

Qazların aqressiv komponentlərdən təmizlənməsi

Y.Z. Ələkbərov, t.e.n.,

E.V. Qədəşova, t.ü.f.d., İ.N. Əliyev, t.ü.f.d.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: qaz, kondensat, aqressiv komponent, hidrogen-sulfid, karbon qazı, absorbsiya, adsorbsiya, etanolamin, molekulyar ələklər.

e-mail: alakbarovsanz@mail.ru

DOI.10.37474/0365-8554/2022-04-32-36

Очистка газа от агрессивных компонентов

Ю.З. Алекперов, к.т.н., Э.В. Гадашова, д.ф.т.н., И.Н. Алиев, д.ф.т.н.
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: газ, конденсат, агрессивный компонент, сероводород, углекислый газ, абсорбция, адсорбция, этанолмин, молекулярные сита.

Статья посвящена вопросу удаления сероводорода, являющегося агрессивным компонентом из состава скважинной продукции, добываемой в процессе газлифтной разработки на газоконденсатных месторождениях нашей страны. Анализ состава этой продукции показал, что содержание в ней сероводорода колеблется в течение года от 65 до 250 мг/м³.

Кроме того, в большинстве газоконденсатных месторождений Азербайджана количество углекислого газа, являющегося еще одним агрессивным компонентом, составляет до 5 %.

Наличие указанных агрессивных компонентов в составе извлекаемого из недр газа создает серьезные проблемы в процессе добычи, сбора, подготовки и транспортировки газа.

Для исключения указанных агрессивных компонентов из состава газа предлагалось использовать процессы сорбции с учетом местных условий. Так, для очистки газа от CO₂ использовался процесс абсорбции с применением МДЭА, а для очистки от H₂S – процесс адсорбции с применением молекулярных сит.

Предлагаемые методы очистки были испытаны на стендовой установке в лабораторных условиях. Полученные результаты в соответствии с местными условиями подтвердили эффективность предложенных методов.

Respublikanın neftqazçıxarma obyektlərinin bəzi neft-qaz-kondensat yataqlarında qazlıft üsulu ilə işlənmə prosesi zamanı hasil olunan quyu məhsullarının analizi göstərmişdir ki, onların tərkibində xeyli miqdarda aqressiv komponentlər – hidrogen-sulfid (H₂S) və karbon qazı (CO₂) olur. Məsələn, “Qum adası” NQÇİ-nin Bahar yatağında qazlıft üsulu ilə hasil olunan neftdən ayrılan və “Ağ şəhər” qaz kəməri sisteminə verilən qazın tərkibində H₂S-in miqdarı il ərzində 60–250 mq/m³ arasında dəyişir. Göründüyü kimi, H₂S-in miqdarı

Cleaning of gas from aggressive components

Yu.Z. Alekperov, Cand. in Tech. Sc., E.V. Gadashova, PhD in Tech. Sc., I.N. Aliyev, PhD in Tech. Sc.
Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: gas, condensate, aggressive component, hydrogen sulphide, carbon dioxide, absorption, adsorption, ethanolamine, molecular sieves.

The paper deals with the issue of removal of hydrogen sulfide, which is an aggressive component from well production recovered in the process of gas lift development in the gas-condensate fields of our country. The analysis of this product justified that the content of hydrogen sulfide fluctuates from 65 to 250 mg/m³ within a year.

Moreover, the amount of carbon dioxide, which is another aggressive component, comprises up to 5 % in most of the gas-condensate fields of Azerbaijan.

The presence of mentioned aggressive components in the content of gas recovered from the subsoil causes serious problems in the production, collection, preparation, and transportation of gas as well.

For the elimination of mentioned aggressive components from the gas composition, the implementation of an adsorption process considering local conditions is suggested. Thus, it is suggested to apply the absorption process with methyl-diethanolamine for cleaning gas from CO₂, and the adsorption process with molecular sieves – for cleaning H₂S correspondingly.

Suggested cleaning methods have been tested in stand installation in laboratory conditions. Obtained results justified the efficiency of the suggested methods following local conditions.

ГОСТ 5542-87 normativ sənədinin tələblərində (20 mq/m³ çox olmamalı) bir neçə dəfə çoxdur. Bu cür tərkibli qazın həm hasilı, yığılı, hazırlanması, həm də nəqli və istehlakı zamanı məlum problemlər meydana çıxır.

Aparılan analizlər göstərmişdir ki, hasil olunan qazların tərkibində mövcud olan digər aqressiv komponent – CO₂-dir. Qeyd etmək lazımdır ki, miqdarının yüksək olması Respublikanın bütün qaz-kondensat yataqlarından hasil olunan qazlar üçün xarakterikdir. Qazın tərkibində CO₂-nin

Qazın tərkibində H ₂ S-in miqdarı, mq/m ³	Qazın tərkibində olan H ₂ S-in parsial təzyiqi, Pa	Qazın tərkibində karbon qazının miqdarı, həcm %	Seolitlərin H ₂ S-ə görə tutumları, q/100q	
			NaA	NaX
65	5	0.5	0.68	0.98
87	6.7	0.5	0.99	1.85
139	9.9	0.5	2.01	2.72
178	11.3	0.5	2.42	3.41
210	13.7	0.5	2.9	3.7
250	15.8	0.5	3.2	4.12

olması arzuolunmaz faktordur. Çünki, CO₂ bir tərəfdən, “ballast” olaraq qazın istilik törətmə qabiliyyətini azaldır, digər tərəfdən, su ilə təması zamanı zəif karbonat turşusu əmələ gətirir ki, bu da avadanlıqların korroziyaya uğramasına səbəb olur.

Ona görə qazın tərkibinin qeyd olunan komponentlərdən təmizlənməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, ölkəmizdə nə qaz emalı zavodu, nə də mədənlərdə qazların aqressiv komponentlərdən təmizlənməsi üçün heç bir texnoloji qurğu mövcud deyil.

Bunları nəzərə alaraq, qazların H₂S və CO₂-dən təmizlənmə prosesinin mövcud yerli şəraitə uyğun öyrənilməsi məqsədilə, tərəfimizdən laboratoriya şəraitində elmi-tədqiqat işləri aparılmışdır. Təcrübə işləri ilk növbədə qazla H₂S-dən təmizlənməsi prosesi üzrə aparılmışdır.

Məlumdur ki, dünya təcrübəsində qazların H₂S-dən təmizlənməsi üçün əsasən iki üsul tətbiq olunur. Aminlərin üzvi birləşmələrinin iştirakı ilə adsorbsiya və müxtəlif tərkibli molekulyar ələklərin tətbiqi ilə adsorbsiya üsullarından istifadə edilir [1–3].

Adətən, qazın tərkibində H₂S-in miqdarı yüksək olduqda amin proseslərindən, miqdar az olduqda isə molekulyar ələklərdən istifadə edilir [4].

Yuxarıda qeyd etdiyimiz qazlar azkükürlü olduğuna görə tədqiqat işləri adsorbsiya prosesi vasitəsilə aparılmışdır. Təcrübə işləri üçün qaz nümunəsi “Qum adası” NQÇİ-nin 1 saylı “neftqaz-ayırma” sahəsindən götürülmüşdür. Nümunə götürülən qaz xəttində təzyiq 0.55–0.60 MPa, temperatur isə 14–20 °C təşkil etmişdir. Qaz nümunəsinin tərkibində H₂S-in miqdarı 65–250 mq/m³ intervalındadır. Prosesin aparılması üçün adsorbent olaraq NaA və NaX markalı seolitlərdən istifadə olunmuşdur. Bu seolitlər öz keyfiyyətlərinə görə TY 38.10281-80 Texniki şərtin tələblərinə uyğun gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, tədqiq olunan qaz nü-

munəsinin tərkibində CO₂-nin miqdarı 0.5 həcm % təşkil etmişdir. Bu qiymət kiçik olduğuna görə tədqiqatların əsas istiqaməti H₂S-in tutulması üzrə olmuşdur.

Adsorbentlərin H₂S-ə görə adsorbsiya tutumlarını təyin etmək üçün adsorbentin çıxışındakı qazda onun izi olana qədər udulma prosesi aparılır.

Prosesə verilən qaz nümunəsinin (təmizlənmiş qazın və reqenerasiya qazının) tərkibində H₂S-in miqdarı titrləmə ilə təyin olunur.

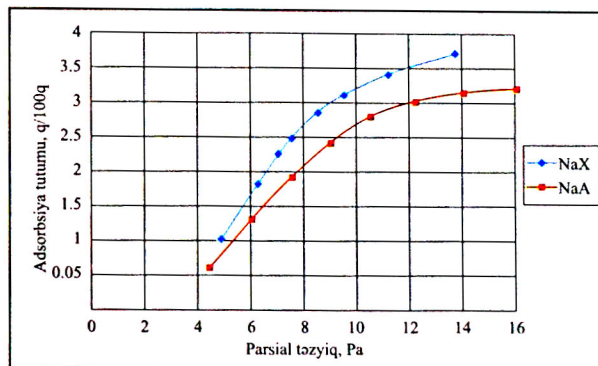
Adsorbentin və ondan keçən qazın miqdarı məlum olduqda, vahid çəkiddə adsorbentdə udulan H₂S-in miqdarı təyin edilir.

Azqatılıqlı kükürlü qazda NaA və NaX seolitlərinin H₂S-ə görə tutumları cədvəl 1-də verilmişdir.

Aparılan tədqiqat işlərinin nəticəsi göstərmişdir ki, qazın tərkibində H₂S-in miqdarı 65-dən 250 mq/m³-ə qədər dəyişdikdə NaA seolitinin H₂S-ə görə tutumu 0.68q/100q-dən 3.2q/100q-a qədər, NaX seolitinin tutumu isə 0.98/100-dən 4.2q/100q-a qədər artır.

Cədvəldən göründüyü kimi, qazın tərkibində olan H₂S-in parsial təzyiqi artdıqca istər NaA, istərsə də NaX adsorbentlərinin H₂S-ə görə tutumları artır. Bu asılılıq şəkil 1-də verilmişdir.

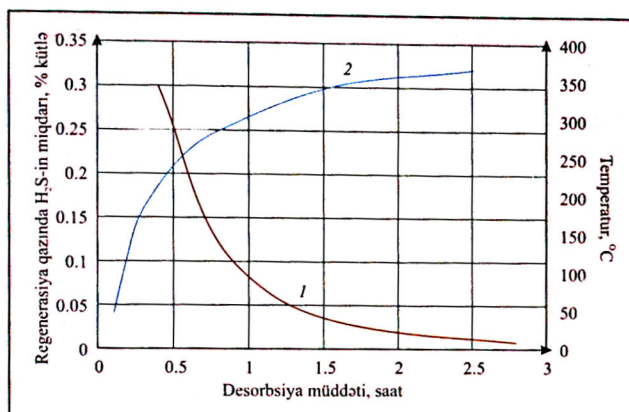
Adsorbsiya tsikli başa çatdıqdan sonra təcrübələrin sonrakı mərhələsində doymuş adsorbentin desorbsiyası prosesi həyata keçirilmişdir. Bunun



Şəkil 1. NaA və NaX adsorbentlərinin adsorbsiya tutumlarının parsial təzyiqdən asılılığı

üçün elektrik sobadan istifadə edilmişdir. Belə ki, regenerasiya qazı həmin soba vasitəsilə 350 °C temperatura qədər qızdırılaraq adsorbsiya prosesinə əks istiqamətdən adsorbentə verilmişdir.

Adsorbent qatının temperaturu və regenerasiya qazında H₂S-in qatılığının dəyişməsinin desorbsiya müddətindən asılılığı şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 2. Regenerasiya qazında H₂S-in miqdarının və adsorbent qatının temperaturunun desorbsiya müddətindən asılılığı:

1 – desorbsiya əyrisi, 2 – adsorbent qatının temperaturu

Şəkildən göründüyü kimi, desorbsiya prosesinin 3 saat müddətində aparılması regenerasiya qazının tərkibindən H₂S-in tam çıxarılmasını təmin edir.

Qeyd etdiyimiz kimi, Azərbaycanda hasil olan qazların tərkibində mövcud olan aqressiv komponentlərin digəri CO₂-dir. Bu qazın əmtəə qazının tərkibində olması yuxarıda qeyd etdiyimiz səbəbdən arzuolunmazdır. Ona görə hasil olan qazların CO₂-dən təmizlənməsi həm iqtisadi, həm də ekoloji cəhətdən əhəmiyyət kəsb edir.

Məlumdur ki, qazların tərkibində CO₂-nin miqdarı çox olduqda onların təmizlənməsi üçün əsasən adsorbsiya prosesindən istifadə olunur. Respublikada müxtəlif neft-qaz-kondensat yataqlarında hasil olan qazların tərkibində CO₂-nin miqdarı 0.5–5.0 həcm % miqdarında dəyişir. Bu kifayət qədər yüksək göstəricidir. Ona görə bu cür qazların CO₂-dən təmizlənməsi prosesinin ölkəmizdə qaz hasilatı və emalı müəssisələrində həyata keçirilməsi mühüm və vacib problemlərdən biridir. Bu problemin həlli istiqamətində tərəfimizdən laboratoriya şəraitində elmi-tədqiqat işləri aparılmışdır.

İlk növbədə qeyd etmək lazımdır ki, CO₂-dən təmizlənməsi texnologiyalarının əsas məsələlərindən biri uducu sorbentlərin seçilməsidir. Sorbentlər aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir: turş komponentlərin parsial təzyiqinin geniş diapazonunda

yüksək uduculuq tutumu; aşağı doymuş buxar təzyiqi; aşağı özlülük; korroziya aktivliyi az olmalı; köpüklənməyə qarşı davamlılıq; oksidləşmə və termik parçalanmaya qarşı yüksək davamlılıq.

Qazların təmizlənməsi prosesində əsasən aşağıdakı amin birləşmələrindən istifadə olunur: monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA), diqlkolamin (DQA), trietanolamin (TEA), metildietanolamin (MDEA).

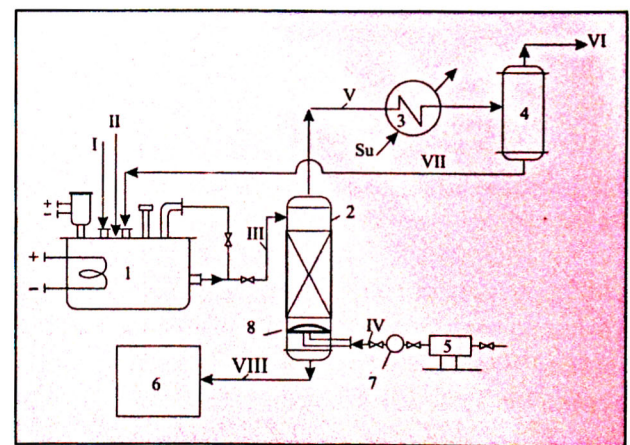
Adi temperaturda DQA və MDEA-dan başqa bütün təmiz aminlər bərk hala malik olur. Aminlərə su əlavə etdikdə məhlulun donma temperaturu və özlülüüyü azalır.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq apardığımız təcrübə işlərində adsorbent olaraq MDEA məhlulundan istifadə edilmişdir.

MDEA-nın fiziki-kimyəvi xassələri aşağıda göstərilir:

- Sıxlıq, 20 °C, kq/m³.....1.03
- Qaynama temperaturu, °C (1.01), MPa təzyiqdə...231
- Donma temperaturu, °C..... 2.1
- Doymuş buxar təzyiqi 20 °C-də, Pa..... 1.3
- Dinamik özlülük, 10⁻³ Pa·s..... 101 (20 °C)
- Reaksiya istiliyi, KC/kq CO₂ ilə..... 1340
- 20 °C-də suda həllolma, % kütlə.....tam

MDEA-nın özlülüyünü azaltmaq məqsədilə təcrübələrin gedişində adsorbent olaraq onun 30 %-li sulu məhlulundan istifadə edilmişdir. Tədqiqat zamanı tərkibində CO₂-nin miqdarı yüksək



Şəkil 3. Qazların CO₂-dən təmizlənməsi üçün stand qurğusunun sxemi:

1 – U-10 markalı termostat; 2 – adsorbent nasadka ilə; 3 – su soyuducusu; 4 – ayırıcı qab; 5 – konteyner; 6 – tutum; 7 – qaz sayğacı; 8 – paylayıcı. I – təzə MDEA; II – su; III – MDEA-nın 30 %-li məhlulu; IV – tədqiq olunan qaz; V – qaz adsorbentə yuxarısından; VI – təmizlənmiş qaz; VII – MDEA damcıları; VIII – doymuş MDEA

Komponentlər	Qaradağ YQA, həcm %	28 May Qaradağ qaz kəməri, həcm %
Metan, CH ₄	90.55	91.68
Etan, C ₂ H ₆	2.81	2.76
Propan, C ₃ H ₈	1.65	1.44
Butan, C ₄ H ₁₀	0.35	0.30
Pentan və yuxarı, C ₅ H ₁₂₊	0.40	0.25
Karbon qazı, CO ₂	3.99	3.32
Azot, N ₂	0.23	0.20
Oksigen, O ₂	0.02	0.05
Xüsusi çəki, (20 °C, 760 mm c.st.)	0.7887	0.7550

olan nümunələr Qaradağ YQA-nın qaz-paylayıcı məntəqəsi və "28 May" Qaradağ qaz kəmərinə götürülmüşdür. Qaz nümunələri kəmərlərin işçi parametrləri (təzyiq, temperatur) şəraitində götürülmüşdür.

Tədqiq olunacaq qaz nümunələrinin komponent tərkibi cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2-də verilən qaz nümunələrinin analizi bir şəraitdə götürülən nümunənin tərkibini göstərir. Tədqiqat işlərində ayrı-ayrı termodinamik şəraitlərdə, müxtəlif tərkibli qazlardan istifadə edilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, hər iki qaz nümunəsinin tərkibində CO₂-nin miqdarı kifayət qədər yüksəkdir. Laboratoriya şəraitində təcrübələrin aparıldığı stend qurğusunun texnoloji sxemi və avadanlıqlar şəkil 3-də göstərilmişdir.

İşçi absorbentin – MDEA-nın 30 %-li sulu məhlulunun hazırlanması U-10 markalı termostatda 1 həyata keçirilir. Termostat qızdırıcı sistem və dövr etdirici nasosla təchiz olunub. Məhlulun hazırlanması üçün termostata tələb olunan miqdarda təzə MDEA və su tökülür. Məhlulun yaxşı qarışması üçün proses 35–40 °C temperaturda nasos vasitəsilə bir neçə dəfə dövr etdirilməklə həyata keçirilir. Hazırlanmış absorbent termostatın nasosu vasitəsilə absorberin 2 yuxarı hissəsinə kontakt elementlərinin üst təbəqəsinə verilir. Absorberdə

kontakt elementi olaraq torna dəzgahında alınan metal qırıntılarından istifadə edilmişdir. Belə ki, absorberin 2/3 hissəsi həmin metal qırıntıları ilə doldurulmuşdur. Absorber yüksək təzyiqa davamlı üzvi şüşədən hazırlanmışdır. Proses dövrü olaraq aparıldığına görə absorbent sərfi bir dövrə üçün 0.15 l təşkil etmişdir. Sərf olunan absorbentin miqdarı U-10 termostatında maye səviyyəsinin dəyişməsinə əsasən təyin edilmişdir.

Tədqiq olunan qaz, nümunənin götürüldüyü konteynerdən 5 sayğacdən 7 keçməklə absorberin aşağı hissəsinə, kontakt elementlərinin alt hissəsinə verilir. Absorberdə qazın bütün en kəşik üzrə bərabər paylanması və absorbent ilə təmasın yaxşılaşdırılması üçün paylayıcı tərtibatdan 8 istifadə edilir. Qazın sərfi QSB – 400 markalı laboratoriyaya sayğacı 7 vasitəsilə ölçülür. Absorberdə qaz və absorbent əks axınla hərəkət edərək kontakt elementlərinin səthində təmasda olur.

Absorberin yuxarı hissəsindən çıxan qaz özü ilə müəyyən qədər absorbent damçılı aparır. Ona görə həmin axın su soyuducusunda 3 soyudularaq ayırıcı qaba 4 daxil olur. Burada ayrılan MDEA damçılı U-10 termostatına qaytarılır, qaz isə sistemdən çıxarılaq tərkibi xromatoqrafik üsulla analiz edilir.

Karbon qazı ilə doymuş MDEA məhlulu ab-

Cədvəl 3

Absorberdə qazın təzyiqi, MPa	Absorberdə qazın temperaturu, °C	Bir dövrə üçün absorbentin sərfi, l	Qazın həcmi sürəti, l/dəq	Maye: Qaz nisbəti l/m ³	Absorberin girişində CO ₂ -nin miqdarı, həcm %	Absorberin çıxışında CO ₂ -nin miqdarı, həcm %	Təmizlənmə dərəcəsi, %
0.25	18	0.15	1	1	3.99	0.3	92.5
0.2	18	0.15	1.5	1	4	0.4	90
0.25	20	0.15	2	1	3.8	0.35	91
0.3	20	0.2	2	1	4.2	0.2	95.2
0.3	17	0.2	3	1	3.32	0.5	85
0.25	18	0.2	2.5	1	3.3	0.3	91
0.25	18	0.25	2	1	3	0.09	97
0.3	18	0.25	2	1	2.99	0.1	96.6

sorberin aşağı hissəsindən çıxarılaraq 6 tutumuna yığılır.

Proses dövrü olaraq CO₂ miqdarı müxtəlif olan və müxtəlif termodinamik şəraitlərdə Qaradağ YQA-nın çıxış xəttindən və 28 May Qaradağ qaz kəmərinədən götürülmüş qazların iştirakı ilə aparılmışdır.

Tədqiqat işlərinin nəticələri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəldən görüldüyü kimi, rejimdən asılı olaraq CO₂-dən MDEA-nın 30 %-li məhlulu ilə təmizlənmə dərəcəsi 85–97 % təşkil edir.

Nəticə

Respublikada istismar olunan qaz-kondensat yataqları və qaz emalı zavodunda təbii qazların aqressiv komponentlərdən təmizlənməsi üçün sorbsiya proseslərindən istifadə edilməsini tövsiyə edirik. Belə ki, azkükürlü qazların adsorbsiya, tərkibində CO₂-nin miqdarı yüksək olan qazların təmizlənməsi üçün isə absorbsiya prosesindən istifadə edilməsi məqsədəuyğundur.

Azərbaycanın yerli şəraitini nəzərə almaqla təklif etdiyimiz proseslərin sınaq işlərinin nəticələri onların səmərəliyinin yüksək olduğunu bir daha təsdiq etmişdir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. *Бекиров Т.М.* Первичная переработка природных газов. – М.: Химия, 1987, с. 253.
2. *Гриценко А.И. и др.* Очистка газов от сернистых соединений при эксплуатации газовых месторождений. – М.: Недра, 1985, с. 270.
3. *Берлин М.А. и др.* Переработка нефтяных и природных газов. – М.: Химия, 1987, с. 53.
4. *Ələkbərov Y.Z. və b.* Qazların nəqlə hazırlanması və emalının texnologiyaları və eko-iqtisadi aspektləri. – Bakı: Elm, 2020, s. 400.

References

1. *Bekirov T.M.* Pervichnaya pererabotka prirodnnykh gazov. – M.: Khimiya, 1987, s. 253.
2. *Grishchenko A.I. i dr.* Ochistka gazov ot sernistykh soedineniy pri ekspluatatsii gazovykh mestorozhdeniy. – M.: Nedra, 1985, s. 270.
3. *Berlin M.A. i dr.* Pererabotka neftyanykh i prirodnnykh gazov. – M.: Khimiya, 1987, s. 53.
4. *Alekberov Y.Z. ve b.* Gazlarin negle hazirlanmasi ve emalinin tekhnologiyalari ve eko-igtisadi aspektleri. – Bakı: Elm, 2020, s. 400.