

SANOAT VA TABIIY GAZLARDAN VODOROD SULFID VA KARBONAT ANGIDRIDNI TOZALASH UCHUN ABSORBSION JARAYONLARDA QO'LLANILADIGAN YANGI MODIFIKATSIYALANGAN SORBENTLARNING ILMIY TAHLILI.

<https://doi.org/10.2591/zenodo.18267856>

Dustqobilov Eldor Nurmatovich

(Professor, Karshi State Technical University).

Qo'chqorov Sardor Sarvarovich

(Bachelor's degree Karshi State Technical University).

Annotatsiya

So'nggi paytlarda ekologik toza tabiiy mahsulotlarga bo'lgan ehtiyoj kun sayin ortib bormoqda. Tabiiy gazlarni zaharli komponentlardan tozalashda alkanolaminlar, ya'ni monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) va metildietanolamin (MDEA) eritmalari keng qo'llaniladi. Bunday alkanolaminlar tabiiy gazni tozalashga qo'yiladigan yuqori talablarga javob bera olmasligi sababli, ularning birgalikdagi muammolari ko'rib chiqildi.

Аннотация

В последнее время потребность в экологически чистых натуральных продуктах растет с каждым днем. Растворы алканоламинов, а именно моноэтаноламина (МЭА), диэтаноламина (ДЭА) и метилдиэтаноламина (МДЭА), широко используются при очистке природных газов от токсичных компонентов. Поскольку такие алканол амины не могут соответствовать высоким требованиям к очистке природного газа, были рассмотрены их совместные проблемы.

Abstract

Recently, the need for environmentally friendly natural products has been growing every day. Solutions of alkanolamines, namely monoethanolamine (MEA), diethanolamine (DEA) and methyldiethanolamine (MDEA), are widely used in the purification of natural gases from toxic components. Since such alkanolamines cannot meet the high requirements for natural gas purification, their joint problems were considered.

Kalit so'zlar

absorbent, sirkulyatsiya, regeneratsiya, **monoetanolamin**, regeneratsiya, konsentratsiya, ko'pikshakllanish, smola, katalizator, oltingugurt, gidroliz, aktivator.

Ключевые слова

абсорбент, циркуляция, регенерация, моноэтаноламин, регенерация, концентрирование, вспенивание, смола, катализатор, сера, гидролиз, активатор.

Key words

absorbent, circulation, regeneration, monoethanolamine, regeneration, concentration, foaming, resin, catalyst, sulfur, hydrolysis, activator.

Kirish. Maqolada MDEA va DEA absorbentlaridan foydalangan holda kombinatsiyalangan absorbentlarni olish texnologiyasi va ularni qo'llash ketma-ketligi muhokama qilingan. Ikkala usuldan foydalanish energiya tejamkorligini (isitish bug'i) ta'minlaydi va MDEA desorbsiyasida issiqlik ajralishi MEA bilan solishtirganda absorbentning regeneratsiyasiga qaraganda kamroq. MDEA eritmalarini regeneratsiya qilish uchun issiqlik sarfi MEA ga nisbatan 30-40% ga kam ekanligi ko'rsatilgan. Jahonda sanoat va tabiiy gazlarni nordon komponentlar va uglevodorod gazlaridan tozalash muammolarini hal qilish uchun yangi texnik qurilmalar va texnologiyalar yaratilmoqda. Jumladan, Rossiyada "Xemosorbent" YoAJning import mahsulotlari uchun ishlab chiqarish majmuasi tashkil etiladi.

Ushbu yangi majmua birinchi bo'lib quvvati yiliga 10 000 tonna bo'lgan metildietanolamin (MDEA) ishlab chiqarishni yo'lga qo'ydi (tabiiy va sanoat gazlarini nordon komponentlar, vodorod sulfidi va nordon uglerod gazlari aralashmasidan tozalash uchun kimyoviy sorbentlar ishlab chiqarish). Kompleksning boshqa qismlarida MDEA asosida maxsus aralash sorbetlar (quvvati yiliga 3 ming tonnadan ortiq), issiqlik tashuvchi suyuqliklar (quvvati yiliga 2 ming tonna) va korroziya ingibitorlari (quvvati yiliga 2 ming 8 tonna) ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi.

1995-yilda "SINTEZ" OAJda "Ximtek injiniring" YoAJ taklifiga muvofiq yangi mahsulotlar - efirlar, metil spirti (tabiiy sanoat gazlarini H_2S , CO_2 , RSH dan tozalash uchun fizik sorbentlar) ishlab chiqarish quvvatini yangi reaktorlar yordamida yiliga 1 tonnadan 3 tonnagacha oshirish loyihasi ishlab chiqildi [1, 2, 3].

Nordon gazlarni absorbsion tozalash jarayonlarida yangi sorbentlarni qo'llash.

Hozirgi kungacha monoetanolamin (MEA) va dietanolamin (DEA) asosan sanoat korxonalaridan nordon gazlarni yo'qotish uchun absorbent sifatida ishlatiladi. Jahon amaliyotida olib borilgan ishlar tahlili shuni ko'rsatadiki, MDE ni yanada samaraliroq absorbent + metildietanolamin (MDEA) bilan almashtirish samarali hisoblanadi [4, 5, 6].

MDEA (uchlamchi amin) birlamchi amin MEA (birlamchi) ga nisbatan pastroq korroziya faollikka ega, bu esa MDEA ning konsentrlangan eritmalarini (30-50%) MEA (12-18%) ga nisbatan ko'proq ishlatish imkonini beradi. Sanoat sharoitida o'tkazilgan korroziya tadqiqotlar MDEA eritmalarining past korroziya faolligini tasdiqladi [7].

MEAning to'yinish indeksi 0,30-0,35 mol/mol, MDEAning to'yinish indeksi esa 0,8 mol/mol bilan chegaralanadi. Bunda aylanib yuruvchi absorbent eritmasining miqdori,

ya'ni uning aylanishi va regeneratsiyasi uchun beriladigan energiya miqdori MDEA qo'llanilgandagiga qaraganda 1,5 marta kam bo'ladi [8].

MDEA dan foydalanish, shuningdek, energiya tejamliligini (isitish bug'i) ta'minlaydi va MDEA desorbsiyasida issiqlik ajralishi absorbentni regeneratsiya qilish uchun MEA ga qaraganda kamroq. MDEA eritmalarini regeneratsiya qilish uchun issiqlik sarfi MEA ga qaraganda 30-40% ga kam ekanligi ko'rsatilgan [9].

MDEA qo'llanilganda absorbentning destruksiyanishi MEA eritmasiga nisbatan sezilarli darajada kamayadi. Ko'pik hosil bo'lishi kamayadi. Qurilmalarning ichki qismlarida ilgari ishlatilgan MEA asosidagi eritmalarining cho'kindilari mavjud emasligi ta'kidlandi.

Natija. Bunday ijobiy sharoitlar MDEA eritmasining ilgari o'rnatilgan past korroziyon faolligi bilan birgalikda uskunaga rejali texnik xizmat ko'rsatishni soddalashtiradi va uni amalga oshirish vaqtini qisqartiradi. Uskunaning ichki yuzalarida cho'kmalarning yo'qligi issiqlik almashinuvi samaradorligini oshiradi va energiya sarfini kamaytiradi [10].

MEA va MDEA ning asosiy fizik-kimyoviy xossalari to'g'risidagi ma'lumotlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

MEA va MDEA ning asosiy fizik-kimyoviy xossalari
(asosiy moddalar miqdori - massa bo'yicha 99%)

Ko'rsatkichlar	MEA	MDEA
Formulalar	$\text{HOC}_2\text{H}_4\text{NH}_2$	$(\text{HOC}_2\text{H}_4)_2\text{CH}_3\text{N}$
molekulyar og'irlik	61,1	119,2
T=20°C dagi zichlik, g/sm ³	1,015	1,018
Qaynash harorati 101,333 kPa, °C	170	247
Muzlash harorati, °C	10,5	- 21
T = 60°C dagi bug' bosimi, Pa	660	24
T=25°C da dinamik qovushqoqlik, 103 Pa s	19	80
T=30°C da solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/ (kg °C)	2,72	2,32
Ishchi eritmadagi aminning massa ulushi %	10-20	30-50
Reaksiya issiqligi, kJ/kg		
H ₂ S bilan	1511	1047

CO ₂ bilan	1919	1340
-----------------------	------	------

MEA asosidagi absorbent eritmalaridan foydalanilganda, desorbsiya bosqichi oqimining 115°C - 130°C haroratida bug'ning yo'qolishi tufayli MEA yo'qoladi. MDEA ishlatilganda qaynash harorati (247°C) MEA (170°C) ga qaraganda ancha yuqori va eritmani regeneratsiya qilishda absorberlarning ish haroratlari sezilarli darajada pasayadi, ya'ni nolga yaqin qiymatgacha [10].

Shunday qilib, MEA eritmasini MDEA bilan almashtirish quyidagilar tufayli tozalash jarayonida moddiy resurslarni tejashni ta'minlaydi:

A. Energiya xarajatlarini 30% gacha kamaytirish:

-ishchi eritmaning aylanish qiymatini kamaytirish;

-ishchi eritmaning to'yinganlik darajasini oshirish;

-MDEA desorbsiyasining past issiqligi.

B. Absorbentlarning past korroziyon faolligi va smola hosil bo'lmasligi tufayli texnik xizmat ko'rsatish va uskunalarni ta'mirlash xarajatlarining pastligi.

V. MEA (1 tonnasi uchun 14 000 AQSh dollari) va MDEA (1 tonnasi uchun 1000 AQSH dollari) narxlari indeksi shuni ko'rsatadiki, absorbentlarning uzoq muddatli ishlashi va ularni yangilari bilan almashtirish jarayonida MEA xususiyatlari pasayadi, bu esa absorbentlarni sotib olishda tejankorlikka olib keladi.

G. MDEA xorijiy mamlakatlardan sotib olmaslik hisobiga erishiladi.

Neftni qayta ishlash sanoatida metildietanolaminni absorbent sifatida qo'llash tajribasi

Atmosferaga chiqariladigan zaharli chiqindilarni kamaytirishning eng muhim masalalaridan biri neftni qayta ishlash korxonalarining atrof-muhitni muhofaza qilishdir. Ifloslantiruvchi manbalardan chiqadigan zaharli moddalar ro'yxati 10 dan ortiq nomni o'z ichiga oladi. Bularga asosan oltingugurt dioksidi va uglevodorodlar kiradi. Tarkibida oltingugurt bo'lgan gazlar ajralib chiqishini kamaytirish xom ashyoni gidrodesulfurizatsiyalash va oltingugurt sulfatlarida katalizatorlar, metall tarkibli oksidlar va bog'lovchilarni qo'llash orqali amalga oshiriladi. Oltingugurtli gazlarni tozalash amalda yutuvchi aminlar yordamida amalga oshiriladi. Uglevodorod gazi 15% li (korroziyani cheklovchi) monoetanolamin eritmasi (MEA) yordamida tozalanadi. Hozirgi vaqtda gazlarni tozalashning eng samarali usuli metildietanolamin eritmasi (MDEA) dan foydalanishdir [11].

Qo'yilgan masalalarni yechish uchun absorbent sifatida massa bo'yicha 10-15% MEA va massa bo'yicha 30-40% MDEA ishlatildi. Vodorod sulfid va to'yingan aminlarni regeneratsiyalash jarayonlarining keng diapazonida texnologik parametrlarning o'zgarishini hisoblash tadqiqotlari o'tkazildi. Desorbsiyani hisoblash uchun dastlabki

ma'lumotlar tozalangan gaz va eritmadagi H S miqdori uchun absorbsiya jarayonida berilgan qiymatlarga erishilganda aniqlandi.

Hisoblash natijalari shuni ko'rsatadiki, MDEAga o'tishda issiqlikni 35-40% gacha tejashga erishish mumkin [11].

L-24/6 agregatining ishlash natijalari ijobiy. Regeneratsiya kolonnasida sulfidlarning qoldiq miqdori 0,8-2,0 g/l, gazni tozalash darajasi 99% ni tashkil etadi.

Keyinchalik regeneratarning samaradorligini MDEA konsentratsiyasi 35% gacha oshirilganda sinovdan o'tkazish rejalashtirilgan. Buning uchun MDEA uchun ikkinchi shunga o'xshash qurilma rejalashtirilgan.

Azot sanoati korxonalarida monoetanolamin o'rniga faollashtirilgan metildietanolaminni qo'llash va uni barqaror ishlab chiqarishga joriy etish bo'yicha tajribalarni tahlil qilish. Ammiak ishlab chiqarish jarayonida monoetanolamin o'rniga metildietanolaminning (MDEA) faollashtirilgan modifikatsiyalangan birikmasini qo'llash samarali ekanligini so'nggi o'n yillikda xorijiy mamlakatlar va MDH davlatlarida o'tkazilgan tajribalar tasdiqlaydi [10].

Natijada korroziya jarayonlari kamayadi, absorbentning konsentrlangan eritmaları ishlatiladi, absorbent degradatsiyaga uchramaydi va energiya resurslari tejiladi. Bir qator xorijiy kompaniyalar MDEA asosidagi sorbentlar, tarkibida piperazin, etilendiamin va metilmonoetanolamin bo'lgan reklama eritmalarini ishlab chiqaradi. Biroq, bunday birikmalar uchuvchan komponentlar bo'lib, sorbent tarkibining barqarorligini ta'minlay olmaydi. Bundan tashqari, bu birikmalar yutuvchi eritmada aktivator miqdori yetarlicha yuqori bo'lganda past haroratda alanganishni keltirib chiqaradi va eritmalarining yong'in xavfini oshiradi.

2-jadval. Tarkibida oltingugurt bo'lgan gazlarni MEA va MDEA eritmaları bilan tozalash jarayonining qiyosiy tavsifi

2-jadval

Nomlash	MEA	MDEA
Gazni tozalash indikatori	98%	99%
Tozalangan gazdagi qoldiq H ₂ S miqdori	5-30 ppm.	3-5 ppm
Regeneratsiyalangan MDEA eritmasidagi qoldiq sulfidlar miqdori	2 - 4 g/l	0,8-2,0 g/l

Tekshirilgan natijalarga ko'ra MDEA konsentratsiyasi o'rtacha 24,5% ni tashkil etdi.

Olingan ekspluatatsion tajribalar shuni ko'rsatadiki, CO₂ gazi yetarli darajada ta'minlanadi, korroziya jarayonlari kamayadi, issiqlik almashinish yuzalarida qoldiq qolmaydi, regeneratsiya jarayonida bug' tejalishi kuzatiladi, degradatsiyaning kamayishi hisobiga tozalash jarayonida aminning me'yoriy sarfi kamayadi. Faollashtirilgan MDEA

dan foydalanish tajribalarini tahlil qilganimizda, MDEA asosidagi ishlanmalar tavsiyalariga amal qilish zarurligini ko'ramiz.

Agar bizning tavsiyalarimizga amal qilinmasa, gazni nordon komponentlardan tozalashda quyidagi holatlar yuzaga kelishi mumkin: to'yinish ko'rsatkichi oshganda aktivator konsentratsiyasining pasayishi, jarayonda talabga javob bermaydigan aktivatorlarni qo'llash va shu kabilar tozalash qurilmalarida jiddiy muammolarni keltirib chiqaradi. Shu bilan birga, jarayonni o'tkazish bo'yicha tavsiyalarga amal qilinsa, yuqoridagi jiddiy holat yuzaga kelmaydi.

Tajriba ma'lumotlari va faollashtirilgan MDEA dan foydalanish tahliliga asoslanib, qurilmalarni yangi sorbentlarga o'tkazishda quyidagilarga e'tibor berishni tavsiya etamiz:

-jarayonning ish rejimlariga (to'yinish darajasi, eritmadagi amin konsentratsiyasi) qat'iy rioya qilish;

- ishlab chiqarish ko'nikmalari (jarayon davomida ishlab chiqarish xodimlari tomonidan berilgan parametrlarga qat'iy rioya qilish, uskunalaridan sizib chiqishga yo'l qo'ymaslik va boshqalar);

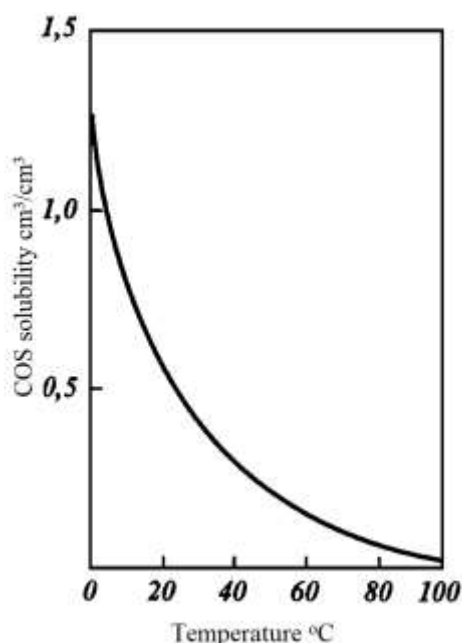
- yangi sorbentga o'tish uchun uskunani tayyorlash (tizimlarni monoetanolamin va boshqa mahsulotlar qoldiqlaridan intensiv tozalash, uskunadagi nosozliklarni bartaraf etish);

- korroziya tezligini doimiy nazorat qilish (quvurlardagi uskunalarning shikastlanishi).

Uglerod oksidining etanolaminlarning suvli eritmasida eruvchanligi

Uglerod oksidining (CO) aminlar tomonidan yutilish jarayoni fizik eruvchanlik deb ataladi, bunda erigan COS aminlar bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi. Suvda eruvchanlik

COS ning haroratga bog'liqligi, uning harorat ortishi bilan kamayishi 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. COS ning suvda eruvchanligi 101,333 kPa bosimda haroratga bog'liq.

DEA ning suvli eritmasi bilan COS ning xemosorbsiyasi tiokarbamin kislotasining hosil bo'lishi bilan birga keladi, u eritmada dissotsilanadi (komponentlarga ajraladi) va amin tiokarbamatni hosil qilish uchun DEA bilan reaksiyaga kirishadi. Suvli muhitda tiokarbamat gidrolizlanadi (turli tarkibiy qismlarga parchalanadi) va H₂S va CO₂ hosil qiladi, ular DEA bilan oson bog'lanadi. COS ning DEA bilan reaksiyasining umumiy kinetikasi tiokarbamin kislotasi hosil bo'lishining sekin reaksiyasi bilan belgilanadi. Absorberda amin gazini tozalashda COS gidroliz zonasi (6-10) plastinkalardan iborat bo'lib, (60÷80) °C haroratda gazdan ko'p miqdorda (80% gacha) uglerod oksidini ajratib olish mumkin.

Xulosa. Faollashtirilgan MDEA dan foydalanish tajribasini tahlil qilganimizda, MDEA asosidagi ishlanmalarning tavsiyalariga amal qilish zarurligini ko'ramiz. Agar bizning tavsiyalarimizga amal qilinmasa, gazni nordon komponentlardan tozalashda quyidagi holatlar yuzaga kelishi mumkin: to'yinish ko'rsatkichi oshganda aktivator konsentratsiyasining pasayishi, jarayonda talabga javob bermaydigan aktivatorlarni qo'llash va shu kabilar tozalash qurilmalarida jiddiy muammolarni keltirib chiqaradi. Shu bilan birga, agar muolajani amalga oshirish bo'yicha tavsiyalarga amal qilinsa, bu yuqoridagi jiddiy holatni keltirib chiqarmaydi. Ekologik muammolarning keskinlashuvi tufayli jahonda va respublikamizda sanoat gazlari chiqindilarini gazsimon va dispers zarrachalardan tozalash umummilliy muammoga aylandi. Bu muammolar respublikamizda katta ahamiyatga ega bo'lib, tabiatni muhofaza qilish korxonalari tomonidan yetarlicha e'tibor qaratilmaganligi sababli tabiat va atmosferaning ifloslanish darajasi ortib bormoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Nurmamatovich, D. E. (2025). DISPOSAL OF FUEL GASES FROM THE FLARING. *JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN*, 8(5), 52-58.
2. Umar, D. E. N. S. I. (2025). SCIENTIFIC ANALYSIS OF NEW MODIFIED SORBENTS USED IN ABSORPTION PROCESSES FOR PURIFICATION OF HYDROGEN SULFIDE AND CARBON
3. ANHYDRIDE FROM INDUSTRIAL AND NATURAL GASES.
- Mansur, D. E. N. R. D. (2025). LNG PRODUCTION TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION POSSIBILITIES.
4. Nurmamatovich, D. E. (2025). INCREASING THE EFFICIENCY OF AMINAL REGENERATION GAS CLEANING IN SULFUR PURIFICATION UNITS. *FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities.*, 13(6), 31-37.

5. Nurmatovich, D. E., & Salimo'G'Li, R. K. (2025). OG 'IR VA VAKUUMLI GAZOYLNi GIDROTOZALASH JARAYONINI TADQIQI. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 3(2), 130-133.

6. Dustqobilov, E. N., Yuldashev, T. R., & Djumabayev, A. B. (2025). KONLARDA NEFT VA GAZ MAHSULOTLARINI BIRLAMCHI QAYTA ISHLASHGA TAYORLASHDA METALLARDA KORROZIYANI PAYDO BO 'LISHINI ASOSLASH.

7. Dustqobilov, E. N., & Yuldashev, T. R. (2025). REGENERATSIYA GAZINI OLTINGUGURTLI BIRIKMALARDAN ALKANOLAMINLI ERITMALAR YORDAMIDA TOZALASH JARAYONINING TEXNOLOGIYASI. *Continuing education: international experience, innovation, and transformation*, 1(12), 47-50.

8. Dustqobilov, E. N. (2025). GAZ ARALASHMASIDAN NORDON KOMPONENTLARNI TOZALASH USULLARI VA UNI AMALGA OSHIRISH. *Continuing education: international experience, innovation, and transformation*, 1(12), 51-53.

9. Nurmatovich, D. E., Raxmonovich, Y. T., & Bakishyevich, D. A. (2025). KONLARDA NEFT VA GAZ MAHSULOTLARINI BIRLAMCHI YIG 'ISH, SAQLASH VA TASHISH USKUNALARIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR HAMDA ULARNING KORROZIYAGA QARSHILIGI VA GIDROABRAZIV ISHONCHLILIGINI TA'MINLASH. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 3(3), 113-117.

10. Nurmatovich, D. E., & Salimo'G'Li, R. K. (2025). OG 'IR VA VAKUUMLI GAZOYLNi GIDROTOZALASH JARAYONINI TADQIQI. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 3(2), 130-133.

11. Raxmonovich, Y. T. (2025). NEFT GAZINI UTILIZATSIYA QILISHDA YANGI SUYULTIRISH TEXNOLOGIYASINI QO 'LLANILISHINING AFZALLIGI. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 3(1), 129-134.

12. Dustqobilov, E. N., Yuldashev, T. R., & Djumabayev, A. B. (2025). GAZLARNI BIRLAMCHI VA QAYTA ISHLASHGA TAYYORLASH JARAYONLARIDA GAZLI MUHITDAGI KORROZIYASINING NAZARIY TADQIQOTLARI.

13. Dustqobilov, E. N. (2025). PAST HARORATLI AJRATISH USULI YORDAMIDA OG 'IR UGLEVODORODLARNI AJRATIB OLIH TEXNOLOGIYASI. МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ.

14. Nurmatovich, D. E., Raxmonovich, Y. T., & Bakishyevich, D. A. (2025). KONLARDA NEFT VA GAZ MAHSULOTLARINI YIG 'ISH, TASHISH VA

SAQLASHDA QO 'LLANILADIGAN JIHOZLARNI VA USKUNALARNI KORROZIYADAN HIMOYA QILISH USULLARI VA VOSITALARINI TANLASH. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 3(4), 152-158.

15. Dustqobilov, E. N. (2025). DIPA (diizopropanolamin) USULI YORDAMIDA TABIIY GAZLARNI OLTINGUGURT VA UNING BIRIKMALARIDAN TOZALASH. МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ.

16. Dustqobilov, E. N., Yuldashev, T. R., & Boynazarov, O. (2025). komponentlar, absorbentlar, kislotali komponentlar, absorbentli kompozitsiyalar, ko'piklash, korroziya, texnologiya, aminlar, efirlarv.

17. Dustqobilov, E. N., Yuldashev, T. R., & Boynazarov, O. (2025). TABIIY GAZLARNI ZAXARLI KOMPONENTLARDAN TOZALASHDA AMIN VA EFIRLARNING KOMPOZITSİYALARIDAN FOYDALANISH ASOSIDA QUVURUZATMALARDAGI VA ISSIQLIK ALMASHISH JIHOZLARIDAGI KORROZIYALANISH HOLATINI TADQIQ QILISH. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*, 6(2), 78-84.

18. Dustqobilov, E. N., Yuldashev, T. R., & Boynazarov, O. (2025). GETEROKOMPOZIT MATERIALLAR TARKIBIY QISMINING TUZILMASINI MODIFIKATSIYALASH USULLARI YORDAMIDA O 'RGANISH VA 19. GAZLARNING TARKIBIDAGI ZAHARLI KOMPONENTLAR TA'SIRIDA METALL KONSTRUKTSIYALARINING SHIKASTLANISH HOLATLARI. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2), 91-97.

20. Dustqobilov, E. N., Yuldashev, T. R., & Boynazarov, O. (2025). KONLARDA GAZ SOHASIDA QO 'LLANILADIGAN JIHOZLARNING GAZLI MUHITDAGI KORROZIYASINING NAZARIY TADQIQOTLARI. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2), 106-110.