



# METILDITANOLAMINNING SUVLI ERITMASI BILAN NORDON GAZLARNI NOSELEKTIV ABSORBSIYASI

*Yuldashev T.*, <sup>1</sup>[0009-0002-4978-1218] *Ashirov O.* <sup>2</sup>[0009-0005-8344-0443]

<sup>1</sup>*Qarshi davlat texnika universiteti Prof., t.f.d., tashmurzayuldashev@gmail.com*

<sup>2</sup>*Qarshi davlat texnika universiteti magistranti*

**Annotatsiya.** Bu maqolada tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalashda amin va efirlarning kompozitsiyalarini qo'llash asosida gaz va aminlarning haroratga va bosimga bog'liqligi o'rganilgan hamda olingan absorbentlarning kompozitsiyalari yordamida tadqiq qilingan. Bunda tabiiy gazlarni karbonat angidrit va oltingugurtdan tozalanish darajasining harorat va bosimga bog'liqlik holatlari tadqiqotlangan.

**Kalit so'zlar:** komponentlar, absorbentlar, kislotali komponentlar, absorbentli kompozitsiyalar, selektivligi, aminlar, efirlar, ko'piklanish, korroziya, konsentratsiya, regeneratsiya, bosim, haroratlar.

**Аннотация.** В данной статье изучена зависимость газов и аминов от температуры и давления на основе использования композиций аминов и эфиров при очистке природных газов от кислых компонентов, а также изучены составы полученных абсорбентов. При этом была изучена температурно-барическая зависимость степени очистки природных газов от углекислого ангидрита и серы.

**Ключевые слова:** компоненты, абсорбенты, кислотные компоненты, абсорбирующие композиции, селективность, амины, эфиры, пенообразование, коррозия, концентрация, регенерация, давление, температуры.

**Annotation.** In this article studied the dependence of gases and amines on temperature and pressure based on the use of compositions of amines and ethers when purifying natural gases from acidic components, and also studies the compositions of the resulting absorbents. At the same time, the temperature-pressure dependence of the degree of purification of natural gases from carbonic anhydrite and sulfur was studied.

**Keywords:** components, absorbents, acidic components, absorbent compositions, selectivity, amines, esters, foaming, corrosion, concentration, regeneration, pressure, temperatures.

## Kirish

Tabiiy gazni nordon komponentlardan va uglerod oksidlaridan tozalash jarayonlari respublikamizda "Sho'rtan neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi", "Muborak gazni qayta ishlash zavodi" va "Sho'rtan gaz kimyo majmuasida" olib borilmoqda. Qazib olinadigan gazning tarkibini tahlil qiladigan bo'lsak, gazdagi vodorod sul'fidning miqdori 1,2 – 1,8 % atrofida. "Sho'rtan neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi" da qayta ishlangan gaz to'g'ridan – to'g'ri "Sho'rtan gaz kimyo majmuasi"ga berilganligi uchun birlamchi tozalanadi va u yerdan esa qayta ishlash uchun "O'zbekiston JTL" korxonasi ga noyob mahsulotlarni ishlab chiqarishga beriladi. Shuning uchun tabiiy gazning tarkibidagi nordon komponentlarni meyor darajasida tozalanishi talab qilinadi chunki, bu talablar amalga oshirilmagan holatda korxonalarning ishlatish jarayonlarining bir-biriga bog'liq jihozlarning korroziyalanishga va atrof muhitning holatini keskin buzilishga olib keladi. Hozirgi vaqtda RF "Gazprom" OAJdagi gazni qayta ishlash zavodlaridagi aminli tozalash qurilmalari dietinolamin eritmasida (DEA) (Astraxan GQIZ) yoki dietanolamin/metildietanolamin (DEA/MDEA) aralashmasining og'irlik nisbatlari taxminan 50/50 % bo'lgan aralashmalar yordamida (Orenburg GQIZ) tabiiy gaz nordon komponentlardan tozalanadi.



## Natijalar va muhokama

Aralashmada aminlarning MDEA ulushidan yoki uning o'rniga DEA ning faol aminini boshqa qo'shimchalaridan foydalanish issiqlik energiyasini 10-15 % ga tejash imkoniyatini beradi. MDEAning aralashgan reagentdagi konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo'lsa, shunchalik issiqlik energiyasi tejaldi. Absorbent sifatida MDEA dan foydalanilganda issiqlik energiyasini tejash har xil reaksiyalar, korrozion-faol mahsulotlarning to'planish tezligi va eritmaning qavushqoqligi pasayadi ya'ni, yaxshi konsentratsiyalangan eritmalar bilan ishlash imkoniyatini beradi. Bunda eritmaning nordon gazlar bilan to'yinishi va qurilmaning tozalash ko'rsatgichi oshadi ya'ni, ayniqsa bu holat amaldagi gazlarni tozalash qurilmalarini rekonstruksiyasida juda muhim hisoblanadi.

Shu bilan bir vaqtda MDEA eritmaları qator kamchiliklar bilan ham tavsiflanadi:

CO<sub>2</sub> ni absorbsiyalash tezligining pastligi;

-ko'piklanishga yuqori moyilligi;

-bug'larning elastikligining yuqoriligi.

CO<sub>2</sub> ni absorbsiyalash tezligining pastligi gazdan vodorod sul'fidni H<sub>2</sub>S selektiv olib chiqish imkoniyatini beradi, ko'p holatlarda kamchilik hisoblanadi. CO<sub>2</sub> ga nisbati bo'yicha MDEAning selektivligini bostirish, reaktiv aminni ko'p bo'lmagan miqdorda eritmaga qo'shish, absorberda yoki bunday choralarni kombinatsiyalashtirib fazalar kontakti yuzalarini oshirish orqali amalga ishirladi.

MEA va DEA eritmaları bilan sanoat absorberlariga MDEAga o'tishda tozalangan gazda CO<sub>2</sub> ning sakrashi 10-15% ni tashkil qiladi [1,2,3,4]. CO<sub>2</sub> ning sakrashini istisno qilish uchun MDEA eritmasiga qator yuqori reaktiv qo'shmalar tavsiya qilinadi - piperazin, etilendiamin, morfolin, monoetanolin (MEA), DEA va b.lar. So'nggi vaqtda tozalash tizimlarida CO<sub>2</sub> dan gazni-sintez qilishda MDEAning piperazin qo'shmali eritmalarini aktivlashtiruvchilardan keng foydalanilmoqda.

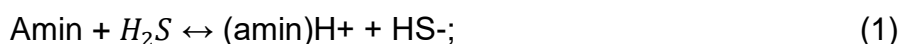
Tabiiy gazlarda CO<sub>2</sub> bir vaqtda ko'pincha H<sub>2</sub>S, COS va merkaptanlar bilan birgalikda mavjud bo'ladi. H<sub>2</sub>S va piperazin bilan oltingugurt organikasini olib chiqish kimyosi va texnologiyasi umuman o'rganilmagan.

Mualliflarning tajribasi va mavjud adabiyotlardagi ma'lumotlar [3, 5] vodorod sul'fid mavjud bo'lganda piperazinning sarfini amalda oshishi ko'rsatilgan. Shuning uchun bugungi kunda gaz sanoati uchun yuqori konsentratsiyalashgan MDEA eritmasini tezlatuvchi qo'shma sifatida yaxshi o'rganilgan va ishlab chiqariladigan DEA ning eritmasidan foydalanishga yo'naltirish maqsadga muvofiqdir.

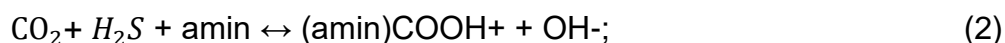
MDEA eritmasiga aktivlashtiruvchi qo'shmaning zaruriy hisobi va tanlash uslubi haqidagi sanoat absorbsiyasi jarayonining sharoitlariga bog'liq bo'lgan ma'lumotlar adabiyotlarda keltirilmagan. Muhandislik usullari asosida MDEA – piperazin va DEA eritmalariga qo'shiladigan ikkita qo'shmani samaradorligini taqqoslash bo'yicha - H<sub>2</sub>S tabiiy gazning tarkibida mavjud bo'lganda gazni CO<sub>2</sub> dan berilgan ko'rsatgichda tozalashni ta'minlash jarayoni meyorlar bo'yicha tahlil olib borilgan.

Aktivlashtiruvchi qo'shmalarini kerakli miqdorlarini baholash modeli quyidagi sabablardan kelib chiqqan holda ishlab chiqilgan:

- amalda vodorod sul'fid aminlar bilan protonli ko'chish reaksiyasida bir zumda reaksiyalanadi:

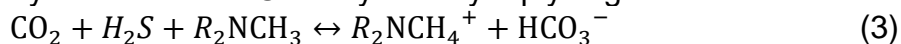


-CO<sub>2</sub> birlamchi va ikkilamchi aminlar bilan karbamatni shakllantirish bo'yicha reaksiyasi quyida keltirilgan:





-uchlamchi amin MDEA ning CO<sub>2</sub> bilan o'zaro reaksiyalanishi CO<sub>2</sub> ni suvda bikarbonat ionini shakllantirgandan keyin bo'lib o'tadi. Umumiy reaksiya quyidagi ko'rinishda:



Taxminan absorbentning uchta tarkibini bir xil meyorda ko'rib chiqamiz:

-35 % massasi birligi DEA;

40 % MDEA aktivlashtiruvchi qo'shma DEA bilan;

40 % MDEA piperazin C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>(NH)<sub>2</sub> bilan.

Qabul qilingan xemosorbsiya modeli quyidagi soddalashtirilgan yo'l qo'yishlarga asoslangan:

-absorberda bog'liq bo'lmagan qaytmas kimyoviy reaksiyalar (1-2) bo'lib o'tadi;

-H<sub>2</sub>S ning absorbsiya tezligi gaz fazasida diffuzion qarshilik bilan limitlanadi, u aminning turiga bog'liq emas, amalda hamma vodorod sul'fid gazdan absorberning pastki zonasidan olib chiqiladi keyin uning mavjudligi esa H<sub>2</sub>S bilan bog'liqligi xemosorbentning qismi hisoblanadi (MDEA yoki DEA);

-bir xil gidrodinamik holatda absorberda H<sub>2</sub>S ning absorbsiya tezligi, CO<sub>2</sub> ni olib chiqish samaradorligi va buning uchun talab qilingan massaalmashinuv yuzalar quyida ko'rib chiqiladigan hamma variantlarda bir xil;

-absorberning katta baland qismida uning absorbsiya tezligi CO<sub>2</sub> ning DEA va MDEA lar bilan ikkinchi tartibli reaksiya zonasida kimyoviy reaksiyasining tezligi bilan limitlanadi;

- CO<sub>2</sub> ning piperazin bilan absorbsiya tezligi suyuqlik fazasida juda tez reaksiyasi bilan kuzatiladi va fazalar bo'linmasi chegarasida diffuzion qarshilik bilan limitlanadi [6, 7];

- absorberning balandligi bo'yicha reaksiyalanadigan komponentlarining konsentratsiyasini taqsimlanishi eksponensial qonunga bo'ysunadi [4, 8];

Hamma varianlarda quyidagi shartlarga rioya qilinadi:

-tozalangan gazdagi CO<sub>2</sub> ning qoldiq konsentratsiyasi - 0,02 % mol.;

- CO<sub>2</sub> ning xemosorbsiya jarayoni uchun massaalmashinuv yuzasi hamma variantlar uchun bir xil qabul qilinadi va xuddi shunday CO<sub>2</sub> – DEA tizimlari uchun ham.

Kimyoviy reaksiyalar bilan kuzatiladigan absorbsiyaning tezlashish koeffitsiyenti (YE) u yoki boshqa zonani tavsiflovchi stexiometrik (M) va kinetik omillar (R) ga bog'liq [6, 9].

Bu omillar CO<sub>2</sub>– MDEA tizimlar uchun quyidagi ko'rinishga ega:

$$R_e = \beta_{suy}^{-1} (C_{am} K_{MDEA} D_b)^{0,5}$$

bu yerda, indeks  $\beta$  - CO<sub>2</sub>;  $\beta_{suy}$  - CO<sub>2</sub> ning absorbsiyasida (ishchi sharoitda) suyuqlik fazasida fizik massaalmashinuv koeffitsiyenti, m/soat, C<sub>am</sub> – eritmada MDEAning bog'lanmagan konsentratsiyasi, kmol/m<sup>3</sup>; K<sub>MDEA</sub> - CO<sub>2</sub> ni MDEA bilan reaksiya tezligining konstantasi, kmol/m<sup>3</sup>; D<sub>b</sub> – suyuqlik fazasidagi CO<sub>2</sub> ning diffuziya koeffitsiyenti, m<sup>2</sup>/soat;

$$M_e = C_{am} m_e (n_e \Delta B_{gaz})^{-1} D_{suy} / D_e$$

bu yerda m<sub>e</sub> – tizimda CO<sub>2</sub> ning eruvchanlik koeffitsiyenti (Genri doimiylik konstantasi)

$$\text{«gaz – ionlashtirilgan eritma»} - \frac{\text{kmol CO}_2}{\text{m}^3 \text{eritmada}} / \frac{\text{kmol CO}_2}{\text{m}^3 \text{gazda}}$$

n<sub>e</sub>– CO<sub>2</sub> bilan MDEAning stexiometrik reaksiya koeffitsiyenti, n<sub>e</sub>= 1; ΔB<sub>r</sub>– gaz fazasidagi (CO<sub>2</sub>) ning komponenti kotsentratsiyasining o'rtacha logarifmi; D<sub>suy</sub>– suyuqlik fazasida aminning diffuziya koeffitsiyenti, m<sup>2</sup>/soat.

Qachonki nisbatlar M<sub>e</sub>/R<sub>e</sub> ≥ 3 bo'lganda, absorbsiya ikkinchi tartibli reaksiya zonasida bo'lib o'tadi, E = R.

Qachonki nisbatlar R<sub>e</sub>/M<sub>e</sub> ≥ 3 bo'lganda, absorbsiya juda tez (bir zumga yaqin) bo'lib o'tadi, E = M + 1.



## CO<sub>2</sub> va DEA ning suvli eritmasi

Berilgan tizim baza sifatida gazdan CO<sub>2</sub> ning tozalashni belgilangan ko'rsatgichga erishish uchun talab qilingan massa almashinuv yuzasini aniqlash maqsadida ko'rib chiqamiz. MDEA ni tezlatuvchi qo'shmalar bilan foydalanish variantlarida qo'shmaning birlamchi konsentratsiyasi shunday samaradorlikga erishishni ta'minlashishi kerakki, shu massa almashinuv yuzasidagi F ya'ni, baza tizimida quyidagi shartlarni bajarish kerak:

$$(\Delta G_e/F)_{DEA} = (\Delta G_e/F)_{MDEA+qo'sh}$$

bu yerda  $\Delta G_e$  – CO<sub>2</sub> ni absorbsiyalashning o'rtacha tezligi bo'lib, tenglama yordamida hisoblanadi:

$$\Delta G_e = \beta_{suy} E \Delta Y_e m_e^{-1} F \quad (4)$$

bu yerda  $\Delta Y_e$  – jarayonni harakatlantiruvchi kuchi, kmol/m<sup>3</sup>:

$$\Delta Y_e = \frac{y_{e0} - y_{e1}}{\ln\left(\frac{y_{e0}}{y_{e1}}\right)} \quad (5)$$

Indeks 0 va 1 – absorberdan (a) gazni / eritmani chiqishi, mos holda;

$$E = \beta_{suy}^{-1} (K_{DEA} C_{o'r} D_e)^{0,5} \quad (6)$$

bu yerda  $K_{DEA}$  - CO<sub>2</sub> ning DEA bilan reaksiya tezligining konstantasi, m<sup>3</sup>/kmol/soat [6]:

$$K_{DEA} = 6,609 \cdot 10^9 \exp\left(-\frac{1810,13}{T}\right)$$

$C_{o'r}$  – eritmadagi DEAning o'rtacha bog'lanmagan konsentratsiyasi (gazdagi CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>S ning mavjudligi hisobga olinadi), kmol/m<sup>3</sup>:

$$C_{o'r} = \frac{x_{c0} - x_{c1}}{\ln\left(\frac{x_{c0}}{x_{c1}}\right)} \quad (7)$$

$x_c$  - eritmadagi MDEAning bog'lanmagan konsentratsiyasi, kmol/m<sup>3</sup>, indeks c – bu amin. Massaalmashinuvning talab qilingan yuzasi CO<sub>2</sub> ning balansi tenglamasini yechish orqali topiladi:

$$FE \beta_{suy} m_B^{-1} \Delta Y_B = V_0 Y_{B0} \left(1 - \left(\frac{y_{B1}}{y_{B0}}\right) \left(\frac{1 - y_{a0} - y_{B0}}{1 - y_{B1}}\right)\right) \quad (8)$$

bu yerda V<sub>0</sub> - tozalangan gazning dastlabki hajmi, st.m<sup>3</sup>/soat; indeks a – bu H<sub>2</sub>S.

CO<sub>2</sub> va MDEA + DEA ning suvli eritmasi

MDEA - DEA - CO<sub>2</sub> larning tizimlari uchun absorbsiyani tezlashish koeffitsiyenti quyidagi formula bo'yich hisoblanadi:

$$E = \frac{1}{\beta_{suy}} [D_e (C_{MDEA} K_{MDEA} + C_{DEA} K_{DEA})]^{0,5} \quad (9)$$

bu yerda  $K_{MDEA} = 5,86 \cdot 10^6 \exp[-(3984/T)]$ , m<sup>3</sup>/kmol/s [7].

Jarayonni harakatlantiruvchi o'rtacha kuch ( $\Delta Y_e$ ) (9) tenglama bo'yicha aniqlanadi.

MDEA va DEA ning bog'lanmagan o'rtacha konsentratsiyasi (9) formula bo'yicha  $x_{c1} = x_{c0}(1 - z)$  ekanligini hisobga olib aniqlanadi, bu yerda z – kimyoviy reagentning amin bilan bog'liq darajasi.  $C_{MDEA}$  ni topish uchun  $z \approx 0,8-0,9$ .

$C_{DEA}$  ning qo'shmani tezlatuvchi o'rtacha iste'mol konsentratsiyasi CO<sub>2</sub> ni material balansi tenglamasi yordamida massaalmashinuvning ma'lum yuzasi kattaligini hisobga olib (CO<sub>2</sub> – DEA tizimlari uchun topilgan) hisoblanadi:

$$F [D_B (C_{MDEA} K_{MDEA} + C_{DEA} K_{DEA})]^{0,5} m_B^{-1} \Delta Y_B = V_0 Y_{B0} \left(1 - \left(\frac{y_{B1}}{y_{B0}}\right) \left(\frac{1 - y_{a0} - y_{B0}}{1 - y_{B1}}\right)\right) \quad (10)$$

$C_{DEA}$  ning topilgan kattaligi bo'yicha birlamchi MDEA + DEA (c<sub>0</sub>) dastlabki aralashmadagi DEAning bog'lanmagan konsentratsiyasi (8) tenglamadan topiladi.

CO<sub>2</sub> – suvli eritma MDEA + piperazin

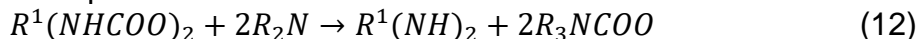
Piperazin – siklik ikkilamchi amin formulalari  $R^1(NH)_2$ ,  $R^1 = C_4H_8$ , molekulyar og'irligi - 86,13, zichligi - 1,46.



Piperazinning aktivlashtirgichi qatnashganda bir vaqtda va parallel (2.16) chi bilan CO<sub>2</sub> ning piperazin bilan oraliq birikmalarining shakllanish reaksiyasi tezda olib boriladi [10,11]:



CO<sub>2</sub> ni absorbsiyasini tezlashtirishdagi asosiy yutug'i CO<sub>2</sub> ning mos bo'lgan miqdori MDEAga oraliq birikmalari orqali uzatilishi mumkin:



Shunday qilib umumiy reaksiyaning tenglamasi qo'yidagi ko'rinishda bo'ladi



Erkin piperazinni CO<sub>2</sub> bilan juda tezkor reaksiyasi sirt yuzasida mavjud emas (CO<sub>2</sub>ni piperazin bilan 60,7°C dagi reaksiya tezligining konstantasi 79 • 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/kmol/soat ga teng [3,12]).

Bunday sharoitda CO<sub>2</sub> ni absorbsiyaning tezlashish koeffitsiyenti «MDEA - piperazin» tizimda bir zumlik reaksiyasi nisbati yaxshi mos kelishi [7,13], ya'ni E=M+1, CO<sub>2</sub>- MDEA tizimida esa E = R.

Unda CO<sub>2</sub> ning balans tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$F \left\{ \frac{1}{\beta_{suy}} [C_{MDEA} K_{MDEA} D_B]^{0,5} + \left[ \frac{C_n m_B (n_B y_B)^{-1} D_C}{D_B} + 1 \right] \right\} \beta_{suy} m_B^{-1} \Delta y_B = V_0 y_{B0} \left( 1 - \left( \frac{y_{B1}}{y_{B0}} \right) \left( \frac{1 - y_{A0} - y_{B0}}{1 - y_{B1}} \right) \right) \quad (14)$$

bu yerda indeks n – bu piperazin; C<sub>n</sub>– eritmadagi piperazinning konsentratsiyasi, kmol/m<sup>3</sup>. Shuni belgilab o'tishimiz kerakki, natijada CO<sub>2</sub> ni piperazin bilan tezkor reaksiyasi zonasi juda kam, apparatdan chiqishda C<sub>n</sub>= 0 ga teng. Bunda C<sub>n</sub> ni piperazning eritmadagi dastlabki konsentratsiyasi deb hisoblash mumkin.

Keltirilgan ushbu usul bo'yicha DEA va piperazinning MDEA eritmasiga qo'shimcha miqdorini sanoat absorberida DEAni aktivlashtirilgan MDEA eritmasini 35% massa bo'yicha almashtirishdagi holatini bajarilishi baholangan.

Absorbsiya shartlari:

- xom gazning sarfi - 200000 st. m<sup>3</sup>/soat (8320 kmol/soat);
- boshlang'ich konsentratsiyasi, % mol.: H<sub>2</sub>S - 25; CO<sub>2</sub> - 13;
- bosim - 6,4 MPa;
- absorbsiyaning o'rtacha harorati - 70°C;
- pastki zonadagi likopchalarning soni - 20, yuqorida - 10;
- DEA eritmasi sarfi 35 % massa bo'yicha - 1400 m<sup>3</sup>/soat.

Eksperimental olingan natijalarning hisobi:

- hamma variantlar uchun massaalmashinuvning solishtirma yuzasi iste'moli - 1,22 m<sup>2</sup>/kmol CO<sub>2</sub>/soat;
- absorbsiyaning o'rtacha harakatlantiruvchi kuchi - 0,02 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (ishchi sharoitda 0,0668 kmol CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>);
- suyuqlik fazasida CO<sub>2</sub>ni absorbsiyasini tezlashtirish koeffitsiyent i DEA va piperazinning tizimi uchun E ~ 12;
- MDEAning dastlabki 40% li eritmasida aktivlashtirgichning massali konsentratsiyasi : DEA - 15 %, piperazin - 5 %.

CO<sub>2</sub>ning MDEA bilan absorbsiya tezligi CO<sub>2</sub>ni fizik erish tezligi bilan limitlanadi. Eritmaga katta bo'lmagan miqdorda piperazin yoki DEA qo'shilganda jarayonning tezligini 10 martadan ortiq oshiradi. Piperazinning dastlabki konsentratsiyasining pastligi va bug'larning elastikligini yuqoriligini yo'qotilishini oshirishi va eritmadagi uning konsentratsiyasini pasaytirish ehtimoli mavjud. Bunda gazni CO<sub>2</sub> dan tozalash samaradorligini keskin yomonlashishga olib keladi.

Piperazinni vodorod sul'fid tarkibli gazlar uchun foydalanish ehtimolligini qo'shimcha tadqiqotlash talab qilinadi.



Mavjud bo'lgan qurilmalarda gazni  $H_2S$  va  $CO_2$  lardan tozalash jarayoni MDEA + DEA eritmasida sanoat sinashda aktivlashtiruvchi qo'shma sifatida olib borilgan [3,4,12,14]. Olingan natijalar taklif qilingan usulning hisobiga yaqin.

## Xulosa

Korrozion tadqiqotlarning natijalari ya'ni, PPning boshqa faollashtirilganligidan farqli ravishda faqatgina absorbentlarning absorbsiyalanish ko'rsatgichlarini oshirmasdan ularni korrozion xossalarini ham amalda kamaytirganini ko'rsatadi.

Juda ham yangi samarali absorbentlarining qo'llanilishi hech qanaqa kapital qo'yilmasiz energiya xarajatlarini amalda qisqartiradi, tovar mahsulotining sifatini yaxshilagan va atmosferaga chiqariladigan zaharli tashlanmalarni kamaytiradi.

MDEA asosidagi faollashtirilgan absorbentlarni gazni tozalashni qurilmalari tarkibidagi harakatdagi yoki yangi gazni qayta ishlash obyektlarida qo'llanilishini istiqbolligini tasavvur qilish mumkin.

## Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1.] Афанасьев А.И., Малютин С.П., Стрючков В.М. Применение МДЭА для очистки природного газа // Газовая промышленность. – 1986. – № 4. – С. 20–21.
- [2.] Yuldashev T.R., Ashirov O.N. Tabiiy gazni MDEA (metildietanolamin) + DEA kompozitsion absorbentlari bilan tozalash // Latin American Journal of Education. – 2026. – Vol. 6, № 1. – P. 144–151.
- [3.] Yuldashev T.R., Uralov S.X., Yuldashev N.T. Tabiiy gazni alkanolaminli eritmalar yordamida zaharli komponentlardan tozalash texnologiyasining samaradorligi // Innovatsion texnologiyalar. – 2025. – № 3 (59). – B. 103–110.
- [4.] Yuldashev T.R., Yuldashev N.T., Uralov S.X. Study of foaming and corrosion based on the use of compositions of amines and ethers in the purification of natural gases from acidic components // American Journal of Education and Learning. – 2025. – Vol. 3, № 5. – P. 984–992.
- [5.] Raxmanovish Y.T., Shermamatov T.S. Tabiiy gazlarni alkanolaminli eritmalarining kombinatsiyalangan absorbentlari yordamida uglerod dioksidi va oltingugurtdan tozalash darajasining bosim va haroratga bog'liqligini tadqiq qilish // Sanoatda raqamli texnologiyalar. – 2025. – Vol. 3, № 4. – B. 159–166.
- [6.] Nurmamatovich D.E., Raxmonovich Y.T., Bakishyevich D.A. Konlarda neft va gaz mahsulotlarini yig'ish, tashish va saqlashda qo'llaniladigan jihozlarni korroziyadan himoya qilish usullari // Sanoatda raqamli texnologiyalar. – 2025. – Vol. 3, № 4. – B. 152–158.
- [7.] Dustqobilov E.N., Yuldashev T.R., Djumabayev A.B. Gazlarni birlamchi va qayta ishlashga tayyorlash jarayonlarida gazli muhitdagi korroziyasining nazariy tadqiqotlari.
- [8.] Tashmurza Y., Shahboz T. Study of the temperature dependence of the degree of purification of natural gases from sour components using MEA and DEA alkanolamine solutions // Universum: технические науки. – 2025. – № 11 (140). – P. 75–81.
- [9.] Raxmanovish Y.T., Dilmurodovich E.A., Tashmurzayevich Y.N., Abdiraxmonov A.S. Tabiiy gazlarni MEA va DEA alkanolaminli eritmalar yordamida nordon komponentlardan tozalash jarayonining selektivligi // Sanoatda raqamli texnologiyalar. – 2025. – Vol. 3, № 3. – B. 136–143.
- [10.] Dustqobilov E.N., Yuldashev T.R., Boynazarov O. Tabiiy gazlarni zaharli komponentlardan tozalashda amin va efirlarning kompozitsiyalaridan foydalanish asosida quvur uzatmalardagi va issiqlik almashish jihozlaridagi korroziyalanish holatini tadqiq



qilish // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences. – 2025. – Vol. 6, № 2. – P. 78–84.

**[11.]** Raxmanovich Y.T., Dilmurodovich E.A., Alishero'g'li B.A. Tabiiy gazni aminli tozalash jarayonida ko'pik hosil bo'lish jarayonini tadqiqotlash // Sanoatda raqamli texnologiyalar. – 2025. – Vol. 3, № 2. – B. 112–118.

**[12.]** Raxmonovich Y.T. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalashning texnologik jarayonlarini modellashtirish va rejalashtirish matritsasining xususiyatlari // Sanoatda raqamli texnologiyalar. – 2024. – Vol. 2, № 1. – B. 73–84.

**[13.]** Юлдашев Т.Р. Исследование активности и селективности абсорбирующих композиций в процессе очистки газов от кислых компонентов  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$  // Universum: технические науки. – 2024. – № 4 (121). – С. 42–46.

**[14.]** Yuldashev T.R. Topical problems of amine purification of natural gases and ways of their use.

**[15.]** Rakhmanovich Y.T., Safarovich M.E., Raxmanovich Y.T., Mirzayev E.S. Technological foundations for drilling rapal deposits under difficult conditions. – 2EX022.