

METILDIETANOLAMINNING SUVLI ERITMASI BILAN NORDON GAZLARNI NOSELEKTIV ABSORBSIYASI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18754457>

Prof., t.f.d. Yuldashev T.R., [0009-0002-4978-1218]
magistr Ashirov O.N. [0009-0005-8344-0443]
Qarshi davlat texnika universiteti

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 gaz tarkibidagi nordon komponentlar hamda uglerod oksidlarini bartaraf etish jarayonlari respublikamizda bir qator yirik sanoat obyektlarida amalga oshirilmoqda. Xususan, ushbu texnologik jarayonlar “Sho’rtan neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi”, “Muborak gazni qayta ishlash zavodi” hamda “Sho’rtan gaz kimyo majmuasi” da uzluksiz olib boriladi. Qazib olinayotgan tabiiy gaz tarkibining texnologik tahlili shuni ko’rsatadiki, undagi vodorod sulfid (H_2S) miqdori o’rtacha hisobda 1,2-1,8 foizgacha bo’lgan oraliqda o’zgaradi.

Sho’rtan konidan olinadigan gazning qayta ishlash zanjiri o’ziga xos xususiyatga ega bo’lib, ushbu gaz dastlab birlamchi tozalash bosqichidan o’tkaziladi va bevosita “Sho’rtan gaz kimyo majmuasi” ga uzatiladi. Keyingi bosqichda esa gaz chuqur qayta ishlash hamda yuqori qo’shimcha qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarish maqsadida “O’zbekiston GTL” korxonasi ga yetkazib beriladi. Mazkur texnologik uzviylik tabiiy gaz tarkibidagi nordon komponentlarni belgilangan me’yoriy talablarga muvofiq holda samarali tozalashni muhim shart sifatida belgilaydi. Agar nordon gaz komponentlari zarur darajada yo’qotilmasa, bu holat ishlab chiqarish zanjirida ishtirok etuvchi texnologik jihozlarning intensiv korroziyaga uchrashiga, agregatlar ishonchliligining pasayishiga hamda atrof-muhit holatining keskin yomonlashuviga olib kelishi mumkin. Shu bois, gazni tozalash jarayonlari nafaqat texnologik, balki ekologik va iqtisodiy jihatdan ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Xalqaro amaliyotda, xususan Rossiya Federatsiyasidagi “Gazprom” tizimiga qarashli gazni qayta ishlash zavodlarida tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalashda aminli absorbsiya texnologiyalari keng qo’llanilmoqda. Jumladan, “Astraxan gazni qayta ishlash zavodi” da dietanolamin eritmasi asosida ishlovchi qurilmalar joriy etilgan bo’lsa, Orenburg gazni qayta ishlash zavodida dietanolamin va metildietanolamin aralashmasidan tashkil topgan, taxminan teng (50/50 % bo’lgan) og’irlik nisbatiga ega absorbentlardan foydalaniladi. Ushbu texnologik yondashuvlar tabiiy gazni chuqur tozalash samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Natijalar va muhokama.

Tadqiqotning muhokamasi

Olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, aminli absorbentlar tarkibida MDEA ulushining oshirilishi yoki uning o'rniga DEA ning faol amin sifatida turli modifikatsiyalangan qo'shimchalar bilan qo'llanilishi regeneratsiya jarayonida sarflanadigan issiqlik energiyasini sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi. Amaliy hisob-kitoblarga ko'ra, ushbu yondashuv umumiy energiya sarfini o'rtacha o'n foizdan o'n besh foizgacha qisqartirishga xizmat qiladi. MDEA ning aralashmadagi konsentratsiyasi ortishi bilan energiya samaradorligi mos ravishda oshib borishi kuzatiladi.

MDEA asosidagi absorbentlardan foydalanish nafaqat energiya tejamkorligini ta'minlaydi, balki gazni tozalash jarayonida sodir bo'ladigan nojo'ya kimyoviy reaksiyalar intensivligini pasaytiradi. Natijada korroziy faol oraliq mahsulotlarning hosil bo'lish tezligi kamayadi hamda absorbent eritmaning reologik xossalari yaxshilanadi. Xususan, eritmaning qovushqoqligi pasayishi yuqori konsentratsiyalangan absorbentlar bilan barqaror ishlash imkonini yaratadi, bu esa texnologik jarayonning boshqariluvchanligini oshiradi.

Bundan tashqari, MDEA qo'llanilganda eritmaning nordon gazlar bilan to'yinishi darajasi ortadi va qurilmaning umumiy tozalash samaradorligi yaxshilanadi. Ushbu omillar mavjud gazni tozalash qurilmalarini rekonstruksiya qilish yoki modernizatsiya qilish jarayonlarida ayniqsa muhim ahamiyat kasb etadi, chunki ular kapital xarajatlarni oshirmagan holda texnologik ko'rsatkichlarni sezilarli darajada yaxshilash imkonini beradi.

Shuningdek bir vaqtda MDEA eritmalari qator kamchiliklar bilan ham tavsiflanadi:

- CO₂ ni absorbsiyalash tezligining pastligi;
- ko'piklanishga yuqori moyilligi;
- bug'larning elastikligining yuqoriligi.

CO₂ ni absorbsiyalash tezligining pastligi gazdan vodorod sul'fidni H₂S selektiv olib chiqish imkoniyatini beradi, ko'p holatlarda kamchilik hisoblanadi.

CO₂ 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 eritmalari bilan sanoat absorberlariga MDEAga o'tishda tozalangan gazda CO₂ ning sakrashi 10-15% ni tashkil qiladi [1, 2, 3, 4]. CO₂ ning sakrashini istisno qilish uchun MDEA eritmasiga qator yuqori reaktiv qo'shmalar tavsiya qilinadi - piperazin, etilendiamin, morfolin, monoetanolamin (MEA), DEA va b.lar. So'nggi vaqtda tozalash tizimlarida CO₂ dan gazni-sintez qilishda

MDEAning piperazin qo'shmali eritmalarini aktivlashtiruvchilardan keng foydalanilmoqda.

Tabiiy gazlarda CO₂ bir vaqtda ko'pincha H₂S, COS va merkaptanlar bilan birgalikda mavjud bo'ladi. H₂S 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.

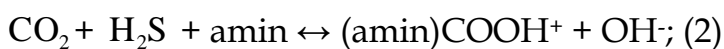
MDEA eritmasiga aktivlashtiruvchi qo'shmaning zaruriy hisobi va tanlash uslubi haqidagi sanoat absorbsiyasi jarayonining sharoitlariga bog'liq bo'lgan ma'lumotlar adabiyotlarda keltirilmagan. Muhandislik usullari asosida MDEA - piperazin va DEA eritmalariga qo'shiladigan ikkita qo'shmani samaradorligini taqqoslash bo'yicha - H₂S tabiiy gazning tarkibida mavjud bo'lganda gazni CO₂ dan berilgan ko'rsatgichda tozalashni ta'minlash jarayoni meyorlar bo'yicha tahlil olib borilgan.

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

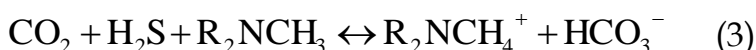
- amalda vodorod sul'fid aminlar bilan protonli ko'chish reaksiyasida bir zumda reaksiyalanadi:



- CO₂ birlamchi va ikkilamchi aminlar bilan karbamatni shakllantirish bo'yicha reaksiyasi quyida keltirilgan:



-uchlamchi amin MDEA ning CO₂ bilan o'zaro reaksiyalanishi CO₂ 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 C₄H₈(NH)₂ 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;

-H₂S 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 H₂S bilan bog'liqligi xemosorbentning qismi hisoblanadi (MDEA yoki DEA);

-bir xil gidrodinamik holatda absorberda H₂S ning absorbsiya tezligi, CO₂ 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 CO₂ ning DEA va MDEA lar bilan ikkinchi tartibli reaksiya zonasida kimyoviy reaksiyasining tezligi bilan limitlanadi;

- CO₂ning 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 CO₂ ning qoldiq konsentratsiyasi - 0,02 % mol.;

- CO₂ ning xemosorbtsiya jarayoni uchun massaalmashinuv yuzasi hamma variantlar uchun bir xil qabul qilinadi va xuddi shunday CO₂ - DEA tizimlari uchun ham.

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

Bu omillar CO₂- MDEA tizimlar uchun quyidagi ko'rinishga ega:

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

bu yerda, indeks B - CO₂; β_{suy} - CO₂ning absorbsiyasida (ishchi sharoitda) suyuqlik fazasida fizik massaalmashinuv koefitsiyenti, m/soat, C_{am} - eritmada MDEAning bog'lanmagan konsentratsiyasi, kmol/m³; K_{MDEA} - CO₂ ni MDEA bilan reaksiya tezligining konstantasi, kmol/m³; D_b - suyuqlik fazasidagi CO₂ ning diffuziya koefitsiyenti, m²/soat;

$$M_B = C_{am} m_B, (n_B, \Delta B_{gaz})^{-1} D_{suy} / D_B$$

bu yerda m_B - tizimda CO_2 ning eruvchanlik koeffitsiyenti (Genri doimiyliги konstantasi)

$$\text{«gaz - ionlashtirilgan eritma»} - \frac{\text{kmol } CO_2}{\text{m}^3 \text{ eritmda}} / \frac{\text{kmol } CO_2}{\text{m}^3 \text{ gazda}}$$

n_B - CO_2 bilan MDEAning stexiometrik reaksiya koeffitsiyenti, $n_B = 1$; ΔB_r - gaz fazasidagi (CO_2) ning komponenti kotsentratsiyasining o'rtacha logarifmi; D_{suy} - suyuqlik fazasida aminning diffuziya koeffitsiyenti, m^2/soat .

Qachonki nisbatlar $M_B / R_B \geq 3$ bo'lganda, absorbsiya ikkinchi tartibli reaksiya zonasida bo'lib o'tadi, $E = R$.

Qachonki nisbatlar $R_B / M_B \geq 3$ bo'lganda, absorbsiya juda tez (bir zumga yaqin) bo'lib o'tadi, $E = M + 1$.

CO_2 va DEA ning suvli eritmasi

Berilgan tizim baza sifatida gazdan CO_2 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:

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

bu yerda ΔG_B - CO_2 ni absorbsiyalashning o'rtacha tezligi bo'lib, tenglama yordamida hisoblanadi:

$$\Delta G_B = \beta_{suy} E \Delta V_g m_g^{-1} F \quad (4)$$

bu yerda ΔV_g - jarayonni harakatlantiruvchi kuchi, $kmol/m^3$:

$$\Delta V_g = \frac{Y_{g0} - Y_{g1}}{\ln\left(\frac{Y_{g0}}{Y_{g1}}\right)} \quad (5)$$

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

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

bu yerda K_{DEA} - CO_2 ning DEA bilan reaksiya tezligining konstantasi, $m^3/kmol/\text{soat}$ [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_2 va H_2S ning mavjudligi hisobga olinadi), $kmol/m^3$:

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

X_c - eritmadagi MDEANing bog'lanmagan konsentratsiyasi, $kmol/m^3$, indeks c - bu amin.

Massaalmashinuvning talab qilingan yuzasi CO_2 ning balansi tenglamasini yechish orqali topiladi:

$$FE\beta_{suy} m_e^{-1} \Delta Y_e = V_0 Y_{e0} \left(1 - \left(\frac{Y_{e1}}{Y_{e0}} \right) \left(\frac{1 - Y_{a0} - Y_{e0}}{1 - Y_{e1}} \right) \right) \quad (8)$$

bu yerda V_0 - tozalangan gazning dastlabki hajmi, $st.m^3/soat$; indeks a - bu H_2S .

CO_2 va MDEA + DEA ning suvli eritmasi

MDEA - DEA - CO_2 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 $K_{MDEA} = 5,86 \cdot 10^6 \exp [-(3984/T)]$, $m^3/kmol/s$ [7].

Jarayonni harakatlantiruvchi o'rtacha kuch (ΔY_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_2 ni material balansi tenglamasi yordamida massaalmashinuvning ma'lum yuzasi kattaligini hisobga olib (CO_2 - DEA tizimlari uchun topilgan) hisoblanadi:

$$F [D_e (C_{MDEA} K_{MDEA} + C_{DEA} K_{DEA})]^{0,5} m_e^{-1} \Delta Y_e = V_0 Y_{e0} \left(1 - \left(\frac{Y_{e1}}{Y_{e0}} \right) \left(\frac{1 - Y_{a0} - Y_{e0}}{1 - Y_{e1}} \right) \right) \quad (10)$$

C_{DEA} ning topilgan kattaliklari bo'yicha birlamchi MDEA + DEA (c0) dastlabki aralashmadagi DEAning bog'lanmagan konsentratsiyasi (8) tenglamadan topiladi.

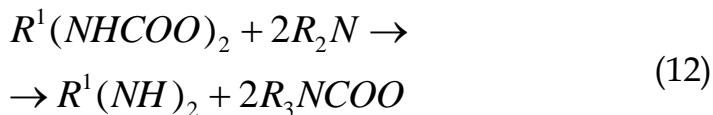
CO₂ - suvli eritma MDEA + piperazin

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 CO₂ ning piperazin bilan oraliq birikmalarining shakllanish reaksiyasi tezda olib boriladi [10, 11]:



CO₂ ni absorbsiyasini tezlashtirishdagi asosiy yutug'i CO₂ ning mos bo'lgan miqdori MDEAga oraliq birikmalari orqali uzatilishi mumkin:



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



Erkin piperazinni CO₂ bilan juda tezkor reaksiyasi sirt yuzasida mavjud emas (CO₂ni piperazin bilan 60,7°C dagi reaksiya tezligining konstantasi $79 \cdot 10^8$ m³/kmol/soat ga teng [3, 12]).

Bunday sharoitda CO₂ ni absorbsiyaning tezlashish koeffitsiyenti «MDEA - piperazin» tizimda bir zumlik reaksiyasi nisbati yaxshi mos kelishi [7, 13], ya'ni $E = M + 1$, CO₂ - MDEA tizimida esa $E = R$.

Unda CO₂ ning balans tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$F \left\{ \frac{1}{\beta_{suy}} [C_{MDEA} K_{MDEA} D_6]^{0,5} + \left[\frac{C_n m_6 (n_6 Y_6)^{-1} D_c}{D_6} + 1 \right] \right\} \beta_{suy} m_6^{-1} \Delta Y_6 = V_0 Y_{60} \left(1 - \left(\frac{Y_{61}}{Y_{60}} \right) \left(\frac{1 - Y_{a0} - Y_{60}}{1 - Y_{61}} \right) \right) \quad (14)$$

bu yerda indeks π - bu piperazin; C_n - eritmadagi piperazinning konsentratsiyasi, kmol/m³.

Shuni belgilab o'tishimiz kerakki, natijada CO₂ ni piperazin bilan tezkor reaksiyasi zonasi juda kam, apparatdan chiqishda $C_n = 0$ ga teng. Bunda C_n 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^3 /soat (8320 kmol/soat);
- boshlang'ich konsentratsiyasi, % mol.: H_2S - 25; CO_2 - 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^3 /soat.

Eksperimental olingan natijalarning hisobi:

-hamma variantlar uchun massaalmashinuvning solishtirma yuzasi iste'moli - 1,22 m^2 /kmol CO_2 /soat;

- absorbsiyaning o'rtacha harakatlantiruvchi kuchi - 0,02 m^3/m^3 (ishchi sharoitda 0,0668 kmol CO_2/m^3);

-suyuqlik fazasida CO_2 ni absorbsiyasini tezlashtirish ko'effitsiyent i DEA va piperazinning tizimi uchun $E \sim 12$;

-MDEAning dastlabki 40% li eritmasida aktivlashtirgichning massali konsentratsiyasi : DEA - 15 %, piperazin - 5 %.

MDEA asosidagi absorbentlarda karbonat angidridning yutilish kinetikasi, asosan, CO_2 ning suyuqlik fazasida fizik erish tezligi bilan cheklanadi. Shu sababli sof MDEA eritmalarida absorbsiya jarayoni nisbatan past tezlikda kechadi. Eritma tarkibiga piperazin yoki dietanolaminning kichik miqdorda qo'shilishi esa jarayon kinetikasini keskin jadallashtirib, CO_2 ning yutilish tezligini o'n martadan ortiq oshirishi kuzatiladi.

Biroq piperazinning dastlabki konsentratsiyasining pastligi hamda uning yuqori uchuvchanlik xususiyatlari absorbent eritmadan bug'lanish orqali yo'qotilish ehtimolini kuchaytiradi. Natijada eritmadagi faol komponent miqdori kamayib boradi, bu esa gazni karbonat angidrididan tozalash samaradorligining sezilarli darajada pasayishiga olib kelishi mumkin. Ushbu holat, ayniqsa, uzoq muddatli sanoat ekspluatatsiyasi sharoitida jarayon barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Shu munosabat bilan, piperazinni vodorod sulfid saqlovchi gazlarni tozalash jarayonlarida qo'llash imkoniyatlari va cheklovlarini aniqlash maqsadida qo'shimcha eksperimental va kinetik tadqiqotlar o'tkazish zarur hisoblanadi.

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.

O'tkazilgan korroziyaviy tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, piperazin bilan faollashtirilgan absorbentlar boshqa faollashtirish usullaridan farqli ravishda nafaqat gazni yutish samaradorligini oshiradi, balki absorbent eritmalarning korroziyaga moyilligini amaliy jihatdan sezilarli darajada kamaytiradi. Bu holat texnologik jihozlarning ekspluatatsiya ishonchligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Yuqori samaradorlikka ega yangi avlod absorbentlaridan foydalanish qo'shimcha kapital qo'yilmalarni talab etmagan holda regeneratsiya jarayonidagi energiya sarfini qisqartirish, tayyor mahsulot sifatini yaxshilash hamda atmosferaga chiqariladigan zararli tashlanmalar hajmini kamaytirish imkonini beradi. Mazkur afzalliklar ushbu texnologiyalarning iqtisodiy va ekologik samaradorligini tasdiqlaydi.

Olingan natijalar MDEA asosida faollashtirilgan absorbentlarni amaldagi gazni tozalash qurilmalarida modernizatsiya vositasi sifatida, shuningdek, yangi gazni qayta ishlash obyektlarini loyihalash jarayonida istiqbolli texnologik yechim sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1]. Афанасьев А.И. Применение МДЭА для очистки природного газа / А.И. Афанасьев, С.П. Малютин, В.М. Стрючков // Газовая промышленность. - 1986. - № 4. - С. 20-21.

[2]. Yuldashev, T. R., & Ashirov, O. N. (2026). TABIIY GAZNI MDEA (METALDIETANOLAMIN)+ DEA KOMPOZITTSION ABSORBENTLARI BILAN TOZALASH. *Latin American journal of education*, 6(1), 144-151.

[3]. Yuldashev, T. R., Uralov, S. X., & Yuldashev, N. T. (2025). UO 'K 665 62 075: TABIIY GAZNI ALKANOLAMINLI ERITMALAR YORDAMIDA ZAXARLI KOMPONENTLARDAN TOZALASH TEXNOLOGIYASINING SAMARADORLIGI. *INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR*, 59(3), 103-110.

[4]. Yuldashev, T. R., Yuldashev, N. T., & Uralov, S. X. (2025). 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*, 3(5), 984-992.

[5]. Raxmanovish, Y. T., & Shermamoto'G'Li, T. S. (2025). TABIIY GAZLARNI ALKANOLAMINLI ERITMALARNING KOMBINASIYALANGAN ABSORBENTLARI YORDAMIDA UGLEROD DIOKSIDI VA OLTINGUGURTDAN TOZALASH DARAJASINING BOSIM VA HARORATGA BOG 'LIQLIGINI TADQIQ QILISH. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 3(4), 159-166.

[6]. 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.

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

[8]. Tashmurza, Y., & Shahboz, T. (2025). STUDY OF THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE DEGREE OF PURIFICATION OF NATURAL GASES FROM SOUR COMPONENTS USING COMBINATIONS OF MEA AND DEA ALKANOLAMINE SOLUTIONS. *Universum: технические науки*, 11(11 (140)), 75-81.

[9]. Raxmanovish, Y. T., Dilmurodovich, E. A., Tashmurzayevich, Y. N., & Abdiraxmono'G'Li, A. S. (2025). TABIIY GAZLARNI MEA VA DEA ALKANOLAMINLI ERITMALAR YORDAMIDA NORDON KOMPONENTLARDAN TOZALASH JARAYONINING SELEKTIVLIGI. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 3(3), 136-143.

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

[11]. Raxmanovich, Y. T., Dilmurodovich, E. A., & Alishero'G'Li, B. A. (2025). TABIIY GAZNI AMINLI TOZALASH JARAYONIDA KO 'PIK HOSIL BO 'LISH JARAYONINI TADQIQOTLASH. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 3(2), 112-118.

[12]. Raxmonovich, Y. T. (2024). TABIIY GAZLARNI NORDON KOMPONENTLARDAN TOZALASHNING TEXNOLOGIK JARAYONLARINI

MODELLASHTIRISH VA REJALASHTIRISH MATRITSASINING XUSUSIYATLARI. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 2(1), 73-84.

[13]. Юлдашев, Т. Р. (2024). ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ И СЕЛЕКТИВНОСТИ АБСОРБИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ КИСЛЫХ КОМПОНЕНТОВ CO₂ И H₂S. *Universum: технические науки*, 8(4 (121)), 42-46.

[14]. Yuldashev, T. (2023). TOPICAL PROBLEMS OF AMINE PURIFICATION OF NATURAL GASES AND WAYS OF THEIR USE.

Rakhmanovich, Y. T., Safarovich, M. E., Raxmanovich, Y. T., & Mirzayev, E. S. (2022). Technological Foundations for Drilling Rapal Deposits under Difficult Conditions.

[15]. Nurmamatovich, D. E. (2025). LNG PRODUCTION TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION POSSIBILITIES. *FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities.*, 13(6), 25-30.

[16]. Nurmamatovich, 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.

[17]. Dustqobilov, E. N., & Jamshidov, D. B. (2024). NEFTNI YIG 'ISH, TASHISH VA TAYYORLASH TIZIMI JARAYONINI TADQIQ ETISH. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 2(02).

Nurmamatovich, D. E., & Salimovo'G'Li, R. K. (2024). NEFTNI QAYTA ISHLASHDA GIDROGENIZATSION JARAYONLAR. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 2(2), 90-96.

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

[19]. Dustqobilov, E. N. (2025). PAST HARORATLI AJRATISH USULI YORDAMIDA OG 'IR UGLEVODORODLARNI AJRATIB Olish TECHNOLOGIYASI. МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ.