ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА КОМПОЗИТНОГО АБСОРБЕНТА ПОСЛЕ РЕГЕНЕРАЦИИ»

Ш.У.Ахмедова
Бухарский государственный технический университет
О.Б. .Ахмедова
Ташкентский государственный технический университет, доцент

Аннотация. В данной работе рассматривается исследование компонентного состава композиционного абсорбента после процесса регенерации. Проведен анализ изменений концентраций активных компонентов абсорбента, включая диэтаноламин, гексамин и карбогидразид, в зависимости от условий регенерации. Установлено влияние термических и химических факторов на стабильность состава и эффективность абсорбента. Полученные результаты позволяют оценить степень деградации компонентов и обосновать оптимальные условия регенерации для повышения эффективности процессов очистки газов.

Ключевые слова: газовая хроматография, композиционный абсорбент, диэтаноламин (DEA), гексамин ($C_6H_{12}N_4$), карбогидразид ($OC(N_2H_3)$), диоксид углерода (CO_2), сероводород (H_2S), карбонилсульфид (COS), дисульфид углерода (CS_2), меркаптаны (RSH), тиофены (C_4H_4S).

Annotation. In this paper, we consider the study of the component composition of a composite absorbent after the regeneration process. The analysis of changes in the concentrations of the active components of the absorbent, including diethanolamine, hexamine and carbohydrazide, depending on the regeneration conditions. The influence of thermal and chemical factors on the stability of the composition and the effectiveness of the absorbent has been established. The results obtained make it possible to assess the degree of degradation of the components and justify optimal regeneration conditions to increase the efficiency of gas purification processes.

Keywords: gas chromatography, composite absorbent, diethanolamine (DEA), hexamine ($C_6H_{12}N_4$), carbohydrazide ($OC(N_2H_3)$), carbon dioxide (CO_2), hydrogen sulfide (H_2S), carbonyl carried (COS), carbon disulphide (CS_2), mercaptans (RSH), tifany (C_4H_4S).

Annotatsiya. Ushbu ishda regeneratsiya jarayonidan so‘ng kompozitsion absorbentning tarkibiy tarkibini o‘rganish ko‘rib chiqiladi. Regeneratsiya sharoitiga qarab, dietanolamin, geksamin va karbogidrazid kabi absorbentning faol komponentlari kontsentratsiyasining o‘zgarishlari tahlil qilindi. Termik va kimyoviy omillarning tarkib barqarorligi va absorbent samaradorligiga ta’siri

ISSN 3030-3907

aniqlandi. Olingan natijalar komponentlarning degradatsiya darajasini baholash va gazlarni tozalash jarayonlarining samaradorligini oshirish uchun optimal regeneratsiya sharoitlarini asoslash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: gaz xromatografiyasi, kompozit absorbent, dietanolamin(DEA), geksamin (CSIPANOLAMIN (DEA), karbogidrazid (OC (N_2HEXPRESS)), karbonat angidrid(CO_2), vodorod sulfidi (H_2S), karbonil (COS), uglerod disulfid (CS_2), merkaptanlar (RSH), tifany (CIPEDY).

ВВЕДЕНИЕ.

Природный газ является одним из наиболее значимых видов углеводородного сырья, обладающим существенными разведанными запасами по сравнению с другими энергетическими ресурсами, что обусловливает его широкое применение в топливно-энергетическом комплексе и в процессах химического синтеза. Крупнейшие запасы природного газа сосредоточены в таких странах, как США, Саудовская Аравия, Иран, Катар и Россия. В Республике Узбекистан природный газ также широко используется в энергетике, при производстве синтетических топлив, а также в технологиях получения полимерных материалов [1].

В промышленной практике процессов газоочистки одним из наиболее распространённых абсорбентов является диэтаноламин (DEA). На предприятиях АО «Узбекнефтегаз», в частности на Шуртанском газохимическом комплексе, применяется неселективная технология очистки природного газа с использованием водных растворов DEA. Очистка сырьевого газа от сероводорода (H_2S) и диоксида углерода (CO_2) осуществляется за счёт химической абсорбции. При этом диэтаноламин характеризуется высокой эффективностью по отношению к сероводороду, тогда как степень извлечения диоксида углерода ограничивается сравнительно низкой скоростью образования бикарбонатных соединений. Следует отметить, что углеводородные газы (природный газ, биогаз и др.) помимо основных компонентов могут содержать такие примеси, как карбонилсульфид (COS), дисульфид углерода (CS_2), меркаптаны (RSH), тиофены и другие серосодержащие соединения. Современные требования к качеству газового сырья, используемого в химической переработке, предусматривают глубокую очистку от кислых и серосодержащих компонентов. В этой связи особую актуальность приобретает разработка высокоэффективных композиционных абсорбентов с заданными физико-химическими свойствами. Создание композиционных абсорбентов требует научно обоснованного подбора их компонентного состава, а также определения оптимальных концентраций активирующих добавок,

ISSN 3030-3907

обеспечивающих повышение селективности, абсорбционной ёмкости и стабильности системы в условиях регенерации [2-3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ: Исследование поставленной задачи было начато с анализа компонентного состава сырьевого газа, поступающего на Шуртанский газохимический комплекс. Состав сырьевого газа определялся на основе усреднённых данных газохроматографического анализа за период одного месяца. Установлено, что содержание диоксида углерода (CO_2) составляет 3,36 %, а сероводорода (H_2S) — 0,093 %. Данные показатели превышают регламентированные нормативные значения, что оказывает отрицательное влияние на эффективность аминовой абсорбционной очистки. Очищенные углеводородные газы, получаемые на Шуртанском газохимическом комплексе, используются в качестве сырья в различных технологических процессах. В частности, метансодержащий газ направляется на завод GTL (Gas-to-Liquids) для получения синтетических жидких топлив, тогда как этансодержащая фракция используется непосредственно на комплексе для производства полимерной продукции. В связи с этим степень очистки газов от примесей имеет принципиальное значение для последующих процессов химической и каталитической переработки. С целью повышения технико-экономических показателей процессов очистки углеводородных газов от кислых компонентов, в частности за счёт снижения эксплуатационных затрат, был разработан модифицированный вариант абсорбционного процесса с использованием диэтаноламина (DEA). На основе применяемого в промышленности абсорбента — диэтаноламина, с добавлением активаторов, таких как гексамин и карбогидразид, была предложена композиционная абсорбционная система с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Диэтаноламин (DEA) $NH(C_2H_4OH)_2$ — физико-химические свойства: продукт представляет собой жидкость от бесцветного до желтоватого цвета с характерным запахом. Растворяется в воде и жирах. Водородный показатель: pH продукта составляет 11 (при температуре 20 °C в растворе 100 г/л H_2O). Плотность продукта при температуре 20 °C составляет 1,0959 г/см³.

Гексамин (ГМТА) $C_6H_{12}N_4$ — молекулярная формула $C_6H_{12}N_4$. Гексамин представляет собой белый кристаллический порошок. Образуется в результате реакции 4 моль аммиака и 6 моль формальдегида [45; с. 48–62]. По своей структуре напоминает адамантан.

Основываясь на результатах токсиколого-гигиенических исследований, установлено, что при различных условиях и

ISSN 3030-3907

регламентированных режимах применения гексамина (уротропина) отсутствуют доказательства его кумулятивного и хронического токсического действия на организм человека. При соблюдении установленных норм его воздействие может рассматриваться как безопасное и допустимое. Гексамин широко применяется в качестве ингибитора коррозии, эффективно подавляя процессы водородной коррозии металлов за счёт адсорбции на поверхности и формирования защитных плёнок, препятствующих протеканию электрохимических реакций.

Карбогидразид (карбонил дигидразид, 1,3-диаминомочевина) с молекулярной формулой $CO(NHNH_2)_2$ представляет собой высокочистое кристаллическое соединение белого цвета (степень чистоты не менее 98,0%). Водный 10%-ный раствор характеризуется слабощелочной реакцией (pH ≈ 8,45), что обусловлено наличием функциональных гидразидных групп, способных к диссоциации в водной среде. Карбогидразид обладает высокой растворимостью в воде и полярных органических растворителях, включая спирты. В силу выраженных восстановительных свойств он используется в качестве эффективного ингибитора коррозии, в том числе в системах водоподготовки и парогенерации, где способствует связыванию растворённого кислорода и предотвращению коррозионных процессов в металлических конструкциях.

При разработке вышеуказанной абсорбционной композиции выбор химических реагентов осуществлялся с учётом доступности местного сырья, эффективности воздействия, а также с целью устранения выявленных недостатков в функционирующих технологических процессах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. В ходе проведённых исследований был выполнен анализ компонентного состава сырьевого газа, поступающего на Шуртанский газохимический комплекс, а также оценена эффективность его очистки с использованием традиционного и модифицированного абсорбента на основе диэтаноламина (DEA).

Установлено, что исходный газ характеризуется повышенным содержанием кислых компонентов: диоксида углерода (CO_2) — 3,36 % и сероводорода (H_2S) — 0,093 %, что превышает допустимые нормативные значения. Наличие данных примесей оказывает негативное влияние на последующие процессы переработки, в частности снижает эффективность каталитических стадий и может приводить к дезактивации катализаторов. Применение стандартного водного раствора диэтаноламина обеспечивает эффективное удаление сероводорода, однако степень извлечения диоксида углерода остаётся недостаточной. Это связано с кинетическими

ISSN 3030-3907

особенностями процесса, в частности с относительно низкой скоростью образования бикарбонатных соединений. С целью повышения эффективности очистки был разработан композиционный абсорбент, включающий диэтаноламин (DEA) с добавлением активаторов — гексамина и карбогидразида.

Введение указанных добавок способствует интенсификации процессов хемосорбции кислых компонентов, а также повышает устойчивость абсорбента к термической и химической деградации в процессе регенерации. Для определения компонентного состава исследуемых абсорбционных композиций и продуктов их деградации применялся метод капиллярной газовой хроматографии. Анализ проводился на хроматографе Hewlett-Packard с использованием пламенно-ионизационного детектора. В ходе исследований были выбраны следующие условия: капиллярная колонка диаметром 0,53 мм и длиной 5 м, неподвижная фаза — силикон SE-30; температура испарителя — 250 °C; начальная температура колонки — 60 °C с выдержкой в течение 5 мин; затем температура повышалась со скоростью 1 °C/мин до 102 °C, после чего — со скоростью 5 °C/мин до 200 °C с последующей изотермической выдержкой при 200 °C в течение 35 мин. В качестве газа-носителя использовался гелий с начальной скоростью потока 8 см³/мин; степень деления потока — 1/80; объём вводимой пробы составлял 0,2 мкл.

Идентификация компонентов осуществлялась с использованием индивидуальных стандартных веществ, а также на основе опубликованных значений относительных времен удерживания. При этом продукты деградации анализировались методом капиллярной газовой хроматографии, тогда как термостабильные соли определялись методом ионно-обменной жидкостной хроматографии. Количественный анализ проводился с использованием методов внутренней нормализации и прямой калибровки. Хроматограмма композиционного абсорбента на основе диэтаноламина (DEA) представлена на рисунке 1 [4].

ISSN 3030-3907

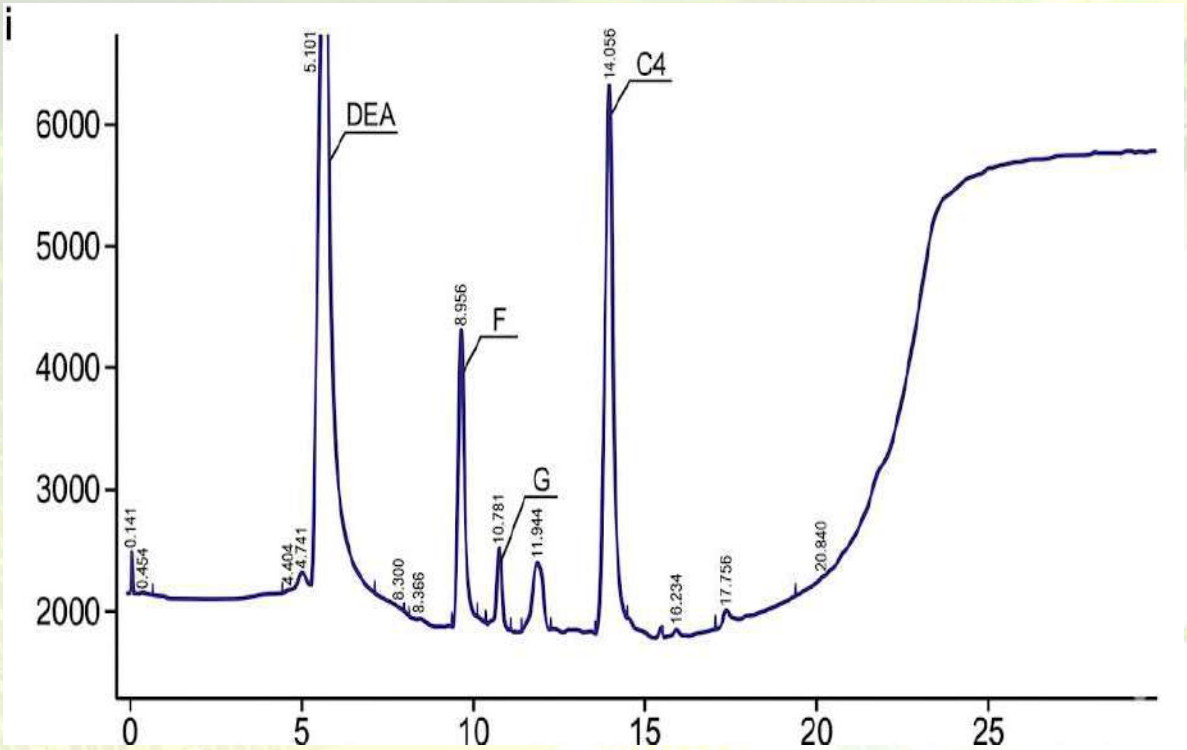


Рисунок 1. Хроматограмма образца растворного абсорбента с продуктами деградации:

1 - гексамин; 2 - карбогидразид; 3 - вода и незначительное количество продуктов деградации.

Продукты деградации представлены термостабильными солями; результаты исследований показали, что их содержание не превышает 0,1 %. Это имеет существенное значение, поскольку данный показатель в 2,5 раза ниже по сравнению с содержанием стабильных солей в традиционно применяемых абсорбентах. При анализе компонентного состава абсорбента после регенерации методом капиллярной газовой хроматографии установлено, что исходные компоненты композиции сохраняются, что подтверждается данными, полученными на хроматограмме [5].

Экспериментальные результаты показали, что использование композиционного абсорбента позволяет:

- повысить степень извлечения диоксида углерода;
- сохранить высокую эффективность удаления сероводорода;
- снизить потери активного вещества при регенерации;
- увеличить стабильность абсорбента при многократных циклах «абсорбция - регенерация».

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения модифицированных абсорбционных систем для повышения эффективности процессов очистки углеводородных газов от кислых компонентов.

ISSN 3030-3907

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В ходе проведённого исследования разработан и всесторонне изучен композиционный абсорбент на основе диэтаноламина (DEA), модифицированный добавками гексамина и карбогидразида, предназначенный для повышения эффективности процессов очистки углеводородных газов от кислых компонентов.

Установлено, что применение разработанной композиции позволяет существенно повысить эффективность абсорбционной очистки: степень извлечения диоксида углерода и сероводорода увеличивается до двух раз по сравнению с традиционными растворами DEA. При этом остаточное содержание CO_2 снижается до 0,0057 % (масс.), а содержание сернистых соединений — до 0,0028 г/м³, что свидетельствует о высокой степени очистки газа и соответствии современным технологическим требованиям.

Показано, что введение активаторов способствует интенсификации процессов хемосорбции, а также снижению скорости деградации абсорбента. Содержание термостабильных солей не превышает 0,1 %, что в 2,5 раза ниже по сравнению с традиционными системами, что указывает на повышение химической стабильности композиции. Дополнительно установлено снижение коррозионной активности среды за счёт ингибирующего действия карбогидразида, а также отсутствие избыточного пенообразования, что положительно влияет на надёжность работы оборудования.

Важным результатом является предотвращение уноса абсорбента с очищенным газом, что снижает потери диэтаноламина и повышает экономическую эффективность процесса. Анализ состава после регенерации показал сохранение основных компонентов композиции, что подтверждает её устойчивость в условиях многократных циклов «абсорбция–регенерация».

Таким образом, разработанный композиционный абсорбент характеризуется повышенной эффективностью, стабильностью и эксплуатационной надёжностью и может быть рекомендован для промышленного внедрения в процессах очистки углеводородных газов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-60 от 28 января 2022 г. «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы»
2. Li K. et al. Advances in acid gas removal technologies // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2021.
3. Элов И.И., Рузикулов Ф.А. Некоторые физическо-химические свойства кислых компонентов природных газов республики. Современные проблемы физики конденсированного состояния –“СПФКС-2016. Тезиси докладов Республиканской научной конференции. Бухара, 2016. С. 147-149.

ISSN 3030-3907

4. O.B. Akhmedova, Sh.U. Axmedova. “Physicochemical parameters of saturated and desorbed absorbent compositions” Innovative research in modern education journal. -Vol.3. - 2025.-№2. -P.64-69.
5. O.B. Axmedova, Sh.U. Axmedova, S.A. G‘aybullayev. DEA, geksamin, karbogidrazid tarkibli absorbent kompozitsiyasining gazlarni nordon komponentlardan tozalashda gazxromatografiya tahlillari // Farg‘ona davlat texnika universitet jurnal 2025. T.29, №4.110-114 b

ISSN 3030-3907