

УО‘К: 662.6:665.1:(66.095)

 10.70769/3030-3214.SRT.3.4.2025.16

**TABIY GAZLARNI ALKANOLAMINLI ERITMALARNING
KOMBINASIYALANGAN ABSORBENTLARI YORDAMIDA UGLEROD
DIOKSIDI VA OLTINGUGURTDAN TOZALASH DARAJASINING BOSIM VA
HARORATGA BOG‘LIQLIGINI TADQIQ QILISH**



Yuldashev Tashmurza Raxmanovich

Professor, t.f.d., Qarshi davlat texnika universiteti,
Qarshi, O‘zbekiston

E-mail: tashmurzayuldashev1959@gmail.com



Turdiyev Shahboz Shermamat o‘g‘li

Dotsent, t.f.d., Qarshi davlat texnika universiteti,
Qarshi, O‘zbekiston

E-mail:

shahboz_01011991@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4116-9799

Annotatsiya. Tabiiy gazning nordon komponentlardanning birikmalaridan selektiv tozalashda optimal absorbentning yoki ularning kombinatsiyalangan absorbentlarini turini tanlash ketma-ketliklari va mezonlarini hamda absorbtsiyali tozalash texnologiyasidagi muammolari ko‘rib chiqilgan. Bugungi kunda neft va gaz xomashyosini sanoatda qayta ishlashga tayyorlashda alkanolaminli tozalashning har xil usullari mono- va dietanol eritmalaridan foydalanib vodorod sulfid, uglerod dioksidlari merkaptanlarni yutuvchi sifatida qo‘llashdagi muammolar va ularning yechimlari bo‘yicha masalalar o‘rganilgan. Ilmiy maqolada kolonna turidagi absorberdan foydalanish bo‘yicha alkanolaminlarning tarkibi ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Aminli eritmalar, nordon komponent, alkanolamin, monoetanolamin, dietanolamin, ingibitor, elektrodializ, polietanolglifikol, absorbent.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ
ГАЗОВ ОТ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА И СЕРЫ КОМБИНИРОВАННЫМИ
АБСОРБЕНТАМИ АЛКАНОЛАМИНОВЫХ РАСТВОРОВ ОТ ДАВЛЕНИЯ
И ТЕМПЕРАТУРЫ**

Юлдашев Таимурза Раҳманович
Профессор, д.т.н., Каршинский государственный
технический университет, Карши, Узбекистан

Турдиев Шахбоз Шермамат угли
Доцент, д.т.н., Каршинский государственный технический
университет, Карши, Узбекистан

Аннотация. Рассмотрены последовательность и критерии выбора оптимального абсорбента или их комбинированных абсорбентов для селективной очистки природного газа от кислых компонентов, а также вопросы технологии абсорбционной очистки. В настоящее время изучаются различные методы очистки алканоламинов при подготовке нефтегазового сырья к промышленной переработке, изучаются проблемы использования сероводорода, диоксида углерода, меркаптанов в качестве абсорбентов с использованием растворов моно- и диэтанола и вопросы их решения. В научной статье рассмотрен состав алканоламинов для использования в абсорбере колонного типа.

Ключевые слова: Растворы аминов, кислотный компонент, алканоламин,monoэтаноламин, диэтаноламин, ингибитор, электродиализ, полиэтиленгликоль, абсорбент.

STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE DEGREE OF PURIFICATION OF NATURAL GASES FROM CARBON DIOXIDE AND SULFUR BY COMBINED ABSORBENTS OF ALKANOLAMINE SOLUTIONS ON PRESSURE AND TEMPERATURE

Yuldashev Tashmurza Rakhmanovich

Professor, Doctor of Technical Sciences, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Turdiev Shahboz Shermamat ugli

Docent, Doctor of Technical Sciences, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. The sequence and criteria for selecting the optimal absorbent or their combined absorbents for selective purification of natural gas from acidic components are considered, as well as the problems of absorption purification technology. Today, various methods of alkanolamine purification in the preparation of oil and gas raw materials for industrial processing are studied, problems in the use of hydrogen sulfide, carbon dioxide, mercaptans as absorbents using mono- and diethanol solutions, and issues of their solutions are studied. The scientific article deals with the composition of alkanolamines for the use of a column-type absorber.

Keywords: Amine solutions, acid component, alkanolamine, monoethanolamine, diethanolamine, inhibitor, electrodialysis, polyethanolglycol, absorbent.

Kirish. Aminli eritmalar yordamida tabiiy gazlarni nordon birikmalardan tozalash jarayonini va optimal variantdagi eritmani tayyorlash texnologiyasi ishlab chiqilgan. Hisoblar aminli eritmani, monoetanolamin (MEA) va dietanolamin (DEA)ni optimal fraksion tarkibini aniqlash maqsadida ularga efirlar qo'shish asosida yangi kombinatsiyalangan absorbentlar olingan va tadqiqot yo'li asosida tajriba ishlari olib borilgan. MEA va DEA larning har xil nisbatlari qo'llanildi qaysiki, bunda tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalash bo'yicha ilmiy natijalar olingan [1,2,3,4].

Adabiyot tahlil va metodlar. Tabiiy gazni nordon komponentlarning zaxarli gazlaridan tozalashda optimal absorbentni yoki kombinatsiyalangan absorbentlarning turini tanlash shartlari va mezonlarini hamda olish texnologiyalarining tahlili ko'rib chiqilgan. Dunyoda neft va gaz xom ashvosini sanoatda qayta ishlashga birlamchi tayyorlashda alkanolaminli tozalashning har xil usullari mono-dietanol, treetanolaminli, metaldietanolaminli eritmalaridan foydalanib vodorod sulfid, uglerod dioksidlari merkaptanlarni va oltingugurtning birikmalarini yutuvchi sifatida qo'llashdagi muammolar ko'rib chiqilgan.

Kimyoiy reagentlarni va zaxarli komponentlarni samarali tozalashda yutuvchi eritmaning ko'pikanishining oldini olish va absorberning konstruktik xususiyatlarining ta'siri ko'rib chiqilganligi belgilangan. Ishda kolonna turidagi absorberdan foydalanish tavsiya qilinadi. Tabiiy gazning tarkibidagi kislotali gazlarni va issiqlikga chidamli bo'lgan tuzlarni aminli tozalashning samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillari va texnik-iqtisodiy maqsadga muvofiqliligi muhokama qilingan [1,2,3,4,5,6,7].

Tabiiy gazlar uglevodorodlar bilan bir qatorda nordon gazlar, uglerod dioksidi (SO_2), vodorod sulfid (H_2S), merkaptanlar (RSH) va boshqalarining tarkibidan iborat bo'ladi, aniq sharoitlarda neft va gaz mahsulotlarini tashish va ulardan foydalanish jarayonini murakkablashtiradi. Birlamchi qayta ishlashda, tashishda va foydalanishda mumkin bo'lgan murakkabliklarni oldini olishda tabiiy gazdagagi zaxarli komponentlarning tarkibi bo'yicha o'matilgan meyoriy ko'rsatgichlarga erishishga yo'naltirilgan zaruriy chora tadbirlarning rejsasi oldindan ishlab chiqiladi. Shularni hisobga olgan holda gazlarni tozalash jarayonlarining texnologiyalari va absorbentlarning oralig'idagi asosiy mezonlarni tanlashda "keraksiz" komponentlarni belgilangan holda chuqur tozalshga erishish

mumkinligi va ulardan kerakli mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun ko‘rib chiqiladi [6,7,8].

Ishlab qayta ishlab chiqarishning kimyoviy sanoatida ko‘p sondagi usullar va texnologiyalar qo‘llaniladi qaysiki, ular tozalash vositalari (yutgichlar), nordon komponentlarni tozalash ko‘rsatgichlari va qayta ishlanadigan xom ashyni hajmlari bo‘yicha bir-biridan farq qiladi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi yuqoridagi muammolarni ilmiy asosda aminli eritmalarini kompozitsion absorbentlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish va olingan ushbu kompozitsion absorbentlar yordamida tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalash bo‘yicha tadqiqotlar olib borish metodikasi ishlab chiqilgan.

Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalshdagi muammolarni yechish uchun tadqiqotda adabiyotlar sharhi bo‘yicha statistik ma’lumotlarga, nazariy va amaliy tadqiqotlarning natijalardan samarali foydalanildi.

MGQIZ ning qurilmasida gazlarni tozalashni regeneratsiyasi jarayonida aminli absorbentni qo‘llanilish sifatida dietanolaminni kamchiliklar bilan tavsiflanganligi ya’ni, korroziya faolligining yuqori darjasи, ertgichlar sarfining yuqoriligi, nisbatan ertgichlarning ko‘p yo‘qotilishi, uning regeneratsiya jarayoniga energiya sarflarining yuqoriligi va DEAning xossalari bilan bog‘liqligi kabi kamchiliklar uchragan. Tadqiqotning asosiy maqsadi aminli tozalash usullaridan foydalanib gazni nordon komponentlardan tozalash jarayoni hisoblanadi hamda uning ekspluatatsiya qilish jarayonidagi muammolarni yomonlashtirishga olib keluvchi samaradorligiga ta’sir qiluvchi omillarni tezroq yechish masalalarini talab qilinadi [8,9].

H_2S va CO_2 larning aminlar bilan o‘zaro ta’siri aminlarning turiga bog‘liq holda sodir bo‘ladi. Azot atomida o‘rindoshning mavjudligi aminning reaksiyalanish qobiliyatiga bog‘liq [2, 7, 8, 9].

MEA va DEA bilan taqqoslanishi bo‘yicha vodorod sulfidni olib chiqish munosabatda ko‘proq selektiv ya’ni, odatda absorbsiyalangan uglerod dioksidining miqdori bilan tavsiflanadi.

H_2S va CO_2 larni aminlar bilan reaksiyalanish tezligidagi farqlari ya’ni, H_2S ni aminlar bilan yutilishida massa uzatish qarshiligi gaz fazasida to‘plangan, CO_2 ni yutilishida esa - suyuqlikda yutilishga olib keladi. MEAning H_2S (bir zumdagи

reaksiyasi) va CO_2 (sekin reaksiyasi) reaksiya tezliklaridagi farq ikkilamchi aminlarga nisbatan juda tez boradi. Vodorod sulfid bilan tez reaksiyaning va CO_2 bilan sekin reaksiyasi samarasи aralashmadan vodorod sulfidning CO_2 dietanolaminom (DEA) bilan olib chiqishni selektivligida foydalaniladi. Bunda absorber shunday o‘lcham-larga ega bo‘lishi kerakki, unda gazni kontaktagi uchrashuv vaqtini, hamma vodorod sulfidning amalda yutilishi uchun yetarlicha bo‘lishi, uglerod dioksidini amaliy miqdorda olib chiqish uchun yetarli bo‘lmasligini ta’minlashi kerak. Vodorod sulfid bo‘yicha jarayonning selektivligi gaz-suyuqlik kontakt vaqtini kamayishi bilan oshadi [9,11,12,13].

MEAning DEAg a nisbatan afzallikkari quydagilardan iborat:

- DEA bilan taqqoslash bo‘yicha yuqori termik barqarorlik va eritmaning kichik korroziya faolligi;

- H_2S va CO_2 reaksiya issiqligining kichikligi ya’ni, absorbentning regeneratsiyasiga issiqlikning miqdorini kamaytirishning imkoniyati;

- karbon kislotalari va korroziya ingibitorlari bilan reaksiyasida regeneratsiyadanmaydigan aminlarni shakllantirmaydi, shunday qilib, aminni yo‘qotilishi sodir bo‘lmaydi, issiqlik almashgichning ichki yuzalarida qattiq cho‘kindilar shakllanmaydi;

- to‘yingan bug‘larning bosimini pastligi tufayli uchuvchanlik evaziga aminning yo‘qotilishi kamayadi;

- MEA va DEAning kerakli sarflari MDEA ga nisbatan biroz yuqoridir.

Jarayonning parametrlarini va massa almashinuv qurilmalarini absorbsiya jarayoniga yutgichlarning aralashish ta’sirining tahlili. MDEA vodorod sulfidga nisbatan katta yutilish faolligiga ega. MDEAning CO_2 bilan sekin reaksiya tezligi amaliy ko‘rsatgichgacha bartaraf qilingan bo‘lishi, bir yoki ikki kimyoviy faol birlamchi yoki ikkilamchi aminlarni qo‘sib aminlarni suvda aralashmasini shakllantirish mumkin.

Bundan tashqari MDEAni CO_2 bilan sekin reaksiya tezligi absorberdagи parametrlar, konstruksiyalar, likopchalarning turi (nasadkalar) bilan egallanishi mumkin ya’ni, bunda uni suyuqlik tarkibida bo‘lib turishning (kontakt) mos bo‘lgan vaqtin ta’milanadi. CO_2 ning asosiy miqdorini yo‘qotish uchun MDEAdan samarali foydalanish

uchun uni suyuqlik fazasida bo‘lish vaqt SO₂ ning reaksiyasini bo‘lib o‘tishi uchun yetarlicha ko‘p vaqtga ega bo‘lishi zarur. Pastroq bosimlarda juda ham reaktiv amin qo‘shilganda eritmani CO₂ ni olib chiqish qobiliyatini kuchaytiradi.

Shunday qilib, MDEA qo‘llaniladigan sohada tovar gaziga qo‘yilgan talablar bajarilmasligi, aminning aralashmasidan foydalanish qurilmaning ishini yaxshilashi mumkin.

Aminli tozalashning texnologik jarayonining ketma-ketligi. Absorbsiya jarayoni kolonna turidagi apparatda olib boriladi ya’ni, absorberda 1-rasm.

Kimyoviy ta’sir qilish reaksiyasi suyuqlik fazasida absorberning nasadkasi (likopchaning) kontakt yuzalarida bo‘lib o‘tadi ya’ni, bunda uzlusiz qarshi oqimda xomashyo oqimlarining kontaktida: tabiiy gazning - pastdan yuqoriga va aminli eritmaning - yuqoridan pastga oqimida.

Fazalarning kontaktlashish jarayonida H₂S va CO₂ larning suyuq yutuvchilari bilan kimyoviy birikmalarni shakllantirib xemosorbsiyasi amalga oshiriladi.

Aminli eritmalarini nordon komponentlar bilan to‘yinishi aminni - desorberda bug‘lantirish kolonnasida regeneratsiyalanadi u yerda, kimyoviy reaksiyani amingacha va gazlarni esa issiqliknini yutilishida (endotermik reaksiyasi) parchalanishi sodir bo‘ladi. Desorbsiya jarayoni bosimni pasayishi va haroratning oshishi hisobiga bo‘lib o‘tadi. Barqaror ishlar rejimini ta’minalash maqsadida tizimga qarshi ko‘piklanuvchi kiritiladi.

Moddalarning ifloslanishini yo‘qotish uchun regeneratsiyalanadigan aminli eritmaning filtrlanish qismi faollashtirilgan ko‘mir orqali o‘tkaziladi.

Gazni aminli eritmalar bilan oltingugurtdan tozalash qurilmasi ishining ishonchliligi quyidagi sharoitlarda pasayadi:

- aminlarning destruksiyasini qo‘srimcha reaksiyalar va termik parchalanish hisobiga;
- jihozlarni va mahsulotuzatmalarini korroziysi;
- smolanishi;
- gazni tozalash (quritish) tizimida ko‘piklanish;
- quvurlarni va jihozlarni yuzasida qattiq aralashmalarning cho‘kishi.

Tizimda ko‘piklanishni jadallashuvining mavjudligi absorbentning yo‘qotilishi va tovar gazning sifatini yomonlashishga olib keladi. Ko‘pik

shakllanishning tashqi belgilari kolonnada bosimni keskin tushishini oshishi hisoblanadi.

Korroziya tezligi juda ko‘p o‘zgaruvchan kattaliklarga bog‘liq. Qo‘llaniladigan aminlarni korroziya faolligi quyidagi tartibda pasaytiriladi: MEA, DEA, MDEA [13].

Korroziya tezligiga nordon gazdag CO₂ va H₂S larning nisbiy miqdorlari ham ta’sir ko‘rsatadi. Nordon gazdag CO₂ uglerod gazi H₂S ga nisbatan korrozion hisoblanadi. Bunday holatda nordon gazdag CO₂ va H₂S larning konsentratsiyasi mutloq aniqlovchi parametr hisoblanmaydi, ularning konsentratsiya nisbatlari qaynoq aminli eritmaning tarkibini aniqlaydi. Bundan tashqari korroziyaga xuddi fizik va kimyoviy parametrlar ham ta’sir qiladi hamda korroziya jarayoni jihozlarni qanday po‘latlardan tayyorlanganligiga ham bog‘liqdir.

Korroziya tezligi haroratning oshishi va eritmadi CO₂ ning konsentratsiyasini oshishi bilan ko‘tariladi, shuning uchun ularning tarkibi eritmada oshganda filtratsiyaga beriladigan eritmaning miqdorini oshirish zarurligi hisoblanadi.

Metallning yuzasida temir sulfidning eroziysi mayjud bo‘lganda metallik konsruktsiyalarning himoya pardasi yaratiladi. Buni hisobga olgan holda eng to‘yintirilgan eritma yordamida kam tarkibdagi CO₂ ning va yuqori miqdordagi H₂S ning gazlardan tozalashga ruxsat etiladi.

Aminli tozalash samaradorligiga ta’sir qiluvchi omillar va tozalash jarayonini olib borish ketma-ketliklari. Aminli tozalash texnologiyasining eng asosiy kamchiliklaridan biri aminli eritmalarining regeneratsiya haroratining yuqoriligi va kislород mavjud bo‘lganda parchalanishi hisoblanadi. Bundan tashqari alkanolaminning kationlari organik (aminni degradatsiya mahsulotlari) va noorganik kislotalarni anionlari bilan o‘zaro ta’sirlanishi natijasida issiqlikga chidamli bo‘lgan tuzni (ICHT) shakllantiradi. ICHT barqaror va eritgichlarni regeneratsiyasi uchun namunaviy sharoitda parchalanmaydi [14] va natijada bunday tuzlar issiqlikmashtirish jihozlarining devorlariga o‘tiradi, korroziya qobiqlarini shakllantiradi va issiqlikni uzatishda energiya sarflarini oshirib yuboradi.

Absorbsiya tizimida ICHTlarni to‘planishi ekspluatatsiya muammolariga olib keladi, ya’ni, CO₂ ning absorbsiya xususiyatlarini pasaytirish va

uning fizik-kimyoviy xossalari pasaytirish, xuddi korroziya faolligini oshirish, tigilib qolish va jihozlarni eroziyalanishi kabi holatlarni keltirib chiqaradi. ICHTlar aminli eritgichlardan distillatsiya (ionli almashishi) yoki elektrodializ (YED) yordami bilan olib chiqilishi mumkin. Ammo ikkala yondashuv holati ham ICHTlarni komponentlari bilan bilan birgalikda zaryadlangan zarrachalarni ham olib chiqish holatini keltirib chiqaradi va parchalangan neytral mahsulotlarni olib chiqish uchun qo'shimcha ishlov berish talab qilinishi mumkin, xuddi qumli filtr va faollashtirilgan ko'mir kabi.

Gazlarni tozalashda kompozitsion absorbentlarni olish uchun aminlar sifatida MEA va DEA, efirlar sifatida esa polietilenglikolning dimetil va monometil efirlari qo'llanildi. Tadqiqotlarimizning ilk bosqichida amin va efirlarning turli konsentratsiyalardagi suvli eritmalarini olindi va ushbu olingan kompozitsion absorbentlarning tarkibi 1-jadvalda keltirilgan [16].

1-jadval

Tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalash uchun amin va efirlar asosida olingan kompozitsion absorbentlarning tarkibi

№	Nomlanishi	Tarkibi, %			
MEA+PEGDME+PEGMME asosida olingan kompozitsion absorbentlarning tarkibi					
№	Nomlanishi	MEA	PEGDME	PEGMME	Suv
1	MPP-1	20	5	5	70
2	MPP-2	22	4	4	70
3	MPP-3	24	3	3	70
4	MPP-4	30	2	2	66
5	MPP-5	27	3	-	70
6	MPP-6	27	-	3	70
DEA+PEGDME+PEGMME asosida olingan kompozitsion absorbentlarning tarkibi					
№	Nomlanishi	DEA	PEGDME	PEGMME	Suv
7	DPP-1	20	5	5	70
8	DPP-2	22	4	4	70
9	DPP-3	24	3	3	70
10	DPP-4	30	2	2	66
11	DPP-5	27	3	-	70
12	DPP-6	27	-	3	70

ICHT texnologik gaz va suyuqlikda ba'zi bir kislotali komponentlarni mavjudligi sababli shakllanadi ya'ni, amin bilan ICHTni shakllanishi bilan qaytmas reaksiyalarni olib keladi. Bunday ifloslantirgichlarning tarkibiga xlorid, sulfat, formiat, atsetat, oksalat, tiotsinat va tiosulfat qo'shiladi. Shakllangan tuzlar nisbatan mustahkam kimyoviy bog'lanishga ega qaysiki, aminning sirkulyatsiyasi konturida ICHTlarni sekin asta to'planishga olib keladi, ICHTlarning miqdorini

ruxsat etilgan chegaradan oshganda ekspluatatsiya qilishda va texnik xizmat ko'rsatishda bir qator muammolar paydo bo'ladi.

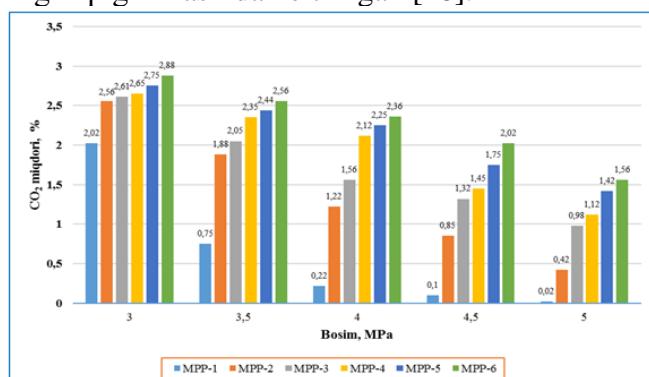
Tadqiqot natijalari. Bizning ilmiy tadqiqotimiz mahalliy xomashyo tabiiy gazlarini sifatini yuqorida tovar gazlariga qo'yilgan talablarga yetkazishga qaratilgan. Bunda ilmiy tadqiqotning asosiy maqsadi gaz tarkibidagi nordon komponentlarni, ya'ni vodorod sulfid va uglerod dioksididan tozalashga qaratilgan bo'lib, buning uchun absorbsiya jarayonida yangi avlod absorbentlarini ishlab chiqish va uni amaliyatga joriy etish maqsad qilib belgilangan.

Tabiiy gazlarni kombinasiyalangan absorbentlar bilan selektiv tozalash uchun quyidagi tarkibdagi MEA+PEGDME+PEGMME absorbentlarning texnologiyasi ishlab chiqilgan.

MEA+PEGDME+PEGMME

(monoetanolamin + polietanolglikol dimetil efiri + polietanolglikol monometil efiri) asosida olingan absorbent kompozitsiyalarining gazlarni nordon komponentlar CO₂ va H₂S dan tozalash jarayonidagi faolligi va selektivligini tadqiq qilish.

Tadqiqotimizda gazlarni nordon komponentlardan tozalash uchun MEA+PEGDME+PEGMME asosida olingan MPP-1, MPP-2, MPP-3, MPP-4, MPP-5 va MPP-6 (monoetanolamin+polietanolglikol dimetil efiri + polietanolglikol monometil efiri asosida tayorlangan amin va efirli absorbent kompozitsiyalari) absorbent kompozitsiyalarini qo'llanildi. Ushbu kompozitsiyalarining gaz tarkibida CO₂ ajratib olish darajasini bosimga bog'liqligi 1-rasmida keltirilgan [18].



1-rasm. MPP-1, MPP-2, MPP-3, MPP-4, MPP-5 va MPP-6 absorbent kompozitsiyalarini tabiiy gaz tarkibida CO₂ ajratib olish darajasini bosimga bog'liqligi.

Ilmiy tadqiqotlarimizning birinchi bosqichida gazlarni nordon komponentlar - CO₂ va H₂S dan tozalash jarayonida absorbentlarning faolligi va selektivligi aniqlangan. Absorbsiya qurilmasining asosiy texnologik ko'rsatkichlari quyidagicha: absorberga kiruvchi gaz bosimi 3–5 MPa; gaz harorati 55°C; regeneratsiyalangan MDEA absorbentining harorati 60°C. Kiruvchi gaz tarkibida CO₂ — 3,25% va H₂S — 0,81% ni tashkil etadi.

MPP-1, MPP-2, MPP-3, MPP-4, MPP-5 va MPP-6 absorbent kompozitsiyalaridan foydalanib, bosimning CO₂ ni ajratib olish darajasiga ta'siri o'rGANildi. Olingan natijalar ushbu turdag'i kompozitsiyalar uchun bosim ortishi bilan CO₂ ni yutish samaradorligi ham ortib borishini ko'rsatadi. Ular orasida tarkibi 20% MEA, 5% PEGDME, 5% PEGMME va 70% suvdan iborat MPP-1 kompozitsiyasi eng yuqori samaradorlikni namoyon qildi. Xususan, bosim 5 MPa bo'lganda chiqayotgan gaz tarkibidagi CO₂ miqdori 3,25% dan 0,02% gacha kamaydi. Absorbsiya jarayonida kiruvchi gaz bosimi 5 MPa bo'lsa, chiquvchi gaz bosimi 4,7 MPa ni tashkil etgan [16, 17].

Yuqoridagi natijalar shuni ko'rsatadi, olingan absorbent kompozitsiyalari 4 MPa bosimda ham tabiiy gaz tarkibidagi CO₂ ni tovar gazlari uchun belgilangan me'yorlarga qadar kamaytirishga qodir. Shu bois 4 MPa bosim sharoitida gaz va amin haroratining tozalash samaradorligiga ta'siri qo'shimcha ravishda tadqiq etildi.

Tadqiqotlarning keyingi bosqichida DEA+PEGDME+PEGMME asosida tayyorlangan DPP-1, DPP-2, DPP-3, DPP-4, DPP-5 va DPP-6 absorbent kompozitsiyalarining tabiiy gaz tarkibidan nordon komponentlarni tanlab yutishdagi faolligi va selektivligi aniqlangan. Absorbsiya jarayonining ish rejimi quyidagicha belgilangan: bosim 3–5 MPa; kiruvchi gaz harorati 55–30°C; absorberga kiruvchi absorbent harorati 60–35°C. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan [9].

DEA asosidagi DPP turkumidagi absorbentlarning faolligi MEA asosidagi kompozitsiyalarga nisbatan yuqoriroq ekani aniqlandi. Masalan, 3 MPa bosimda, absorbent harorati 35 °C va gaz harorati 30 °C bo'lganda DPP-1 kompozitsiyasi yordamida tabiiy gaz tarkibidagi umumiyligini oltingugurt konsentratsiyasi 0,011 g/m³ gacha, CO₂ ning molyar ulushi esa 0,20% gacha

kamaydi. DPP-2 absorbenti qo'llanganda esa umumiyligini oltingugurt konsentratsiyasi 0,032 g/m³ gacha, CO₂ molyar ulushi 0,46% gacha pasaydi.

Bosim 5 MPa gacha oshirilganda, gaz/amin harorati mos ravishda 45/40°C bo'lgan sharoitda DPP-1 va DPP-2 absorbentlari yordamida umumiyligini oltingugurt konsentratsiyasi 0,001 g/m³ gacha kamayganligi qayd etildi [2, 7, 8].

MEA+DEA+PEGDME+PEGMME asosida olingan absorbent kompozitsiyalarining CO₂ va H₂S dan tozalash jarayonidagi faolligi va selektivligini tadqiq qilish. Tadqiqotlarning navbatdagi bosqichida gazlarni nordon komponentlardan tozalash jarayonida MEA+DEA+PEGDME+PEGMME asosida tayyorlangan MDPP-1, MDPP-2, MDPP-3, MDPP-4 va MDPP-5 absorbent kompozitsiyalarining faolligi va selektivligi o'rGANildi. Ushbu kompozitsiyalarini olishda MEA va DEA aminlarining PEGDME hamda PEGMME efirlari bilan sinergetik ta'sirini aniqlash maqsad qilingan. Olingan natijalar mazkur absorbentlarning tabiiy gaz tarkibidan nordon komponentlarni tanlab yutish qobiliyatini ancha yuqori ekanini ko'rsatdi [8, 9].

Shuni alohida ta'kidlash lozimki, MEA+DEA+PEGDME+PEGMME asosida tayyorlangan absorbent kompozitsiyalari MEA yoki DEA asosida olingan kompozitsiyalarga nisbatan yaxshiroq samaradorlik ko'rsatdi. Masalan, absorbsiya jarayoni 3 MPa bosim, amin va gaz haroratlari mos ravishda 40/35°C bo'lganda MDPP-1 absorbenti yordamida tabiiy gaz tarkibidagi umumiyligini oltingugurt miqdori 0,02 g/m³ gacha, CO₂ miqdori esa 0,35% gacha kamaydi.

Xuddi shu sharoitda MDPP-2 absorbentini qo'llash natijasida umumiyligini oltingugurt miqdori 0,001 g/m³, CO₂ ulushi esa 0,36% gacha tushdi. MDPP-5 kompozitsiyasi esa eng yuqori samaradorlikni namoyon qilib, gaz tarkibidagi oltingugurtni 0,001 g/m³ gacha, CO₂ miqdorini esa atigi 0,04% gacha kamaytirishga erishdi. Bosimning ortishi va amin hamda gaz haroratlarining pasayishi bu ko'rsatkichlarni yanada yaxshilaganini kuzatish mumkin [17, 18].

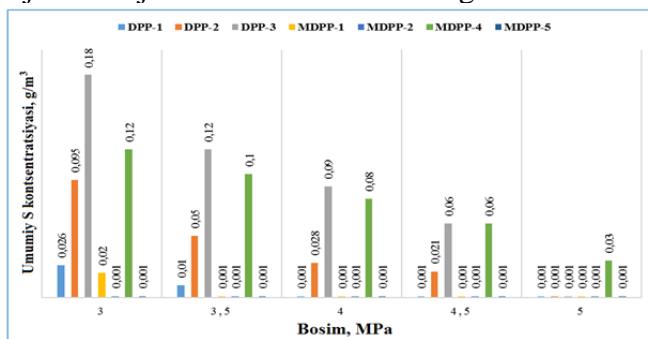
Amin va efirlar asosida olingan kompozitsion absorbentlarning gazni nordon komponentlardan tozalash darajasini taqqoslash. Umuman olganda, nordon gazlarni tozalash uchun DEA, MEA, PEGDME va

PEGMME asosida jami 17 ta yangi kompozitsion absorbent tayyorlandi. Ularning 3–5 MPa bosimda, amin harorati 65–35 °C va gaz harorati 55–30 °C sharoitlarda CO₂ va H₂S ni yutish samaradorligi o‘rganildi. Tadqiqot natijalarida kompozitsiyalar selektivlik darajasi bosim va haroratga sezilarli darajada bog‘liq ekani aniqlandi.

Ular ichida DPP-1, DPP-2, DPP-3, MDPP-1, MDPP-2, MDPP-3 va MDPP-5 kompozitsiyalari eng yuqori natijalarni ko‘rsatdi. Barcha absorbentlarda gaz va amin haroratlarining pasayishi, shuningdek bosimning ortishi bilan absorbsion tozalash samaradorligi oshib borgan.

Eng optimal natijalar amin harorati 40–35°C va gaz harorati 35–30 °C (mos ravishda 40/35°C va 35/30°C) bo‘lgan holatlarda qayd etildi.

Mazkur kompozitsiyalarning 3–5 MPa bosim ostida, 40/35°C va 35/30°C haroratlarda oltingugurtni yutish darajasi bo‘yicha olingan tajriba natijalari 2-rasmlarda keltirilgan.



3-rasm. Absorbent/Gaz haroratlari 40/35oS bo‘lganda kompozitsion absorbentlarini tabiiy gaz tarkibidan oltingugurtni tozalash darajasi.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, Absorbent/Gaz haroratlari 35/30 °C bo‘lganda DPP-1, MDPP-1, MDPP-2, MDPP-4 va MDPP-5 absorbentlari 3 MPa bosim ostida tabiiy gaz tarkibidagi umumiy oltingugurt konsentratsiyasini talab etilgan 0,030 g/m³ gacha kamaytirishga qodir. Bosim 3,5 MPa gacha oshiril-

ganda esa DPP-2 kompozitsion absorbenti ham gazni belgilangan me’yor darajasigacha tozalashi aniqlangan.

Tadqiqotlar davomida gaz tarkibidagi umumiy oltingugurt massaviy konsentratsiyasini 0,001 g/m³ gacha kamaytirish imkoniyati mavjudligi qayd etildi. Biroq ushbu qiymatdan pastga tushirishning imkon bo‘lmagan — ya’ni, oltingugurt miqdori ma’lum bir chegaradan keyin o‘zgarmasligi kuzatilgan.

Absorbent/Gaz haroratlari 40/35°C ga ko‘tarilganda 3 MPa bosim ostida o‘tkazilgan tajribalar DPP-1, MDPP-1, MDPP-2 va MDPP-5 kompozitsiyalari yordamida gazni oltingugurtdan tozalash talablari to‘liq bajarilganini ko‘rsatdi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida MEA, DEA, PEGDME va PEGMME asosida 17 ta yangi kompozitsion absorbentlar olinib, ularning CO₂ va H₂S kabi nordon komponentlarni tanlab yutishdagi faolligi, selektivligi hamda bosim va haroratga bog‘liqligi kompleks baholandi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, bosimning ortishi va amin/gaz haroratlarining pasayishi absorbsion tozalash samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Kompozitsiyalar orasida DPP-1, DPP-2, DPP-3, MDPP-1, MDPP-2 va MDPP-5 namunalari eng yuqori natijalarni ko‘rsatib, gaz tarkibidagi CO₂ va H₂S miqdorlarini tovar gazlariga qo‘yilgan me’yorlardan past darajagacha kamaytira oldi. Eng yaxshi absorbentlar yordamida oltingugurning massaviy konsentratsiyasi 0,001 g/m³ gacha, CO₂ miqdori esa 0,04–0,20% oralig‘igacha pasaytirilishi aniqlandi.

Umuman olganda, aminlar va poliefirlar kombinatsiyasi sinergetik ta’sirga ega bo‘lib, MEA yoki DEA asosidagi absorbentlarga qaraganda yuqori faollik va selektivlik namoyon qildi. Natijalar ushbu kompozitsion absorbentlarning sanoat sharoitida tabiiy gazlarni nordon komponentlardan samarali tozalash uchun katta amaliy ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

- [1] Юлдашев, Т. Р. (2023). Исследование составов и физических свойств абсорбентных композиций на основе амина и эфиров. КарДУ хабарлари, 2/1(58), 67–72.
- [2] Yuldashev, T. R. (2023, November 9–11). Modern research in science and education. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference (pp. 330–334). Chicago: SCI-Conf.com.ua.

- [3] Yuldashev, T. R., & Makhmudov, M. J. (2023). Cleaning of natural gas from sour components. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*, 16(3), 296–306.
- [4] Юлдашев, Т. Р. (2023). Основа оборудования, используемого в процессе очистки газоабсорбционной технологии. *Universum: технические науки*, (5-6(110)), 20–24.
- [5] Yuldashev, T. R. (2023). Tabiiy gazlarni vodorod sulfid va uglerod oksidlaridan tozalashda qo'llaniladigan absorbentlar. *Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности*, 1(1), 92–99.
- [6] Юлдашев, Т. Р. (2023). Очистка газа от кислых компонентов и пути ее решения. В *Научно-технический прогресс: задачи и их решения* (pp. 150–155).
- [7] Yuldashev, T. R. (2023). Tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalashda selektivligi yuqori bo'lgan aminli eritmalardan foydalanishning samaradorligi. *Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности*, 1(1), 86–92.
- [8] Tashmurza, Y. R. (2024). Study of the degree of foaming of absorbent compositions used when purifying gases from acidic components. *Universum: технические науки*, 9(3(120)), 40–44.
- [9] Юлдашев, Т. Р. (2023, November 2–4). Изучение активности и селективности абсорбирующих композиций в процессе очистки газов от кислых компонентов CO₂ и H₂S. In *The 3rd International Scientific and Practical Conference “Global Science: Prospects and Innovations”* (p. 329). Liverpool: Cognum Publishing House.
- [10] Yuldashev, T. R. (2025). Neft gazini utilizatsiya qilishda yangi suyultirish texnologiyasini qo'llanilishining afzalligi. *Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности*, 3(1), 129–134.
- [11] Юлдашев, Т. Р. (2024). Исследование процесса очистки газа от кислых компонентов. *Formation of Psychology and Pedagogy as Interdisciplinary Sciences*, 3(29), 388–402.
- [12] Yuldashev, T. R. (2024). Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalashning texnologik jarayonlarini modellashtirish va rejallashtirish matritsasining xususiyatlari. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 2(1).