводит к деструкции аминов, а несколько его молекул соединяются и образуют полимерные соединения.

2. Продукты деградации абсорбентов отрицательно влияют на его рабочие свойства: снижают рН и поверхностное натяжение, повышают вязкость, высоту пены и ее стабильность. Установлено, что это приводит к тому, что растворы этаноламина с очищенным газом выходят из системы и увеличивают расход абсорбента.

3. В трубопроводах устройства в процессе очистки газа под высоким давлением кислород и кислая среда разъедают поверхность трубопроводов. Установлено, что это вызывает образование различных солей металлов.

4. При очистке непригодных растворов этаноламина в виде технологических отходов газоперерабатывающего завода вакуумно–экстракционным методом в лабораторных условиях удалось получить 60–65% технического этаноламина от соотношения к объему амина в растворе. Это позволяет повторно применять тот же объем этаноламина в процессе очистки газа.

5. Путем восстановления непригодных растворов этаноламина уменьшается загрязнение подземных и поверхностных вод, испарение токсичных газов из раствора под воздействием солнечных лучей в жаркую погоду и предотвращение загрязнения окружающей среды, а также уменьшается повреждение почвы, сохраняется ее структура, снижается негативное воздействие на растительный и животный мир.

6. Рассчитана ожидаемая экономическая эффективность восстановленных этаноламинов. При годовой потребности Республики в этаноламинах, превышающей около 5000 тонн, ожидаемая экономическая эффективность составляет 9 750 000 долларов США в год. То есть, есть возможность сэкономить 105 млрд. сум.

**ON-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC  
DEGREES DSC.03/30.12.2019.K/T.04.02 AT  
TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

---

**TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**MENGLIEV SHERZOD SHOIMOVICH**

**RESTORING THE WORKING PROPERTIES OF SPENT  
ETHANOLAMINES AND REDUCING THEIR ENVIRONMENTAL  
IMPACT**

**11.00.05-Environmental protection and rational utilization of natural resources  
02.00.08 - Chemistry and technology of oil and gas**

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

**Tashkent – 2022**

The dissertation subject of Doctor philosophy (PhD) was registered at Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number of B2021.1.PhD/K378

The dissertation was completed at the Tashkent chemical-technological institute. The abstract of dissertation in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is available online (www.tkti.uz) Scientific Council and on the website "Ziyonet" Information-educational portal (www.ziyonet.uz).

**Scientific supervisors:**

**Pulatov Khayrulla Lutpullaevich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Turaev Tolib Bozorovich**  
candidate of technical sciences, docent

**Official opponents:**

**Kulmatov Rashid Anarovich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Maxsumov Abduxamid Gafurovich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Leading organization:**

**Institute of general and inorganic chemistry**

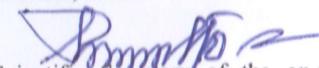
The defense dissertation will take place on «6» 05 2022 at 14<sup>00</sup> o'clock at the meeting of Scientific Council DSe.03/30.12.2019.K/T.04.02 at the Tashkent chemical-technological institute (address: 100011, 32, A.Navai str., Tashkent. Phone: (+ 99871) 244-79-20, fax (+ 99871) 244-79-17. e-mail: info@tkti.uz).

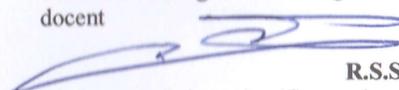
The dissertation has been registered at the Information Resource Center of the Tashkent chemical-technological institute № 15 (address: 100011, Tashkent, 32, A.Navai str., Phone: (99871) 244-79-20).

The abstract of the dissertation has been distributed on «15» 04 2022 y. Protocol at the register № 12 dated «15» 04 2022 y.



  
**Q.G.Muxamedov**  
Chairman of the on-time scientific Council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, docent

  
**F.B.Igitov**  
Scientific Secretary of the on-time scientific council awarding scientific degrees, PhD docent

  
**R.S.Sayfutdinov**  
Chairman of the scientific seminar at the on-time scientific Council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is ensuring ecological and environmental protection by identifying the causes of destruction products in the working solutions of ethanolamine's in the process of purification of natural gas and the development of technology for their purification.

**The object of research work** is samples of DEA and MDEA working solutions, their destruction products - hydrogen sulfide, heat-resistant salts, bound amines and amino acids, used for a long time in the processes of absorption and desorption of hydrogen sulfide in natural gas treatment plants.

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

the main reasons for solving environmental problems are determined, according to which the products of the destruction of ethanolamines, formed during the purification of raw gases at gas processing enterprises during the operation of absorption plants, do not sorb its working solutions;

the main reasons for the removal of the absorbent from the gas cleaning system as a result of the interaction of aggressive gas components with amine solutions were identified;

it has been proven that as a result of the process of vacuum extraction of unsuitable ethanolamines, it is possible to increase the degree of purification of degradation products to 60-65%;

found to reduce environmental emissions by 70-75% by recovering unsuitable ethanolamine solutions in the form of process waste.

**Implementation of the research results.** Based on the results of scientific research on the recovery of spent ethanolamines and reducing their impact on the environment:

the technology of purification of ethanolamine solutions, which are industrial waste, by vacuum extraction method has been put into practice at the Mubarek Gas Processing Plant (recommended letter No. 2690 dated June 05, 2021 from LLC Mubarek Gas Processing Plant). As a result of the regeneration of working solutions of ethanolamine, which were used in the purification and processing of natural gas, as well as the disposal of cubic residual waste, it was possible to increase the service life of the use of cleaning devices in the technological process.

The regeneration of absorbents obtained during the purification of ethanolamines from degradation products by vacuum extraction method has been put into practice at the Mubarak Gas Processing Plant (handbook of Uzbekneftegaz JSC No. 03-17-B/176). As a result, it is possible to restore unusable solutions of ethanolamines, return 60-65% of the gas to the purification process and increase the service life of the absorbents by 10-15%, reduce the cost of production by 15-16%.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of introduction, four chapters, a conclusion, list of the literature and applications. The dissertation is 125 pages long.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Т.Б.Тураев., М.И.Ибодуллаева., Н.А.Игамкулова., Ш.Ш.Менглиев. Деградация раствора метилдиэтанолamina в процессе очистки природного газа // Композиционные материалы Узбекский научно-технический и производственный журнал. –Ташкент, 2016. - №4. С. 93-96. (02.00.00; №4).

2. Т.Б.Тураев., Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова., Г.Т.Бозорова., Определение причин деградация раствора диэтанолamina при очистке природного газа // Химия и химическая технология. журн. Ташкент, 2016, - №4 (75). С. 57-60. (02.00.00; №3).

3. Т.Б.Тураев., Н.А.Игамкулова., Ш.Ш.Менглиев. Очистка аминовых растворов от коррозионноактивных веществ с применением механической фильтрации и ионообменных смол // Химия и химическая технология. журн. - Ташкент, 2018, №1 (59). С. 49-52. (02.00.00; №3).

4. Т.Б.Тураев., Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова., Х.Н.Рахимов., Ж.Т.Олимов., Б.Н.Кенжаев. Таббий газни олтингугурт бирикмаларидан физик-кимёвий хоссалари асосида тозалаш технологиясини ишлаб чиқиш // O‘zbekiston neft va gaz. Ilmiy-texnika jurnali. - Тошкент, 2019, №3. Б. 30-32. (02.00.00; №7).

5. Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова., Т.Б.Тураев., Ш.А.Муталов. Возможность очистки циркулирующего ДЭА-раствора от смолистых веществ и других вредных примесей адсорбционным способом // Universum: Химия и биология: научн. журн. Часть 2. Москва, 2020, - №2(68). С. 76-79. (02.00.00; №2).

6. Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова., Т.Б.Тураев., Ш.А.Муталов. Экспериментальное исследование процессов очистки растворов диэтанолamina // Universum: Химия и биология: научн. журн. Часть 2. Москва, 2020, - №2(68). С. 80-83. (02.00.00; №2).

7. N.A.Igamkulova., Sh.Sh.Mengliev., T.B.Turaev., Kh.N.Rakhimov. Determination of the Reasons for Degradation of a Diethanolamine Solution when Cleaning the Natural gas and Methods for Cleaning Aminic Solutions from Corrosive Active Substances. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 7, Issue 2, February 2020. –PP. 12721-12728. (05.00.00; №8).

8. Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова., У.К.Ахмедов. Коллоидно-химические закономерности очистки циркулирующего МЭА-раствора от смолистых веществ // Universum: Технические науки, электрон. научн. журн. Часть 1. – Москва. 2020, №12(81). С. 85-89. (02.00.00; №1).

9. Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова., У.К.Ахмедов. Айланма МЭА эритмасини қатронли моддалардан ва бошқа зарарли аралашмалардан

адсорбцион усулда тозалаш хусусиятлари // O‘zbekiston neft va gaz. Ilmiy-texnika jurnali. Тошкент, 2020 №3. В. 16-21. (02.00.00; №7).

10. Н.А.Игамкулова., Ш.Ш.Менглиев., Х.Л.Пулатов., Т.Б.Тураев., Б.Р.Шамансуров. Проведение экологически адсорбционной очистки МЭА-раствора от смолистых веществ и других вредных примесей // Universum: Технические науки, электрон. научн. журн. Часть 3. – Москва. 2021, №3(84). С. 30-36. (02.00.00; №1).

11. Н.А.Игамкулова., Ш.Ш.Менглиев., Х.Л.Пулатов., Т.Б.Тураев., Б.Р.Шамансуров., Ш.Б.Обидов. Исследование состава и физико-химических свойств отработанного раствора диэтанолamina // Композиционные материалы Узбекский научно-технический и производственный журнал, 2021. №1. С. 3-6. (02.00.00; №4).

12. Н.А.Игамкулова., Ш.Ш.Менглиев., Х.Н.Рахимов., Т.Б.Тураев., Х.Л.Пулатов. Ишлатилган этаноламинларни ишчи хоссасини қайта тиклаш ва уларнинг атроф-муҳитга таъсирини камайтириш // Kompozitsionnie materialii O‘zbekiston kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali, 2021. №2. Б. 247-251. (02.00.00; №4).

13. Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова. / Қайта тикланган алканолaминларнинг замонавий физик кимёвий таҳлили // O‘zbekiston kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali. –Toshkent, 2021. - №4. Б. 216-218. (02.00.00; №4).

## II бўлим (II часть; part II)

14. Т.Б.Тураев., Р.Жемуратов., С.Бозоров., Ш.Ш.Менглиев. Хемосорбционные исследования кислых компонентов в активированных абсорбентах // Труды международной конференции. «Каталитический процессы нефтепереработки, нефтехимии и экологии» 2013. С.160-161.

15. Ў.Хошимов., К.Калекеев., Ш.Ш.Менглиев., Т.В.Тураев. Тўйинган (яроқсиз) метилдиэтанолaминни эритмасини таркибини ўрганиш ва уни регенерация қилиш технологиясини ишлаб чиқиш // Кимё ва озиқ овқат саноатлари ҳамда нефт-газ қайта ишлашнинг инновацион технологияларини долзарб муаммолари Республика илмий-техник анжумани мақолалари тўплами Тошкент-2014. Б. 92-93.

16. Ў.Хошимов., Р.Ражабов., Ш.Ш.Менглиев., Т.Б.Тураев. Теоретические основы деградации раствора метилдиэтанолamina // Республиканская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефте-газовой и пищевой промышленности» Ташкент – 2014. С. 114-115.

17. Х.Рахимов., Г.Т.Бозорова., Т.Б.Тураев., Ш.Ш.Менглиев. Эффективная технология регенерации и очистки рабочего раствора диэтанолamina // Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Республиканский межвузовский сборник научных трудов Часть – 1. Ташкент 2017. С. 193-194.

18. А.А.Торемуратов., Б.С.Тиркачев., Г.Т.Бозорова., Т.Б.Тураев., Ш.Ш.Менглиев. Газ тозалашда ишлатилган этаноламинларни диструкцияга учраш жараёнини ўрганиш // Техник ва ижтимоий-иқтисодий фанлар соҳаларининг муҳим масалалари. Республика Олий ўқув юртлараро илмий ишлар тўплами. Т-2017. Б. 243-244.

19. Т.Б.Тураев., Н.А.Игамкулова., Ш.Ш.Менглиев., Х.Рахимов., Б.Тиркачев. Новые методы очистки аминовых растворов от агрессивных веществ // Республиканский межвузовский сборник «Актуальные вопросы в области технических и социально – экономических наук» Ташкент, 2018. С. 124-125.

20. Ф.Б.Урозов., Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова. Модифицированные абсорбенты в процессе очистки природного газа // «Қорақалпоғистон республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва енгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-амалий конференцияси. Нукус, 2019. С. 316-317.

21. Т.Б.Тураев., Н.А.Игамкулова., Ш.Ш.Менглиев., И.Я.Сапашов. Яроксиз бўлган этаноламинларни диструкцияга учраш жараёни // «Қорақалпоғистон Республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва енгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-амалий конференцияси. Нукус 2019. Б. 316-317.

22. Х.Н.Рахимов., Ш.Ш.Менглиев., Д.У.Зоирова., А.Ходиев. Изучение деградации и очистка растворов этаноламинов от примесей // Международной конференции «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы», Ташкент, 2020. С. 116-117.

23. Б.Ш.Нурматов., Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова., Т.Б.Тураев. Использование этаноламина в процессе очистке природного газа и его деградация // Международной научно-практической конференции «Интернационализация и инновация в области высшего образования», посвященная 20-летию Университета дружбы народов имени академика А. Куатбекова 75-летию заслуженного работника образования Республики Казахстан, 2019. С. 275-277.

24. Ш.Ш.Менглиев., Х.Н.Рахимов., Н.А.Игамкулова., Т.Б.Тураев. Исследование физико–химических свойств отработанного раствора диэтанолamina // Международной конференции «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы», Ташкент, 2020. С. 536-537.

25. Ф.А.Юлдошов., Н.А.Игамкулова., Ш.Ш.Менглиев. Регенерация и очистка рабочего раствора диэтанолamina // Международной конференции «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы», Ташкент, 2020. С. 260-261.

26. Б.Т.Темиров., Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова. Очистка алканоламинов от различных примесей // Международная научно-практическая конференция «Инновационные решения актуальных проблем в

области высокомолекулярных металлоорганических соединений», Ташкент, 2021. С. 134-135.

27. Б.Т.Темиров., Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова. Процесс очистки природного газа от кислых компонентов абсорбентами // Международная научно-практическая конференция «Инновационные решения актуальных проблем в области высокомолекулярных металлоорганических соединений», Ташкент, 2021. С. 132-133.

28. Н.А.Игамкулова., Т.Б.Тураев., Х.Л.Пулатов., Ш.Ш.Менглиев. Усовершенствование технологии очистки природного газа от сероводорода и меркаптанов // Республика илмий-амалий анжуман материаллари «Кимё технология фанларининг долзарб муаммолари» Тошкент, 2021. С. 242-243.

29. Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова., Х.Н.Рахимов., Т.В.Тураев., Х.Л.Пулатов. Алканоламинларни деструкцияга учраши ва экологияга таъсири // 2-Халқаро конференция материаллари «Нефт-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» Тошкент-2021. В. 124-125.

30. Н.А.Игамкулова., Ш.Ш.Менглиев., Т.Б.Тўраев., Х.Л.Пулатов. Ишлатилган абсорбентларни атроф муҳитга салбий таъсирини камайтириш учун утилизасия қилиш усуллари // 2-Халқаро конференция материаллари «Нефт-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» Тошкент-2021. В. 317-319.

31. Ш.Ш.Менглиев., Н.А.Игамкулова., Х.Н.Рахимов., Т.Ж.Турғунов., Х.Л.Пулатов. Табиий газни тозалашда қўлланиладиган абсорбентнинг деструкцияга учраш сабаблари ва атроф муҳитга таъсири. // 2-Халқаро конференция материаллари «Нефт-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» Тошкент-2021. В. 319-321.

Автореферат «Кимё ва кимёвий технология» журнали таҳририятида  
таҳрирдан ўтказилди

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи: 3. Адади 100 дона. Буюртма № 31/22.

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