

UO‘K: 54.056/547.269.71

 10.5281/zenodo.10687038

## TABIYIYGAZLARNI NORDON KOMPONENTLARDAN TOZALASHNING TEKNOLOGIK JARAYONLARINI OPTIMALLASHTIRISH JARAYONI



**Yuldashev Tashmurza Raxmonovich**

*Qarshi muhandislik – iqtisodiyot instituti “Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasi professori, t.f.n., Qarshi, O‘zbekiston*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalash uchun yangi MEA – monoetanolin; DEA – dietanolin; MDEA – metildietanolin; PEGDME – polietilenglikol dimetil efiri; PEGMME – polietilenglikol monometil efirlari asosida tayyorlangan absorbent kompozitsiyalarini tadqiqotlash natijalari keltirilgan va bu absorbent kompozitsiyasining tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalashdagi optimallashtirish masalasi aniqlangan.

**Kalit so‘zlar:** komponentlar, absorbentlar, nordon komponentlar, absorbentlarning kompozitsiyalari, optimallashtirish, aniqlash protsedurasi, matematik modellar, optimallik mezoni, optimal chegaralar, model koeffitsiyentlari.

## ПРОЦЕСС ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ ОТ КИСЛЫХ КОМПОНЕНТОВ

**Юлдашев Ташмурза Рахманович**

*Профессор кафедры технологии переработки нефти и газа Каршинского инженерно-экономического института, Карши, Узбекистан*

**Аннотация.** В данной статье представлен новый МЭА для очистки природного газа от кислых компонентов - моноэтаноламина; ДЭА – диэтаноллин; МДЭА – метилдиэтаноллин; ПЭГДМЭ – диметилловый эфир полиэтиленгликоля; Приведены результаты исследования абсорбирующих композиций, приготовленных на основе ПЭГММЕ - монометилловых эфиров полиэтиленгликоля, и определен вопрос оптимизации данной абсорбирующей композиции при очистке природного газа от кислых компонентов.

**Ключевые слова:** компоненты, абсорбенты, кислотные компоненты, составы абсорбентов, оптимизация, процедура определения, математические модели, критерий оптимальности, оптимальные пределы, коэффициенты модели.

## PROCESS OF OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR PURIFYING NATURAL GASES FROM ACIDIC COMPONENTS

*Yuldashev Tashmurza*

*Профессор кафедры технологии переработки нефти и газа Каршинского инженерно-экономического института, Карши, Узбекистан*

**Abstract.** *This article presents a new MEA for purifying natural gas from acidic components - monoethanolamine; DEA – diethanolamine; MDEA – methyldiethanolamine; PEGDME – polyethylene glycol dimethyl ether; The results of a study of absorbent compositions prepared on the basis of PEGMME - polyethylene glycol monomethyl ethers are presented, and the issue of optimizing this absorbent composition when purifying natural gas from acidic components is determined.*

**Keywords:** *components, absorbents, acidic components, compositions of absorbents, optimization, determination procedure, mathematical models, optimality criterion, optimal limits, model coefficients.*

**Kirish.** Dunyo amaliyotida gazlarni nordon komponentlardan tozalashda ( $H_2S$  va  $CO_2$ , etilenmerkaptan (RSH), uglerod oltingugurt oksidi (COS), uglerod sulfidi ( $CS_2$ )) absorbentlar sifatida eng ko'p qo'llaniladigan etanolaminlar quyidagilardir: monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) va N-metildietanolamin (MDEA).

Bunda  $CO_2$  neftning tarkibida katta konsentratsiyada bo'lganda tartibga muvofiq MEA faqatgina neftni qayta ishlash zavodlarida (NQIZ) qo'llaniladi. Gazning tarkibida COS va  $CS_2$  larning mavjudligini chegaralanishi hisoblanadi, qaysiki, u MEA bilan qaytmas reaksiyaga kirishadi va eritmani katta yo'qotilishga olib keladi. Gazni  $CO_2$  dan tozalashda MEA amalda korroziyani keltirib chiqarishi mumkin. MEA uchun xos bo'lgan ko'pgina kamchiliklarning hisobiga hozirgi vaqtda yangi obyektlarni loyihalashda amaliyotda bu amin qo'llanilmaydi, ko'pgina harakatdagi qurilmalar MDEA ga o'tkazilmoqda.

Bu yuqorida keltirilgan aminlar qandaydir xossalariga muvofiq tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalash darajasini qoniqtirmaganligi sababli, yangi turdagi aminlar va efirlar asosidagi absorbent kompozitsiyalarini tadqiqotlash zaruriy holat hisoblanadi.

### **Adabiyot tahlili va usullari.**

MEA+PEGDME+PEGMME asosida olingan absorbent kompozitsiyalarining gazlarni nordon komponentlar  $CO_2$  va  $H_2S$  dan tozalash jarayonidagi faolligi va selektivligini tadqiq qilish natijasida quyidagilar olindi [1-4].

Ilmiy tadqiqotlarmizning birinchi bosqichida gazlarni nordon komponentlar  $CO_2$  va  $H_2S$  dan tozalash jarayonidagi faolligi va selektivligi aniqlandi. Absorbsion tozalash qurilmasining texnologik ko'rsatkichlari quyidagicha: absorberga kiruvchi gaz bosimi – 3-5 MPa; absorberga kiruvchi gaz harorati – 55°C; absorberga kiruvchi regeneratsiyalangan MDEA harorati – 60°C. Gaz tarkibida  $CO_2$  – 3,25% va  $H_2S$  – 0,81%. Tadqiqotimizda gazlarni nordon komponentlardan tozalash uchun MEA+PEGDME+PEGMME asosida olingan MPP-1, MPP-2, MPP-3, MPP-4, MPP-5 va MPP-6 absorbent kompozitsiyalari qo'llanildi.

DEA+PEGDME+PEGMME asosida olingan absorbent kompozitsiyalarining gazlarni nordon komponentlar  $CO_2$  va  $H_2S$  dan tozalash jarayonidagi faolligi va selektivligini tadqiq qilish natijalari quyidagilar [5-9].

Gazlarni nordon komponentlardan tozalash bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlarning keyingi bosqichida DEA+PEGDME+PEGMME asosida olingan DPP-1, DPP-2, DPP-3, DPP-4, DPP-5 va DPP-6 kabi absorbent kompozitsiyalarining tabiiy gaz tarkibidan nordon komponentlarni tanlab yutishdagi faolligi va selektivligi tadqiq etildi. Ushbu absorbent kompozitsiyalarining gazlarni nordon komponentlardan tozalashdagi absorpsiya jarayoni ish rejimi quyidagicha: Bosim 3-5 MPa; absorberga kiruvchi gaz harorati – 55-30°C; absorberga kiruvchi absorbent harorati – 60-35°C.ni tashkil qilgan. [10 - 12].

MEA+DEA+PEGDME+PEGMME asosida olingan absorbent kompozitsiyalarining gazlarni nordon komponentlar CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>S dan tozalash jarayonidagi faolligi va selektivligini tadqiq qilish natijalari quyidagilar [13].

Tadqiqotlarimizning keyingi bosqichida gazlarni nordon komponentlardan tozalash bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlarning keyingi bosqichida MEA+DEA + PEGDME+PEGMME asosida olingan MDPP-1, MDPP-2, MDPP-3, MDPP-4 va MDPP-5 kabi absorbent kompozitsiyalarining tabiiy gaz tarkibidan nordon komponentlarni tanlab yutishdagi faolligi va selektivligi tadqiq etildi. Bunday turdagi absorbent kompozitsiyalarida olishda MEA va DEA aminlarning PEGDME va PEGMME efirlari bilan sinergetik effekt ta'sirini o'rganish maqsad qilindi. MDPP-1, MDPP-2, MDPP-3, MDPP-4 va MDPP-5 kabi absorbent kompozitsiyalarining tabiiy gaz tarkibidan nordon komponentlarni tanlab yutishdagi faolligi va selektivligi bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan [14, 15].

(MEA – monoetanolamin; DEA – dieta-nolamin; MDEA – metildietanolamin; PEGDME – polietilenglikol dimetil efiri; PEGMME – poli-etilenglikol monometil efiri).

**Optimallashtirish masalasining qo'yilishi.** Optimallashtirish - bu texnologik jarayonni amalga oshirishning eng maqbul, ya'ni optimal sharoitlarini aniqlash protsedurasidir. Optimallashtirish ko'p o'zgaruvchili funksiyalar ekstremumlarini qidirishning matematik masalasi kabi qaraladi [16, 17, 18].

Optimallashtirilayotgan  $\bar{u}$  o'zgaruvchini (optimallashtirish resursini) ruxsat etilgan chegaralarda (sohada)  $\bar{u}^{pyx.эм}$  optimallik mezoni  $R$  ekstremumini (eng katta yoki eng kichik qiymatini) ta'minlovchi qiymatini topish jarayonida optimallashtirish masalasi quyidagi ko'rinishga keltirilishi mumkin [19].

$$opt R(\bar{y})$$

$$\bar{u} \in \bar{u}^{pyx}$$

Ushbu holatda modellashtirilayotgan obyekt holatini aniqlovchi kirish o'zgaruvchisi  $\bar{x}$  ikki guruhdagi o'zgaruvchilarga ajratiladi:  $\bar{u}$  - nazorat qilinishi va rostlanishi mumkin bo'lgan, ya'ni optimallashtiriladigan o'zgaruvchi va  $\bar{x}$  - nazorat qilinadigan, ammo rostlanmaydigan (optimallashtirish resurslari kabi) o'zgaruvchi.

Amaliyotda optimallashtirish masalalarini yechishda chiqish o'zgaruvchilari tajriba ma'lumotlari (masalan, optimallashtirishning tajribaviy-statistika usulida) yoki jarayonlarning matematik modellari (optimallashtirishning sonli usulida) yordamida aniqlanadi.

Bu paytda matematik modellar quyidagi funksional operator ko'rinishida ifoda-

lanishi mumkin [20]:

$$\bar{y} = F(\bar{u}, \bar{x}). \quad (1)$$

*Optimallik mezoni* - texnologik jarayon yoki uni amalga oshiruvchi qurilmaning optimallashtirilayotgan sifatini miqdoriy jihatdan baholovchi ko'rsatkich (tavsif) hisoblanadi. Optimallik mezoni yagona bo'lishi va optimallashtirilayotgan o'zgaruvchilarga bog'liq holda monoton o'zgarishi ham kerak.

Optimallik mezoni qiymati jarayonning matematik modelini (optimallashtirishning taqribiy usuli) tadqiq etish asosida aniqlanadi. Agar jarayonning monand matematik modelini qurishning iloji bo'lmasa, u holda chiqish o'zgaruvchisining tenglamadagi qiymati tajribalardan aniqlanadi (optimallashtirishning tajribaviy-statistik usuli). Bunday holatda faol tajriba o'tkazishning optimal strategiyasi amalga oshiriladi.

**Optimallik mezonini tanlash.** Tabiiy

gazlarni nordon gazlardan tozalash jarayonini optimallashtirish masalasini yechishda texnologik parametrlarning ratsional chegaralarini yoki qurilmaning berilgan ish unumdorligini ta'minlovchi minimal issiqlik uzatish yuzasini aniqlash maqsadga muvofiq bo'ladi.

*Optimallashtirish masalasini qo'yilishi.* Optimallashtiriladigan o'zgaruvchilar jarayonning kirish o'zgaruvchilari qatoridan olinadi. Optimal loyihalash masalasini hal etishda optimallashtirilayotgan o'zgaruvchilar qatoriga jarayonning konstruktiv parametrlari (konstruksiya tipi, o'lchamlari va h.) kiritilgan bo'ladi, aksincha holatlarda, optimal boshqaruv masalasi hal etiladi. Optimallashtiriladigan (boshqariluvchi) o'zgaruvchilarning  $U$  optimal qiymatlarini qidirishdan ko'zlangan asosiy maqsad jarayonni amalga oshirishning eng yaxshi rejim parametrlarini aniqlashdir.

1- jadval

**Eksperimentlar jadvali**

Model: $\hat{y} = 26,72 + 13,27x_3 + 6,45x_1x_3$								
Faktorlar					Natijalar			
Nomlanishi		Gaz va aminning harorati, °C	Bosim, MPa	MDPP-5 ning sarfi, m <sup>3</sup> /soat	Chiqish parametri			
Boshlang'ich nuqta		45	4	200				
Ishchi qadam		1	0,05	0,5				
Qadam nomeri	Eksperiment turi				Model bo'yicha	Eksperimentlar		O'rtacha -si
					$\bar{y}$	$y_2$	$y_1$	$y$
1	M	45	4	200	0,25			
2	M	44,00	3,95	199,50	0,65			
3	M	43,00	3,90	199,00	0,82			
4	P	42,00	3,85	198,50		0,540	0,780	0,66
5	M	41,00	3,80	198,00				



6	P	40,00	3,75	197,50		0,77	0,81	0,79
7	M	39,00	3,70	197,00				
8	P	38,00	3,65	196,50		0,6	0,6	0,6
9	M	37,00	3,60	196,00				
10	P	36,00	3,55	195,50		0,5	0,5	0,5
11	P	35,00	3,50	195,00		0,26	0,54	0,38
12	P	34,00	3,45	194,50		0,3	0,1	0,2
13	P	33,00	3,40	194,00		0,42	0,94	0,68
14	P	32,00	3,35	193,50		0,001	0,001	0,001
15	P	31,00	3,30	193,00		0,07	0,11	0,09
16	P	30,00	3,25	192,50		0,6	0,2	0,4
17	P	29,00	3,20	192,00		0,15	0,05	0,1
18	P	28,00	3,15	191,50		0,4	0,2	0,3

Izoh: M - modeldagi eksperimentlar; P - hisoblash eksperimenti.

**Tabiiy gazlarni nordon gazlardan tozalash jarayonini optimal chegaralarini Boks-Uilson usulidan foydalanib aniqlash.** Boks-Uilson usuli asosan ekstremumni (optimumni) qidirishning gradiyent usuliga asoslangan. Shuning uchun, dastlabki modelning chiziqli qismi koeffitsiyentlarini baholash asosida gradiyentning tarkibiy qismlari va yoʻnalishini baholash kerak. Oʻrganilayotgan obyektidagi real sharoitda tadqiqotchi fizik kattaliklarda oʻlchanadigan kirish oʻzgaruvchilari bilan shugʻullanganligi sababli, gradiyentning tar-

kibiy qismlarini baholashda har bir omil uchun oʻzgarish oraligʻining qiymatini hisobga olish kerak (1- jadval).

Mazkur usul optimumni ikki bosqichda qidirish imkonini beradi:

– optimum sohasida qadamma-qadam tik koʻtarilish. Bu paytda optimumga funksiya gradiyenti boʻyicha yaqinlashib borish maqsadida chiqish parametrini tezkor koʻtarilish (yoki kamayish) yoʻnalishida bir yoki bir necha seriyada eksperimentlar qoʻyiladi;

2- jadval

**Model koeffitsiyentlarini baholash jadvali**

Baholash koeffitsiyenti	Baholash qiymati	t-statistika qiymati	$t_{kr}$	Farazni tekshirish natijasi
$\bar{b}_0$	0,0011	6,334502127	2,31	1
$\bar{b}_1$	0,0211	0,451510274	2,31	0
$\bar{b}_2$	0,0486	1,039275128	2,31	0
$\bar{b}_3$	-0,1486	3,176601868	2,31	1
$\bar{b}_{12}$	0,0239	0,510286759	2,31	0
$\bar{b}_{13}$	-0,0739	1,57895013	2,31	0
$\bar{b}_{23}$	0,0536	1,146141465	2,31	0

– bevosita optimum soxasida izlanishlar olib borish. Bunda eksperimentlar o'tkazishning 2 - tartibli rejasi qo'yiladi.

Optimallik mezonining faktorlardan bog'liqligi 1-darajali ko'phad

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (2)$$

orqali ifodalanadi.

Eksperimentning maqsadi - Boks-Uilson usulida amalga oshiriladigan protsedura uchun gradiyentning yangi yo'nalishini aniqlash. Bu protseduraning ikkinchi siklik mazmunini tashkil qiladi.

Yuqoridagilarga o'xshab, faktorlarning har biri uchun o'zgarishlar oraliqlarini tahlilimiz va eksperiment davomida faktorlar qiymatlari jadvalini to'ldiramiz. So'ngra, eksperiment rejasini tuzamiz, uni amalga oshiramiz va olingan natijalarni tajribani amalga oshirish jadvaliga (2-jadval) joylashedir.

**Xulosa.** 1. Regressiya koeffitsiyentlarining o'rtacha kvadratik chetlashuvi 0,0467 ga, qolgan koeffitsiyentlar soni esa 3 ga teng. Farazni tekshirish natijasiga ko'ra

$y=0,0011$ .

2. Tajriba natijalari tadqiqot markazi sohasida hususiy ekstremum-ning mos koordinatalari faqat  $b_0$  koeffitsiyenti ahamiyatga ega bo'lishini ko'rsatadi, uning baholash qiymati  $b_0 = 0,0011$ .

3. Bundan shunday xulosa qilish mumkin, tabiiy gazni absorbsiya kompozitsiyalari yordamida tozalangan massaning qiymati 0,0011 ga teng bo'lishi aniqlandi.

4. Tajribaviy tabiiy gazni nordon komponentlardan absorbsiya kompozitsiyalari yordamida tozalash jarayonini eksperimental-statistik usulda modellashtirish va optimallashtirish masalasi ko'rildi va jarayonning optimal qiymatlari topildi. Regressiya tenglamalari bo'yicha MatLAB dasturida jarayonga ta'sir ko'rsatuvchi omillar - quritish harorati, amplituda, chastota o'rtasidagi bog'liqlik grafigi qurildi.

5. Tadqiqot natijalariga asosan tabiiy gazni nordon komponentlardan absorbsiya kompozitsiyalari yordamida tozalash jarayonning optimal qiymati aniqlandi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Yuldashev, T. R., Samiyev, M. E., & Nurboyev, M. C. Neft gazlaridan suyultirilgan uglevodorodlarni ishlab chiqarishni tadqiqotlash. Iqtisodiyotni modernizatsiya qilish va texnologik yangilash sharoitida fan-ta'lim-ishlab chiqarish integratsiyasini rivojlantirish muammolari va yechimlari. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. Qarshi sh.-2015 y, 116-118.
2. Maxmudov, N. N., & Yuldashev, T. R. Neft va gaz qazib olish texnologiyasi va texnikasi. Darslik, Toshkent, Fan va texnologiya nashriyoti-2015, 392.
3. Yuldashev, T. R., & Makhmudov M, J. (2023). Cleaning of Natural from Sobe Component. Journal of Siberian Federal University. Engineeng & Technologies, 16(3), 296-306.
4. Makhmudov, M. J., & Yuldashev, T. R. (2023). Cleaning of Industrial Emissions from Gas and Dispersive Particles.
5. Юлдашев, Т. Р. (2023). ОЧИСТКА ГАЗА ОТ КИСЛЫХ КОМПОНЕНТОВ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ. In Научно-технический прогресс. Задачи и их решения (pp. 150-155).

6. Юлдашев, Т. Р. (2023). ОСНОВА ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ГАЗОАБСОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ. *Universum: технические науки*, (5-6 (110)), 20-24.
7. Юлдашев, Т. Р. (2023). АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АМИННОЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. *Universum: технические науки*, (4-6 (109)), 24-27.
8. 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.
9. 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.
10. Makhmudov, M. J., & Yuldashev, T. R. (2023). Cleaning of Natural Gases from Sour Components.
11. Юлдашев, Т. Р. (2022). АБСОРБЕНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ ОТ H<sub>2</sub>S И CO<sub>2</sub>. THEORY AND ANALYTICAL ASPECTS OF RECENT RESEARCH, 1(10), 72-74.
12. Юлдашев, Т. Р. (2022). ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ КИСЛЫХ КОМПОНЕНТОВ. MODELS AND METHODS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF INNOVATIVE RESEARCH, 2(18), 62-64.
13. Юлдашев, Т. Р., & Адизов, Б. З. ЭФФЕКТИВНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ООО «МУБАРЕКСКОГО ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА». ҚарДУ ХАБ, 76.
14. Rakhmanovich, Y. T., Egamberdiyevich, A. P., & Raimovich, K. I. DISPOSAL OF FLARE ASSOCIATED GASES IN OIL AND GAS FIELDS.
15. Rakhmanovich, Y. T., Egamberdiyevich, A. P., & Raimovich, K. I. CONDUCTING RESEARCH ON PRODUCTION OF LIQUEFIED HYDROCARBONS FROM PETROLEUM GASES.
16. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. Изд. второе, перераб. и доп. - М.: Химия, 1975. - 576 с.
17. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1976. - с. 280.
18. Грачев Ю.П., Плаксин Ю.М. Математические методы планирования экспериментов. Учебное пособие. - М.: ДеЛи Принт, 2005. - 296 с.
19. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. Изд. третье, перераб. и доп. - М.: Химия, 1976. - 464 с.