ABSORBSIYA JARAYONLARI, ABSORBENTLAR FAOLLIGINI TIKLASHNING ZAMONAVIY TADQIQOTLARI

Anvarova Iroda Anvar qizi
Qarshi davlat texnika universiteti o‘qituvchisi
E-mail:irodappq@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu ishda gazlarni tozalash jarayonida ishlatiladigan alkanolaminlarni tozalash to‘g‘risida chet el olimlarining fikr mulohazalari ko‘rib chiqildi. Natijada nisbatlari har xil bo‘lgan PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membranali filtrlar tayyorlandi. Olingan filtrlarning ishlatilgan 35% li MDEA eritmasi tarkibidagi termik barqaror tuz hosil qiluvchi ionlarni ushlab qolish darajalari o‘rganildi. Ilmiy tadqiqotlar natijasida olingan PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli polimer kompozitli membranali filtrlardan ishlatilgan 35% li MDEA eritmasini 50 bar bosimda o‘tishi, va tarkib ko‘rsatgichlari o‘zaro taqqoslash natijalari maqolada keltirilib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: Regineratsiyalash, tabiiy gaz, etanolaminlar, MEA, DEA, MDEA, yutilish samaradorligi, PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membranali filtr.

Аннотация: В данной работе были рассмотрены мнения зарубежных ученых по поводу очистки алканоламинов, используемых в процессе очистки газов. В результате были получены мембранные войлоки с различными соотношениями PVDF/PSU/PAN/PEG. Были изучены степени удержания термически стабильных солеобразующих ионов в 35% используемом растворе МДЭА полученных фельтров. Результаты научных исследований, в которых использовались мембранные фильтры из полимерного композита, содержащего PVDF/PSU/PAN/PEG, полученные путем пропускания 35% раствора МДЭА при давлении 50 бар, и перекрестного сравнения показателей содержания, приведены в статье.

Ключевые слова: Регенерация, природный газ, этаноламины, МЭА, ДЭА, МДЭА, Эффективность поглощения, PVDF/PSU/PAN/PEG составной мембранный фильтр.

Annotation: This work reviewed the opinions of foreign scientists on the purification of alkanolamines used in the gas purification process. As a result, membrane Felters with PVDF/PSU/PAN/PEG composition with different proportions were prepared. The levels of retention of thermally stable salt-forming ions in the used 35% MDEA solution of the resulting Felters were studied. Results from scientific studies using polymer composite membrane filters with PVDF/PSU/PAN/PEG content to pass a 35% solution of MDEA at 50 bar pressure, and comparison of content indicators were cited in the article.

ISSN 3030-3907

Keywords: Regenerating, natural gas, ethanolamines, MEA, DEA, MDEA, absorption efficiency, membrane filter with PVDF/PSU/PAN/PEG content.

Kirish

Dunyo miqyosida ishlab chiqarishni chiqindisiz texnologiya asosida tashkil etish eng dolzarb muammolardan biri bo‘lib kelmoqda. Sanoatda bu muammo to‘la o‘z yechimini topmagan bo‘lsada, lekin ishlab chiqarish chiqindilaridan sanoatning boshqa soxasida ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish keng yo‘lga qo‘yilgan. Ishlab chiqarish chiqindilaridan ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanishning bir qancha afzalliklari bo‘lib, bular; ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi; qo‘shimcha mahsulot ishlab chiqarish imkoniyati paydo bo‘ladi; atrof-muhit ifloslanishi kamayadi va h.k. hozirgacha etanolamin eritmalarini zararli birikmalardan tozalashning bir qancha usullari joriy qilingan bo‘lsada, lekin bularda vakuumli distirlash usuli bilan regeneratsiyalash ham o‘rganilgan. Etanolamin eritmalarini tozalash jarayonlarini o‘rganish, ularni tahlil qilish, jarayonning optimal texnologik sxemasi va rejimlarini ishlab chiqish muhim ilmiy hamda amaliy ishlardan biri hisoblanadi. Sanoatda etanolaminlarni regineratsiyalash muammosining yechimi tabiiy gazni zararli birikmalardan tozalash jarayonini samaradorligini yaxshilaydi, uning texnik va iqtisodiy ko‘rsatgichlarini oshirishga olib keladi [1; 443-446 b].

Kosuke Tanaka, Tatsuo Fujiwara va ularning safdoshlari bo‘lgan yaponiyalik olimlari o‘zlarining olib borgan tadqiqotlarida MEA suvli eritmalarini zararli birikmalardan tozalashda va yutilgan birikmalarni ajratib olishda ultratovush nurlanishidan foydalanish tavsiya etishgan. Mualliflar o‘zlarining olib borilgan tadqiqotlarida yutilgan birikmalarning desorbsiyalanish tezligi 25°C haroratda 28 kHz ultratovush nurlanishlarida tadqiq qilinganligini ko‘rsatib berganlar. Olingan natijalar, past konsentratsiyali MEA (0,2 mol/l) eritmasida yutilgan birikmalarni ajralib chiqish tezligi 25°C haroratda boshqa usulda desorbsiyalashga nisbatan ultratovush nurlanishida samaradorligi yuqori ekanligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, MEA eritmalari konsentratsiyasining pasayishi bilan desorbsiya jarayoni tezligini oshishini ham ko‘rsatib berishgan [2].

Hyunho Kim rahbarligi ostidagi olimlar tomonidan CH_4/CO_2 gaz aralashmasidan CO_2 ni ajratib olish uchun aminli gidrogellardan (AG) foydalanishni tavsiya qilishgan. Yutuvchi komponent (amin bilan to‘yintirilgan gidrogel) MEA eritmasini quritilgan gidrogel zarralar bilan aralashtirish orqali tayyorlangan; keyin AG zarralarining ishlashini tahlil qilish uchun tizimli tajribalar o‘tkazilgan. Olingan natijalar shuni ko‘rsatganki, AG zarralari CO_2 ni CH_4/CO_2 gaz aralashmasidan yuqori selektivlik bilan tozalanganligini va MEA eritmasi bilan solishtirganda CO_2 ni yutish ko‘rsatgichi yuqoriligi ko‘rsatgan. CO_2 Yutilishining

ISSN 3030-3907

kinetik ishlashi haroratni o‘zgartirish, aralashtirishni ta’minlash va qo‘shimcha qo‘shish orqali ham tekshirilgan. Yuqori haroratlar dastlabki bosqichida CO_2 yutilish tezligini biroz oshirganligini ko‘rsatgan. AG zarralarini gaz aralashmasi bilan aralashtirish yutilish tezligini oshirganligidan CO_2 yutilish samaradorligi AG xususiyatlariga bog‘liq bo‘ladi. Shuningdek, yutuvchi tarkibga dekan va dodetsil trimetil ammoniy bromid qo‘shilishi AG zarralari orasidagi koagulyatsiyani yumshatishga, CO_2 yutilish tezligi va unumini oshirishga olib kelishi bayon qilingan [3; 13889-1899 b].

Mayfiyeld Road tomonidan etanolaminli eritmalarni 120-140°C haroratda va 1-2 bar bosim atrofida issiq bosimli bug‘i bilan ta’siri hamda mikro to‘lqinli nurlanishlar bilan xususiyatlarini qayta tiklash va yutilgan komponentlardan tozalash taqqoslangan. Bu tadqiqot ishi yuqori bosim va haroratda olib borganligi sababli etanolaminlarning degradatsiyasiga uchrashi kuzatilishi ko‘rsatilgan. Tabiiy gazni absorsion tozalashning aminli eritmalarini mikroto‘lqinli nurlanish bilan regeneratsiyalash tavsiya etilgan, jarayon samarasini asoslovchi konsepsiya laboratoriya tajribalari bilan isbotlangan. Mikroto‘lqinlar ishlatilgan MEA eritmalari xususiyatlarini tez va past haroratlarda (70 - 90°C) qayta tiklashi, bu esa an’anaviy oddiy regeneratsiya bilan taqqoslanganda odatiy afzalliklaridan tashqari, mikroto‘lqinlar mahsus “termal bo‘lmagan” ta’sir ko‘rsatishi tadqiq qilingan [4; 126-133 b].

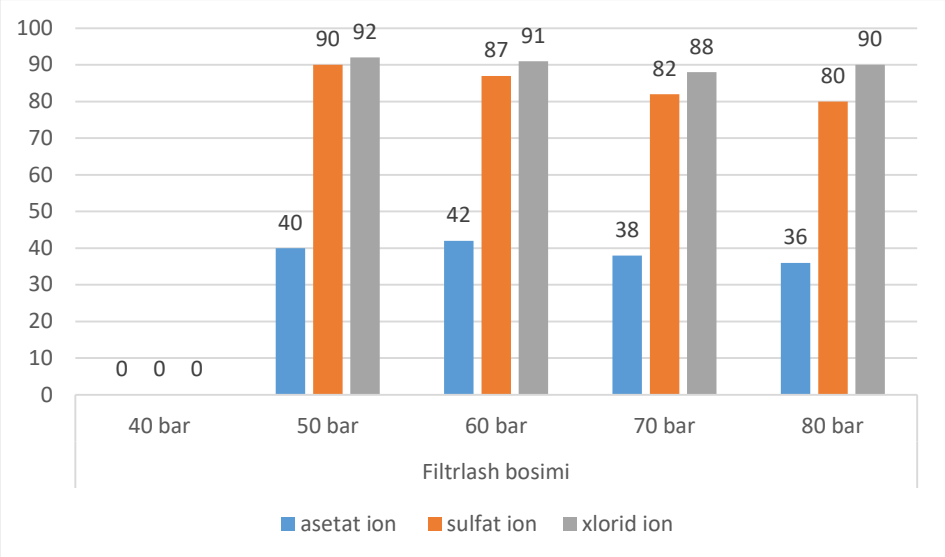
C.V. Nabokov va H.P. Petkina tadqiqotlarida tabiiy gazni zararli birikmalardan tozalashni yangi samarali absorbentda sinovdan o‘tkazishgan. Ularning tadqiqotdan maqsadi gaz tozalash sifatini yaxshilash, energiya sarfini kamaytirish, atmosferaga zararli chiqindilarni chiqishini kamaytirish va iqtisodiy samaradorlikka erishish bo‘lgan. Buning uchun Rossiyalik olimlar “Gazprom” AJning tabiiy gazni qayta ishlash zavodlarida, jumladan Orenburg va Astraxan gazni qayta ishlash zavodlarida ishlatilayotgan etanolaminlar (MEA, MDEA) o‘rnida Hovamin absorbentlardan foydalanish tavsiya etishgan [5; 3-8 b]. Tadqiqot ishida shu bilan birga MDEA, DEA eritmalariga aktivator sifatida piperazin qo‘shib, kompozitsion absorbentlar tayyorlanib ularni ham laboratoriya sinovlaridan o‘tkazilganligi, gaz tozalash va regeneratsiyasining laboratoriya sinovlari natijalari keltirilgan. Bunda gazlarni H_2S, CO_2 va organosulfid birikmalaridan tozalashda piperazin asosda tayyorlangan kompozitsion absorbentlarning afzalligi ko‘rsatilib, 40- 70 °C harorat, 4,9 dan 100 kPa gacha bo‘lgan bosimda kislota gazlarining absorbentlarda eruvchanligi va ularni regeneratsiyalash jarayonida tez ajralishining eksperimental tahlillari keltirilgan.

Absorbsiya va desorbsiyaga asoslangan texnologik jarayon qaytar reaksiyalarning keng doirasini o‘z ichiga olishi va kimyoviy muvozanat, massa

ISSN 3030-3907

almashinuvi va kimyoviy kinetika o‘rtasidagi munosabatlar ko‘rsatib o‘tilgan [6; 443-446 b]. Birlamchi yoki ikkilamchi aminlar va zararli birikmalar orasidagi reaksiya zvitterion mexanizmi bilan modellashtirilgan hamda model uchun zarur bo‘lgan asosiy fizik-kimyoviy xossalar birikmalarning fizik eruvchanligi hisoblanganligi tug‘risida ma’lumotlar berilgan. DEA va MDEA larni regeneratsiyalashning diffuziya koeffitsiyentlari, shuningdek, reaksiya tezligi koeffitsiyentlari va muvozanat konstantalari haqidagi ma’lumotlar modelning dastlabki ma’lumotlari bilan taqqoslangan. Etanolamin tabiiy gazini oltingugurli birikma va boshqa kislotali aralashmalaridan (CO_2, COS, RSH CS_2 va H_2S) ishlab chiqarish korxonalarida MEA va DEA o‘rniga MDEA asosidagi absorbentdan foydalanish natijasida eritmani qayta tiklashning issiqlik energiyasini tejovchi, eritma faol komponentining bir qismi kamayishi bilan amalga oshiruvchi termik usuli taklif etilgan [7; 331-333 b., 8; 551-556 b.].

NATIJA: MDEA eritmasida tarkibida bo‘lgan moddalar va termik barqaror tuzlar (TBT) aralashmasidan iborat, ammo MDEA konsentratsiyasi 35% li eritmasida TBT ionlari konsentratsiyasidan ancha yuqori. Shundan kelib chiqib, bu ionlar sababli yuzaga keladigan osmotik bosim MDEA konsentratsiyasidan keladigan osmotik bosimga nisbatan bir necha barobar kichik bo‘ladi. Shu sababli membrananing oqimi asosan MDEA konsentratsiyasiga bog‘liqligi aniqlandi. Shularni inobatga 35% li konsentrsatsiyali MDEA eritmalarini 10÷80 bar oralig‘ida tadqiqodlar 1-rasmda keltirilgan.

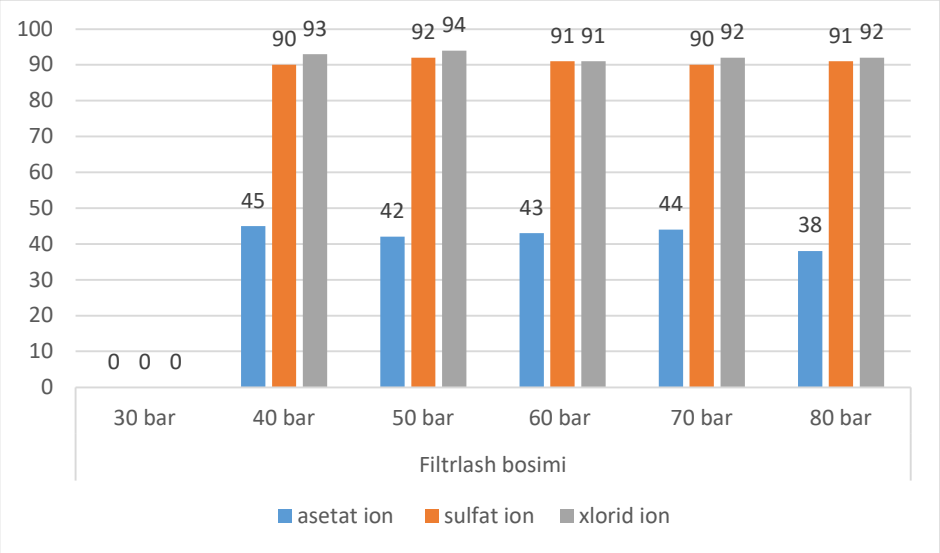


1- rasm. Ishlatilgan MDEA eritmasini 35% li konsentratsiyada, bosim oritishida 1PVDF/PSU/PAN/PEG mebrana filtrning ionlarni ushlab qolish samadorligi

35% li ishlatilgan MDEA eritmasi 50 bar bosimda o‘tishi kuzatildi natijada atsetat ionlari 40%, sulfat ionlari 90% va xlorid ionlarining 92% filtrda qolganligi aniqlandi.

ISSN 3030-3907

2PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membranali filtr orqali ishlatilgan MDEA tarkibidagi atsetat (CH_3COO^-), sulfat (SO_3^{2-}), va Cl^- xlorid ionlarini ushlab qolishi bo‘yicha filtlash tajribalar o‘tkazildi. Bunda ham MDEA eritmasini 35% li konsentratsiyalaridan foydalanildi. Filtrlash jarayoni ishchi bosimi 10-80 bar oralig‘ida olib borildi natijalar 2-rasmda keltirilgan.

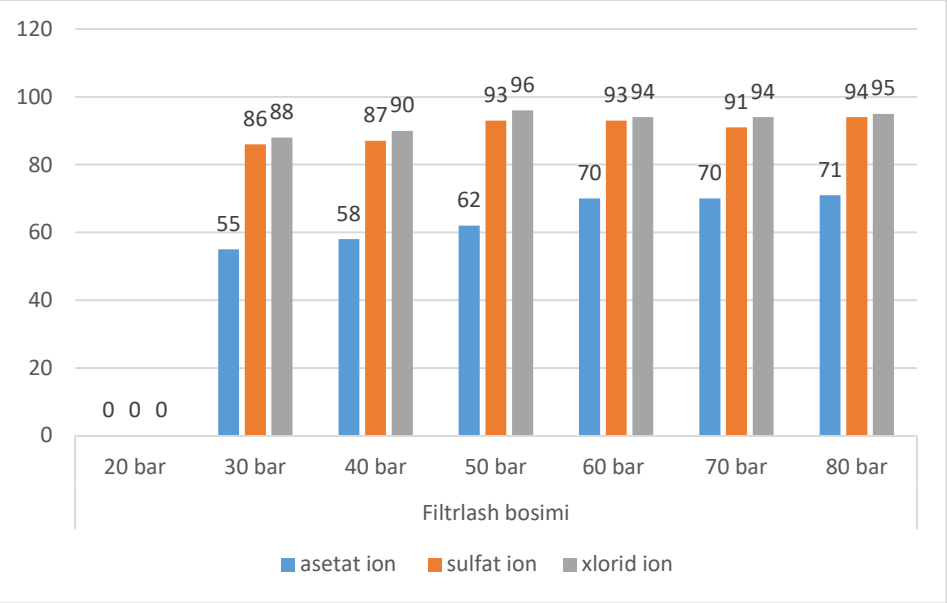


2- rasm. Ishlatilgan MDEA eritmasini 35% li konsentratsiyada, bosim oritishida 2PVDF/PSU/PAN/PEG mebrana filtrning ionlarni ushlab qolish samadorligi

35% li ishlatilgan MDEA eritmasi 40 bar bosimda o‘tishi kuzatildi lekin 50 bar bosimda yuqori samaradorlikni qayt etdi ya’ni: atsetat ionlari 42%, sulfat ionlari 92% va xlorid ionlarining 94% filtrda qolganligi aniqlandi.

Ilmiy tadqiqotlarimiz natijasida oxirgi olingan 3PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membranali filtr orqali ishlatilgan MDEA tarkibidagi atsetat (CH_3COO^-), sulfat (SO_3^{2-}) va Cl^- xlorid ionlarini ushlab qolishi bo‘yicha filtlash tajribalar o‘tkazildi. Bunda ham MDEA eritmasini 35% li konsentratsiyalaridan foydalanildi. Filtrlash jarayoni ishchi bosimi 10-80 bar bosimgacha olib borildi natijalar 3-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



3- rasm. Ishlatilgan MDEA eritmasini 35% li konsentratsiyada, bosim oritishida 3PVDF/PSU/PAN/PEG mebrana filtrning ionlarni ushlab qolish samadorligi

35% li ishlatilgan MDEA eritmasi 30 bar bosimda o‘tishi kuzatildi. Lekin bu tajribamizda ham 50 bar bosimda ionlarni yuqori samaradorlik bilan ushlab qolishi aniqlandi ya’ni: atsetat ionlari 62%, sulfat ionlari 93% va xlorid ionlarining 96% filtrda qolganligi aniqlandi.

Umumiy qilib aytganda, gazni qayta ishlash zavodlarida 35% MDEA eritmasi ishlatilishini inobatga olgan holda ishlatilgan 35% li MDEA eritmasi tanlab olindi va tarkibidagi termik barqaror tuzlardan tozalash uchun ilmiy tadqiqiotlar natijasida olingan membrana filtrlari termik barqaror tuzlarni o‘shlab qolishi 50 bar bosimda ijobiyligi aniqlandi. Yuqorida o‘tkazilgan tadqiqot natijalari asosida PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli polimer kompozitli membranali filtrlardan ishlatilgan 35% li MDEA eritmasini 50 bar bosimda o‘tishi, va tarkib ko‘rsatgichlari o‘zaro taqqoslash natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Ishlatilgan 35% li MDEA eritmasi tarkib ko‘rsatgichlari va PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membranali filtrdan 50 bar bosimda o‘tgan eritmaning tarkibi

№	Tarkib ko‘rsatgichlari	ishlatilgan MDEA eritmasida	PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membrana orqali filtrlangan MDEA eritmasi	2PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membrana orqali filtrlangan MDEA eritmasi	3PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membrana orqali filtrlangan MDEA eritmasi

ISSN 3030-3907

1	Ko‘rinishi	Qizg‘ish qoramtir loyqa	o‘tkir sarg‘ish	Sarg‘ish	Ochiq sarg‘ish
2	Zichlik g/sm^3	1,071	1,063	1,055	1,049
3	pH	10.3	10.0 – 10.5	10.5 – 11	11-11.3
4	Amin konsentratsiyasi, %	25,07	33.9	34.2	34.6
5	Umumiy eritilgan qattiq moddalar, ppm	903	185	170	150
6	Uglevodorod miqdori, %	yo‘q	yo‘q	yo‘q	yo‘q
7	Suv miqdori, %	74.93	66.1	65.8	65,4
8	Barqaror amin tuzlari, %	4.8	2.9	2,3	1,9
9	Xlor ionlari, ppm	3900	312	234	156
10	Sulfat ionlari, ppm	119000	11900	9520	8330

Ishlatilgan MDEA eritmasi ilmiy tadqiqotlar natijasidagi olingan uch xil nisbatli PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membranali filtrdan o‘tkazilganda sungi 3PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membranali filtrdan o‘tgan MDEA eritmasi inport asosida keltirilgan MDEA xossasiga yaqin xossani nomayon qildi. 3PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membranali filtr eng yuqori natijani qayt etganligi yuqoridagi jadvalda ko‘rsatilgan.

XULOSA: Nisbatlari har xil bo‘lgan PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli membranali filtrdan 35% li MDEA eritmasi o‘tkazilganda 3PVDF/PSU/PAN/PEG tarkibli mebranali filtrning ionlarni ushlab qolish samadorligi eng yuqori natijani

ISSN 3030-3907

qayt etdi ya'ni: barqaror amin tuzlari, 4.8% dan 1.9% gacha, xlor ionlari 3900 ppmdan 156 ppm gacha va sulfat ionlari 119000 ppmdan 8330 ppmgacha kamayganli aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Danckwerts P. V. The reaction of CO2 with ethanolamines // Chem. Eng. Sci. 1979. V. 34. N 4. P. 443–446. DOI: https://doi.org/10.1016/0009- 2509(79)85 087-3.

2. Kosuke Tanaka, Tatsuo Fujiwara, Hirokazu Okawa, Takahiro Kato and Katsuyasu Sugawara. Ultrasound irradiation for desorption of carbon dioxide gas from aqueous solutions of monoethanolamine. The Japan Society of Applied Physics Japanese Journal of Applied Physics, Volume 53, Number 7S Citation Kosuke Tanaka *et al 2014 Jpn. J. Appl. Phys.* 53 07KE14

3. Kim, H., Jung, J. Y., Park, K. H., Linga, P., Seo, Y., & Wood, C. D. (2021). Enhanced kinetic performance of amine-infused hydrogels for separating CO2 from CH_4/CO_2 gas mixture. Energy & Fuels, 35(17), 13889-13899.

4. Mayfield Road. Microwave swing regeneration of aqueous monoethanolamine for post-combustion CO2 capture. Institute for Materials and Processes, School of Engineering, University of Edinburgh, Edinburgh. EH9 3JL, UK 15 April 2017, Pages 126-133.

5. С.В. Набоков, Н.П. Петкина. Применения этаноламинов на установках очистки природного газа ОАО «Газпром». Вести газовой науки. №1 (21). 2015. С. 3-8.

7. Danckwerts P. V. The reaction of CO_2 with ethano lamines//Chem. Eng. Sci. 1979.V.34. N 4. P. 443–446. DOI: https://doi.org/10.1016/0009- 2509(79)85 087-3.

8. Crooks J. E., Donnellan J. P. Kinetics and mechanism of the reaction between carbon dioxide and amines in aqueous solution // J. Chem. Soc. Perkin Transac. 2. 1989. V. 4. P. 331–333. DOI: https://doi.org/10.1039/ P298900 00331

9. Supap T., Saiwan C., Idem R., Tontiwachwuthikul P. Part 2: Solvent management: solvent stability and amine degradation in CO_2 capture processes // Carbon Manag. 2011.V.2.N 5.P. 551–566. DOI: https://doi.org/10.4155/cmt.11.55.

ISSN 3030-3907