

FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGI

1
2026

Tahririyat hay'ati raisi:
SIDDIQOVA S.G'. –
Buxoro davlat texnika universiteti rektori

Muovini:
NIZAMOV A.B. –
BuxDTU ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori
Tahrir hay'ati:

MUQIMOV K.M. – O'zR FA akademigi (O'zMU)
JALILOV A.T. – O'zR FA akademigi (Toshkent kimyo-texnologiya ITI)
NEGMATOV S.N. – O'zR FA akademigi ("Fan va taraqqiyot" DUK)
BAHODIROV G'.A. – t.f.d., professor, O'zR FA bosh ilmiy kotibi
XAMIDOV O.X. – iqtisod fanlari doktori, professor (BuxDU)
JALILOV T.K. – iqtisod fanlari doktori (DSc), professor (TKTI)
PARDAYEVA M.D. – BuxDTU yoshlar masalalari va ma'naviy-ma'rifiy ishlar bo'yicha birinchi prorektori, falsafa fanlari doktori (DSc)
XOJIYEV A.X. – o'quv ishlari bo'yicha prorektor, texnika f.f.d. (PhD)
SAIDOV S.B. – Buxoro DTU moliya va iqtisod ishlari bo'yicha prorektori
QURBONOV J.M. – texnika fanlari doktori, professor (Samarqand ISI)
ADIZOV B.Z. – texnika fanlari doktori (DSc), pprofessor, O'zRFA UNKI
ASTANOV S.X. – fizika-matematika fanlari doktori, professor
RAXMONOV X.Q. – texnika fanlari doktori, professor
VOXIDOV M.M. – texnika fanlari doktori, professor
JO'RAYEV X.F. – texnika fanlari doktori, professor
SADULLAYEV N.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOV Q.X. – texnika fanlari doktori, professor
FOZILOV S.F. – texnika fanlari doktori, professor
ISABAYEV I.B. – texnika fanlari doktori, professor
ABDURAHMONOV O.R. – texnika fanlari doktori, professor
GAFUROV K.X. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
XAYDAROV A.A. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
JO'RAYEV F.O'. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MURADOVA F.R. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
JUMAYEV M.R. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
YUNUSOVA G.S. – falsafa fanlari doktori (DSc), professor
BOBOYEV A.Ch. – iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor
TO'XTAYEVA Z.Sh. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.J. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
HAYITOV R.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOZOROV G'.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOLTAYEV Z.I. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
OLTIYEV A.T. – texnika fanlari doktori, (DSc)
JALILOV R.B. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.I. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOVA N.Q. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
AXMEDOV V.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV R.A. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
PULATOVA M.I. – fizika-matematika fanlari nomzodi, professor
RAHMATOV Sh.A. – pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
OCHILOV A.R. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
O'RINOV U.A. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
PO'LATOVA S.U. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
SAMIYEVA Sh.X. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
TESHAYEV M.X. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
XAITOV V.U. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
XOJIYEV Sh.M. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
XAYITOV Sh.N. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
ZOIROV E.X. – falsafa fanlari doktori (DSc), dotsent
NARZIYEV M.S. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
NAMAZOVA N.J. – iqtisodiyot fanlari b.f.d. (PhD), dotsent

Bosh muharrir: DO'STOV H.B. – kimyo fanlari doktori, professor

Muharrirlar: Artikova M.M., Istamova G.X.
Musahhih: Barakayeva D.F.

FAN VA TEXNOLOGIYALAR
TARAQQIYOTI
ILMIY-TEXNIKAVIY JURNAL

DEVELOPMENT OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyati boshqarmasida 2014 yil 22-sentyabrda № 05-066-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan

Muassis:
Buxoro davlat texnika universiteti

Jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Rayosatining 2017 yil 29-martdagi №239/5-sonli qarori bilan dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan. 2019 yilda O'zbekiston Respublikasi OAK Rayosatining qarorlari bilan qayta ro'yxatdan o'tkazilgan.

Tahririyat manzili:
200117, Buxoro shahri, Q. Murtazoyev ko'chasi, 15-uy, Buxoro davlat texnika universiteti
Tel: 0(365) 223-92-40
Faks: 0(365) 223-78-84
E-mail: fannt_jurnal@umail.uz

Jurnalning to'liq elektron varianti bilan <http://journal.bstu.uz> sayti orqali tanishish mumkin.

Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to'liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim ham mos tushmasligi mumkin. Jurnalda yoritilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolalarning mualliflari va reklama beruvchilar mas'uldirlar.

MUNDARIJA – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

TEXNIKA, TEXNOLOGIYA VA JIHOZLAR	
Normayev Q.H., Pardayeva Sh.S., Pirnazarov Sh.V., Ashirova M.R., Jalg'asova G.S. Burg'ilash mashinalari va ularning mexanizmlarini samarali qayta tiklash texnologiyalari.	5
Azamjonov R.S. Eksploatatsiyadagi avtoyo'l ko'priklarining yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish usulini takomillashtirish	11
Xolmuxammadiyev A.M., Toshev Sh.O. Burg'ulash eritmasidan markazdan qochma separator yordamida yengillashtirilgan eritma tayyorlash texnologiyasi	15
Джураев Х.Ф., Ўктамова Ш.Х. Ковок уруғи қобиғининг синдириш кучларини аниқлаш методикаси	20
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method.	24
Jo'rayev F.O', Jo'rayev A.A., Saidova G.K. Uneversal qurilmaning yumshatuvchi ish oraganining parametrlarini uning ish ko'rsitkichlariga ta'siri.	27
Авлиякулов Н.Н. Достижение качества измерительных процессов при метрологическом обеспечении производства	32
Do'stov H.B., Rahimov B.R., Savriyev F.A. Suvlangan gaz quduqlarini qayta ishga tushirish texnologiyasini takomillashtirish tahlili.	36
KIMYO VA KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR	
Toshboyev S.O', Panoyev E.R., Hasanov Z.Z. Gazlarni tozalashda qo'llaniluvchi absorbentlarning tavsifi va unda hosil bo'ladigan ko'piklanish sabablari.	43
Умаров С.Х., Рустамов В.Дж., Халлоков Ф.К., Ходжаев У.О., Нарзуллаева З.М. Механизм отрицательной фотопроводимости в TlGaSe ₂	47
Фозилов Х.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Маҳаллий иккиламчи хом ашё – куйи молекулали полиэтиленни оксидлаб синтетик юқори ёғ кислоталари олиш ва уларнинг физик-кимёвий хоссалари.	52
Абдирахимов И.Э. Способы предотвращения образования гидрата при переработке газов.	57
Alinazarov A.X., Shariboyev N.Y., Jo'raxanov D.M. Anaerob parchalanish jarayonida harorat barqarorligining metanogen bakteriyalar faolligiga ta'siri va uni quyoshli issiqlik tizimi orqali ta'minlash.	61
Abdirakhimov I.E. Anticorrosion properties of copper phosphide.	66
Norqulov J.F., Ibodullayev M.X., Abduraxmonov O.R., Kodirov O.Sh. Amin eritmalarini issiqlikka bardoshli tuzlardan tozalash jarayonini modellashtirish.	72
Абдирахимов И.Э., Буранов Ф.Э., Курбанов А.Т. Исследование технологических параметров, рекомендованных для синтеза этилена из метана.	79
Rahimov B.R. Yuqori qatronli neftlarning qovushqoqligini pasaytiruvchi depresantlar kompozitsiyasini ishlab chiqish.	86
Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С. Определение концентрации диэтанолamina титриметрическим методом	91
Rahimov B.R. Qoldiq neftlarni olishda chuqurlik nasos qurilmasini takomillashtirishning dolzarb muamolari.	96
Yuldashev T.R., Buronov F.E., Hafizov S.Sh. Tabiiy gazning tarkibidagi zaharli komponentlarni aminlar yordamida tozalash jarayonlari.	100

MASHINASOZLIK VA ENERGETIKA	
Bafoyev D.X. Detallar sirtini plastik deformatsiyalash va bir tekis mikrorelefnı shakllantirish	107
Majitov J.A. Bioreaktor devorining turli sirtlarida issiqlik berish koeffitsiyentlarini hisoblash va tahlil etish.	112
Azamov S.S. Uch fazali tok o'zgartkichlari yordamida asinxron motorlarni himoya qilish tizimi tatqiq etish.	118
Maxmudov M.I., Qo'shshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O. Quyosh panellarining samaradorligiga changlanganlikning ta'sirini o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar tahlili.	122
Атауллаев А.О. Исследование и разработка виброустойчивых инклинометрических преобразователей для систем контроля и управления.	128
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Tojlanish jarayonining yuqori kuchlanishli havo liniyalaridagi quvvat yo'qotishlariga ta'sirini baholash.	135
Murodov K.J. Ko'p qavatli binolarning vertikal chiqindi quvurlaridagi suyuqlik oqimlaridan elektr energiya hosil qilish.	141
Xamroyev X.X. Mexanik ishlov berishda sirt qatlamining mexanik xususiyatlari.	145
Tojimurodov D.D. Asinxron motorlarni nosimmetrik rejimlari.	149
Sadullayev N.N., Nematov Sh.N., To'xtayev Sh.B., Soliyeva Z.N., Murtazoyev F.F. O'zbekistonda quyosh sovitish tizimlari va ularning texnik imkoniyatlari.	154
INFORMATIKA VA AXBOROT – KOMMUNIKATSION TIZIMLAR	
Babomuradov O.J., Kuyliyeva F.A. Statistical analysis of social network messages.	163
Madaminov U.A., Qodirov D.R. Katta hajmli ma'lumotni parallel qayta ishlashda Hadoop MapReduce tizimini qo'llash.	168
Каххоров М.М. Моделирование ветровой турбины типа Дарье и обоснование её параметров в системе Ansys Fluent.	173
Maxmudov M.Sh. Relief morfometrik ko'rsatkichlari asosida marshrutlashning model va algoritmlari.	179
OZIQ-OVQAT SANOATI TEXNOLOGIYALARI	
Ravshanov S.S., Botirov M.Sh., Ergashev A.M., Mirzaev J.D., Shodmonqulova Q. Quruq iqlimda yetishtirilgan bug'doy donini ochiq omborlarda saqlashning mahsulot xossalariga ta'siri.	184
Sharipov N.Z., Qo'ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini infraqizil nurlar yordamida jadallashtirish.	187
Шарипов Н.З. Интенсификация процесса получения масла из ядра косточек вишни в поле сверхвысокочастотного тока.	190
Баракаев Н.Р., Шукуров Ю.У. Мева ва сабзавотларни сублимация йўли билан қуритишнинг илмий асослари.	194
Ibragimov R.R., Sharipov N.Z. Bodringni konservalash jarayonida noan'anaviy usulda issiqlik ishlov berish jarayonini nazariy asoslari.	199
Kuliyev N.Sh. Meva va sabzavot sharbatlarini ko'pirtirishda ko'pik hosil qilish va emulgirlash xususiyatlarining dinamikasi.	203
Мухамедова М.Э. Разработка рецептуры диабетических сдобных сухарей с использованием синергии растительных компонентов.	209
Хужакулов У.К., Мажидова Н.К., Мажидов К.Х. Исследование показателей качества местных сортов овощной продукции длительного хранения.	220

Файзиев А.А., Ахмедов В.Н., Кедельбаев Б.Ш. Технология приготовления натурального мясного полуфабриката ферментированного бифштекса	227
TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT TEXNOLOGIYALARI	
Ramazonov S.S., Ismoyilov F.B. Tola sifatini yaxshilash va tozalash maqsadida jinlash mashinasini ishchi qismlarini takomillashtirish.	233
Muxitdinova M.A., Bebutova N.N. Milliylik va zamonaviylik uyg‘unligi: O‘zbek libos dizaynida yangi yo‘nalishlar.	237
Nematova L.X., Qodirova D.X. Yoshi katta ayollar fe‘l atvori belgilari bo‘yicha iste’molchilarning tipologik xususiyatlarini aniqlash.	242
Saidova A.S., Saidova G.Sh., Fayzilloyeva N.B. Tikuv mashinasining tahlama qurilmadagi taxlam hosil qilishda takomillashgan tahlam berishdagi tishlarini turli ko‘rinishda choklarga ta’siri.	246
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Холиқов К.М., Мукимов М.М. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг физик-механик кўрсаткичлари тадқиқи . . .	251
Shodmonova M.S. Elastikligi yuqori bo‘lgan polimer kompozitsiya olish usulini ishlab chiqish	258
Садуллаева Д.А. Современные материалы: Хан-атлас – традиция и инновация.	261
Джурраев А., Росулов Р.Х., Пардаев Б.Ч., Имомназаров М.С. Пахтани майда ифлосликлардан тозалагичнинг самарали конструкцияси.	267
Aliyev Sh.B. Tikuv mashinasining tishli reykasini lazer nuri yordamida termik ishlov berishning matematik modeli.	270
Musayev S.S., Qodirov T.J. Reseptura ko‘rsatkichlarining poliolefin va etilenpropilen kau-chugi asosidagi poyabzal kompozitsiyalarining iste’mol va texnologik xususiyatlariga ta’siri.	275
Amonov A.R., Muxammedjanov M.M. Tikuv mashinasi qavariq rezinali vtulkali qayishqoq tayanchlarga o‘rnatilgan bosh vali tebranish amplitudasi tahlili.	281
Berdimuratov U.T., Rosulov R.X., Pardayev B.Ch. Arrali jinlar konstruksiyasi, asosiy ishchi organlari, ishlash jarayoni.	284
Muxammedova M.O., Axmedov J.J. O‘smirlar uchun soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv yechimlarini ishlab chiqish.	286
Temirova G.I., Shodmonova M.S. Polimer kompozitsiya asosida ko‘p qatlamli mo‘ynali paketlar tayyorlash texnologiyasi.	291
Saidova X.X., Murodova Z., Ulugova N. 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar asosida bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash.	295
Kuliyeva D.R. Bazalt mato qo‘llanilgan maxsus kiyim turini tanlash va konstruksiyasini ishlab chiqish	299
Sharipov J.O., Sayitqulov S.O., Begmurodov A.F. Detallarni yeyilishi va korroziyalanishiga asosiy sabablar hamda ulardan himoyalaniş.	306
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A. Turli o‘rilishli ikki qatlamli ko‘ylakbop matolarning mexanik va deformatsion xususiyatlarining o‘zgarishi.	309
Sayitqulov S.O., Razzoqov R.R. Paxtani mayda iflosliklardan tozalash mashinasining yangi konstruksiyasini ishlab chiqish.	314
Qodirova S.X. Ayollar ustki liboslari bo‘yicha istiqbolli moda yo‘nalishlarini tahlil qilish	318
Каримова Н.Х. Оценка свойств двухслойных трикотажных тканей на основе структурного и механического анализа противостойчивости к трению и разрывного удлинения . . .	322
Maxmudova X.M. Paxta quritishning ahamiyatliligi va undagi texnik muammolar.	326
Behbudov Sh.H., Samadova M.O. Ip va matoga ta’sir etuvchi tashqi kuchlar asosida tikuv mashinasi bo‘g‘inlarining harakat tenglamalarini tahlil qilish.	332

Шопулатов А.А., Райимкулов Ж.К., Бердимуратов У.Т., Росулов Р.Х. Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда қозикчали-планкали барабан планкаларининг таъсири	336
Sultonov M.M., Aloxodjayev A.M., Mirzaaxmedova D.Yu. Takomillashtirilgan tozalash qurilmasining texnologik parametrlarini tadqiq qilish.	340
Azimova G.A., Shokirov L.B. Mahalliy xomashyolarga asoslangan yarim jun to‘qimalar ishlab chiqishning dolzarb masalalari.	350
Agzamova S.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M., Karimova N.H. Turli xomashyoli ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining sifat ko‘ratkichlarini kompleks baholash.	354
ANIQ VA IJTIMOIIY-IQTISODIY FANLAR	
Mannonov Y.O. Kitobxonlik madaniyatini oshirishning ayrim masalalari.	360
Мухамадиев Б.Т, Мухамадиева З.Б., Джамалов С.Ш. Значение сбалансированного кишечного микробиома в укреплении физического и психологического здоровья	363
Xakimova M.Y. Elektron kutubxonani yaratishda zamonaviy dasturiy-texnik ta’minot	372
Шарипов М.З., Назаров Э.С., Зокирова З.М., Иброхимова С.Ш., Муминов Ш.Х. Структура и свойства одномерных микромагнитных конфигураций в ферромагнитных кристаллах.	375
EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI	
Мамедов Р.А., Жамолов Ж.Ж. Оценка низконапорного гидроэнергетического потенциала водозаборных сооружений и ирригационных каналов.	381
Мамедов Р.А. Исследование зависимости выхода водорода от термохимических характеристик электролита в процессе электролиза.	391

2. Потравный И.М., Тихомирова Т.М., Тихомиров Н.П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. – М.: Litres, 2022. – 351 с.
3. Перелыгин Ю.П., Лось И.С., Киреев С.Ю. Коррозия и защита металлов от коррозии: учеб. пособие для студен. технич. специаль. – 2-е изд., доп. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. – 88 с.
4. Ткачева В.Э., Лунин Д.А., Бриков А.В., Маркин А.Н. Локальная CO₂-коррозия нефтепромыслового оборудования: монография. – Уфа: БашНИПИнефть, 2021. – 168 с.
5. Абдирахимов, И. Э. (2023). Актуальные проблемы аминного очистки природных газов и пути их использования. *Universum: технические науки*, (10-5 (115)), 4-6.
6. M.X.Samadova, J.T.Nurmatov, A.X.Samadov, I.E.Abdiraximov, A.I.Tog'ayev, A.T.Kurbanov "Neft va gaz konlari asoslari" 2022/12/30 (1) 224.
7. Шерматов, Б. Э., Мансурова, М. С., Ялгашев, Э. Я., Курбанов, Э. Н., Исматов, Д. Н., & Абдирахимов, И. Э. (2018). Влияние состава газа на измерение объема проходящий через сужающее устройство. *Точная наука*, (28), 13-22.
8. A.T.Kurbanov, SH.R.Turdiyev, X.K.Eshkabilov, I.E.Abdiraximov, M.X.Samadova, B.S.Kamolov "Materiallarning kimyoviy qarshiligi va korroziyadan himoya" Darslik.- Qarshi 2023 y "Ilm-Fan-Ma'naviyat" nashriyoti 224 b.

AMIN ERITMALARINI ISSIQLIKKA BARDOSHLI TUZLARDAN TOZALASH JARAYONINI MODELLASHTIRISH

¹Norqulov J.F., ¹Ibodullayev M.X., ²Abduraxmonov O.R., ³Kodirov O.Sh.

¹Qarshi davlat texnika universiteti, ²Buxoro davlat texnika universiteti, ³O'zbekiston Milliy universiteti.

Annotatsiya. Amin eritmaları yordamida gazlarni tozalash jarayonlarida, xususan CO₂ va H₂S kabi kislotali gazlarni ajratib olishda keng qo'llaniladi. Biroq, vaqt o'tishi bilan bu eritmalar oksidlovchi va issiqlik ta'sirida emiriladi. Buning natijasida eritmaning hajmi va samaradorligini kamaytiruvchi issiqlikka bardoshli tuzlar (IBT) hosil bo'ladi. Ushbu maqolada aminli eritmalarini issiqlikka bardoshli tuzlardan tozalash orqali regeneratsiya qilishning matematik modeli ishlab chiqilgan. Modelda reaksiya va ajratish bosqichlarining kinetik va muvozanat xususiyatlari hisobga olingan. Massa almashinuvi va kimyoviy sarf tezligini ifodalovchi tenglamalar tizimi ishlab chiqilib, sonli usullar bilan echildi. MDEA va DEA asosidagi eritmalarda olib borilgan tajribaviy ma'lumotlar modelni moslikka tekshirish uchun qo'llanildi. Natijalar optimallashtirilgan sharoitlarda faqat yuqori molekulyar og'irlikdagi IBTlar qolishini va ularning mavjudligi deyarli yo'qolishini ko'rsatdi, bu esa eritma tizimining uzoq muddatli va yuqori samarali ishlashini ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: issiqlikka bardoshli tuzlar, amin eritmasi degradatsiyasi, kimyoviy regeneratsiya, neytrallanish reaksiyasi, kaliy gidroksid (KOH), CSTR (aralashtiriladigan reaktor), reaksiya kinetikasi, matematik modellash, gazlarni tozalash, eritmani qayta ishlash.

MODELING OF THE PROCESS OF PURIFICATION OF AMINE SOLUTIONS FROM HEAT-STABLE SALTS

¹Norqulov J.F., ¹Ibodullayev M.Kh., ²Abdurakhmonov O.R., ³Kodirov O.Sh.

¹Karshi state technical university, ²Bukhara state technical university,

³National university of Uzbekistan.

Abstract. Amine solutions are widely used in gas purification processes, particularly in the separation of acidic gases such as CO₂ and H₂S. However, over time, these solutions degrade under the influence of oxidants and heat. As a result, heat-resistant salts (HRS) are formed, which reduce the volume and efficiency of the solution. In this article, a mathematical model for regenerating amine solutions by removing heat-resistant salts is developed. The model takes into account the kinetic and equilibrium properties of the reaction and separation stages. A system of equations expressing the rates of mass transfer and chemical consumption was developed and solved using numerical methods. Experimental data on solutions based on MDEA and DEA were used to validate the model. The results showed that under optimized conditions, only high-molecular-weight HRS remain, and their presence is virtually eliminated, ensuring long-term and highly.

Keywords: heat-resistant salts, amine solution degradation, chemical regeneration, neutralization reaction, potassium hydroxide (KOH), CSTR (continuously stirred tank reactor), reaction kinetics, mathematical modeling, gas purification, solution processing.

Kirish. Amin asosidagi eritmalar, xususan, monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) va metildietanolamin (MDEA), kimyo va neft-kimyo sanoatida tabiiy gaz va tutun gazlaridan CO₂ va H₂S kabi kislotali gazlarni ajratib olish uchun keng qo'llaniladi. Uzoq muddat ishlatilganda bu amin eritmaları issiqlik va oksidlanish ta'sirida degradatsiyaga uchraydi. Buning natijasida aminlar kuchli organik yoki noorganik kislotalar bilan qaytmas reaksiyaga kirishib, issiqlikka bardoshli tuzlarni (IBT) hosil qiladi [1, 2]. Bu tuzlarni oddiy regeneratsiya (termik ajratish) usullari orqali ajratib olib bo'lmaydi va vaqt o'tishi bilan ularning miqdori ortib boradi, natijada tizimdagi eritmaning gaz yutish sig'imi va samaradorligi sezilarli ravishda pasayadi [3].

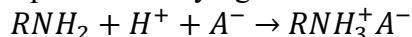
IBTlarning to'planishi korroziya, ko'piklanish, ifloslanish va ekspluatatsiya xarajatlarining oshishiga olib keladi [4, 5]. Shuning uchun amin eritmalarining uzoq muddatli barqaror ishlashini ta'minlash uchun bu tuzlarni chiqarib tashlash yoki neytrallashtirish zarur. Bu maqsadda ion almashinuvi, elektrokimyoviy va kuchli asoslar yordamida kimyoviy regeneratsiya kabi usullar ishlab chiqilgan [6]. Ayniqsa, KOH yoki NaOH kabi ishqoriy moddalar bilan kimyoviy regeneratsiya sanoatda arzon va qulay usul hisoblanadi [7, 8].

IBT regeneratsiyasi jarayonini matematik modellashtirish jarayon dinamikasini oldindan baholash, reaktiv miqdorini optimallashtirish va eritma yo'qotilishini minimallashtirish imkonini beradi [9]. Ammo IBT bilan bog'liq reaksiyalarni kinetik va mexanik jihatdan modellashtirish bo'yicha etarli ilmiy ishlar amalga oshirilmagan. Ayniqsa, nordon gazlarni ajratib olish, uglerodni tutib qolish texnologiyalarida aminlarning degradatsiyasi muhim muammo bo'lgani uchun samarali regeneratsiya qurilmalari uchun bunday modellar zarur hisoblanadi [10].

Ushbu tadqiqotda amin eritmalaridan issiqlikka bardoshli tuzlarni kimyoviy yo'l bilan regeneratsiya qilish uchun massa almashinuvi va reaksiya kinetikasini o'z ichiga oluvchi matematik model ishlab chiqiladi. Model tajribaviy va ilmiy adabiyot ma'lumotlari asosida moslikka tekshirildi hamda regeneratsiya samaradorligiga ta'sir etuvchi turli parametrlarning ta'siri o'rganildi.

Issiqlikka bardoshli tuzlarning hosil bo'lishi va ularning xossalari. Issiqlikka bardoshli tuzlar (IBT) — bu amin eritmalarida qaytmas kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo'ladigan ionli birikmalardir. Bu tuzlar degradatsiyaga uchragan aminlar va kuchli organik yoki noorganik kislotalar o'rtasida yuzaga keladi. Karbamat yoki bikarbonat kabi birikmalardan farqli ravishda, ular termik jihatdan qaytariluvchan emas va regeneratsiya jarayonida eritmadan ajralib chiqmaydi [11].

IBTlarning hosil bo'lishiga sabab bo'ladigan eng keng tarqalgan kislotalar — bu formik, atsetat, oksalat, glikolat, sulfat va xlorid kislotalaridir. Bu kislotalar gaz oqimida ifloslik sifatida mavjud bo'lishi mumkin, yoki aminlarning oksidlovchi emirilishi yoki kislorod bilan CO₂ reaksiyasi natijasida jarayon ichida (*in-situ*) hosil bo'ladi. Umumiy mexanizmga ko'ra, amin protonlanadi va termik sharoitlarda parchalanmaydigan amin tuzini hosil qiladi:



Bu yerda, A⁻ — kuchli kislotalarning bog'lovchi asoslari (masalan: formik, atsetat, sulfat) bo'lib, ular protonlangan amin bilan barqaror ion juftligi hosil qiladi [12].

IBTlarning hosil bo'lishi quyidagi muammolarga olib keladi:

- *Aminlarning yutish samaradorligi kamayadi*, chunki faol amin tuz holatiga o'tadi va yutuvchanlik qobiliyati pasayadi.
- *Korroziya kuchayadi*, bu past pH va ionli birikmalarning mavjudligi bilan bog'liq.
- *Ko'piklanish va ifloslanish yuzaga keladi*, bu absorber va regeneratsiya kolonnalarining ish faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.
- *Ekspluatatsiya xarajatlari ortadi*, chunki eritmani tez-tez almashtirish va maxsus tozalovchi uskunalar talab etiladi [13].

Shuningdek, IBTlar ko'pincha temir va nikel kabi metall ionlari bilan bog'liq holda ham hosil bo'ladi. Bu ionlar karbonli po'lat uskunalaridan korroziya natijasida ajralib chiqishi mumkin. Bu

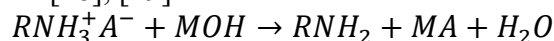
metall ionlar esa aminning yanada degradatsiyasiga sabab bo'ladi, natijada o'z-o'zini kuchaytiruvchi degradatsiya sikli yuzaga keladi [14].

Degradatsiyaga uchragan MDEA yoki DEA asosidagi eritmalarida IBT miqdori odatda jami eritma massasi bo'yicha 1–5% atrofida bo'ladi hamda bu miqdorning 30–70% qismini IBT tashkil qiladi. IBT konsentratsiyasini doimiy nazorat qilib borish eritma tizimining uzoq muddatli samaradorligi va ishonchliligini ta'minlash uchun muhimdir [3], [15].

Regeneratsiya usullari va modellashtirish yondashuvi. IBTlar uchuvchan bo'lmagan va kimyoviy jihatdan barqaror bo'lgan birikmalar bo'lgani sababli termik desorbsiyalash kabi an'anaviy amin regeneratsiya usullari ularni ajratib olishda samarasizdir. Eritma samaradorligini tiklash uchun maxsus IBTni qayta tiklash usullari qo'llaniladi. Bu usullar asosan kimyoviy, fizik va gibrid jarayonlar kabi toifalarga bo'linadi [16], [17].

Asosiy regeneratsiya usullari sifatida quyidagilarni tahlil qilamiz:

a) *Ishqoriy reagentlar bilan kimyoviy neytrallashtirish*: Bu usul sodda va iqtisodiy jihatdan qulay bo'lganligi sababli sanoatda eng keng tarqalgan usullardan hisoblanadi. Kuchli asoslar (ishqorlar) — masalan, kaliy gidroksid (KOH), natriy gidroksid (NaOH) yoki kalsiy gidroksid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) — amin eritmasiga qo'shib, IBT anionlarini neytrallashtiradi va ularni eriydigan yoki cho'kadigan tuz shaklida (masalan, K-formik, Ca-oksalat) ajratadi. Bu tuzlar keyinroq filtrlash yoki ajratib olish orqali eritmadan ajratib olinadi [18], [19]:



Bu yerda, A^- - issiqlikka bardoshli anion; M^+ - asos tarkibidagi metal ioni.

b) *Ion almashinuvi*: Ion almashinuvi smolalar (odatda kuchli asosli anion almashinuvchi smolalar) IBT anionlarini tanlab ushlab qoladi, regeneratsiyalangan amin esa jarayonga qaytariladi. Ushbu usul samarali bo'lishiga qaramay, nisbatan qimmatga tushadi va smolani yangilash talab qilinadi [10], [20].

c) *Termik va vakuum orqali qayta tiklash*: Bu usulda amin eritmasi yuqori haroratda (200°C gacha) kuchli asos bilan birga isitiladi, natijada IBT parchalanadi va ajratib olinadi. Vakuum bilan regeneratsiya qilish esa uchuvchan yoki yarimuchuvchan degradatsiya mahsulotlarini samarali ajratib olishda qo'llaniladi. Ushbu usullar ko'proq energiya talab qiladi va katta quvvatli yoki chuqur tozalash uchun mo'ljallangan uskunalarda qo'llaniladi [2].

d) *Membranalik ajratish va elektrodializ*: Membrana asosidagi tizimlar va elektrokimyoviy usullar kimyoviy moddalarsiz IBTni selektiv ajratish uchun ishlab chiqilmoqda. Ushbu usullar past energiya talab qiluvchi va uzluksiz ishlaydigan tizimlar sifatida istiqbolli, biroq hozircha faqat tajriba bosqichida turibdi [21].

IBT regeneratsiyasi jarayonini modellashtirish asosan kimyoviy kinetika, moddiy balans va reaktor dinamikasiga asoslanadi. Kimyoviy neytrallashtirish holatida reaksiya odatda psevdoo birinchi tartibli yoki ikkinchi tartibli kinetika bilan modellashtiriladi. Bu alkali reagentning ortiqcha miqdori bor-yo'qligiga bog'liq:

$$\frac{dC_{HSS}}{dt} = -k \cdot C_{IBT} \cdot C_{asos}$$

Bu yerda: C_{IBT} – issiqlikka bardoshli tuzlar konsentratsiyasi; C_{asos} - qo'shilgan ishqoriy reagent konsentratsiyasi; k - reaksiya tezligi konstantasi.

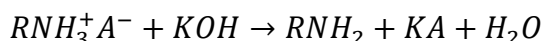
Agar jarayon uzluksiz ishlaydigan aralashtiriluvchi reaktorda (CSTR) olib borilsa, modelga kirish/chiqish oqimlari sarfi, aralashish va issiqlik ta'siri ham inobatga olinadi. Bunday murakkab tizimlar uchun odatda Runge-Kutta yoki differensial tenglamalar kabi sonli usullar (masalan, Python solve_ivp, MATLAB ode45) orqali echim topiladi.

Matematik modellashtirish. IBTlarni ishqoriy neytrallashtirish orqali amin eritmalarini qayta tiklash jarayonini tahlil qilish maqsadida matematik model ishlab chiqildi. Modelda reaksiya kinetikasi, komponentlarning moddiy balanslari va sanoatdagi qayta tiklash qurilmalarida keng qo'llaniladigan aralashtiriluvchi reaktor (CSTR) parametrlari hisobga olindi.

Modelni soddalashtirish uchun quyidagi parametrlar qabul qilindi:

1. Tizim izotermik sharoitda ishlaydi (harorat o'zgarmaydi).
2. Reaktor mukammal aralashuvchi CSTR hisoblanadi.
3. Kimyoviy reaksiya ikkinchi tartibli kinetikaga bo'ysunadi.
4. Faoliyatga ega yagona IBT komponent ishqoriy reagent (masalan, KOH) bilan reaksiyaga kirishadi.
5. Eritma ideal holatda bo'ladi, ya'ni hajm o'zgarishi va gaz ajralishi hisobga olinmaydi.
6. Yon reaksiyalar mavjud emas.

Asosiy reaksiya: IBT anioni ishqor (masalan, KOH) dan olingan gidroksid ion bilan neytrallanadi:



Bu reaksiya orqali IBT eritmadan ajratib olinadi va faol amin RNH_2 tiklanadi.

Agar reaksiya tezligi IBT va ishqoriy reagent konsentratsiyasiga proporsional bo'lsa, u holda ikkinchi tartibli kinetik tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$r = -\frac{dC_{IBT}}{dt} = k \cdot C_{IBT} \cdot C_{KOH}$$

Bu yerda: r - reaksiya tezligi (mol/L·min); k - reaksiya tezligi konstantasi (L/mol·min); C_{IBT} – IBT konsentratsiyasi (mol/L); C_{KOH} – ishqor konsentratsiyasi (mol/L)

CSTR uchun uzluksiz oqimda (doimiy holatda) quyidagi moddiy balans tenglamalari qo'llaniladi:

$$F \cdot (C_{kirish} - C) = V \cdot r$$

IBT uchun:

$$F \cdot (C_{IBT,kirish} - C_{IBT}) = V \cdot k \cdot C_{IBT} \cdot C_{KOH}$$

Shuningdek, KOH uchun:

$$F \cdot (C_{KOH,kirish} - C_{KOH}) = V \cdot k \cdot C_{IBT} \cdot C_{KOH}$$

Bir-biriga bog'liq bo'lgan ushbu ikki noaniq algebraik tenglamalar sonli usullar bilan yechiladi va chiqishdagi konsentratsiyalar aniqlanadi.

Agar regeneratsiya davriy reaktorda amalga oshirilsa, u holda oraliq o'tkinchi holatdagi moddiy balans quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{dC_{IBT}}{dt} = -k \cdot C_{IBT} \cdot C_{KOH}$$

Agar boshlang'ich konsentratsiyalar teng bo'lsa $C_{IBT,0} = C_{KOH,0} = C_0$, u holda quyidagi analitik yechim o'rinni hisoblanadi:

$$C_{IBT}(t) = \frac{C_0}{1 + kC_0t}$$

Bu tenglama IBTning ma'lum konversiyaga etishi uchun zarur vaqtni oldindan hisoblashga imkon beradi.

Haqiqiy regeneratsiya jarayonini modellashtirish uchun quyidagi asosiy parametrlar tanlandi:

- Reaktor hajmi (V): 100 L
- Oqim tezligi (F): 5 L/min
- Boshlang'ich konsentratsiyalar (C_0): 0.5 mol/L (IBT va KOH uchun)
- Reaksiya tezligi konstantasi (k): 0.01–0.05 L/mol·min (tajribaviy ma'lumotlarga asoslangan)

Berilgan qiymatlar amin eritmalarining turli turlari va reaksiyalariga mos moslashuvchanlikni ta'minlaydi.

Modelni sonli yechish uchun Runge-Kutta algoritmi yoki MATLAB (*ode45*) va Python (*scipy.integrate.solve_ivp*) kutubxonalaridagi ODEy echim usullari qo'llaniladi. Bu yechimlar batch va yarim-batch reaktor konfiguratsiyalari uchun mos keladi.

Modellashtirish natijalari asosida quyidagi ikkita asosiy ko'rsatkichlar baholandi:

- 1) *IBT konversiyasi.* IBT konversiyasi foizda quyidagicha aniqlanadi:

$$X_{IBT} = \frac{C_{IBT,kirish} - C_{IBT,chiqish}}{C_{IBT,kirish}} \times 100\%$$

Bu yerda, $C_{IBT,kirish}$ va $C_{IBT,chiqish}$ mos ravishda IBT ning kirishdagi va chiqishdagi konsentratsiyasi.

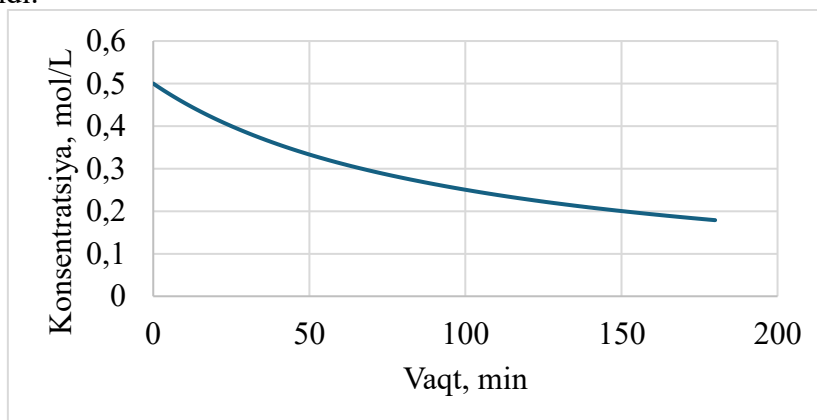
- 2) Reagent samaradorligi. Ishqoriy reagentning (masalan, KOH) samaradorligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\eta = \frac{\text{ajratib olingan IBT mol miqdori}}{\text{ishlatilgan KOH mol miqdori}} \times 100\%$$

Bu ko'rsatkichlar orqali reaksiya vaqti, reagent miqdori va reaktor hajmini optimallashtirish mumkin. IBTni maksimal konversiyaga yetkazish va reagent samaradorligini yuqori darajada ushlab solvent degradatsiyasini kamaytiradi, kimyoviy iste'molni pasaytiradi va umuman regeneratsiya tizimining iqtisodiy jihatdan samaradorligini oshiradi.

1. Natijalar va muhokama. *Davriy reaktor modeli*

Ishlab chiqilgan matematik model yordamida amin eritmalaridan IBTlarni ishqoriy neytrallashtirish orqali regeneratsiya qilish jarayoni tahlil qilindi. Modellashtirish ikki turdagi sharoitda — davriy va uzluksiz (CSTR) reaktorlar uchun amalga oshirildi. Parametrlar sanoatdagi odatiy ishlash shartlariga mos holda tanlandi va MATLAB dasturidagi sonli yechim usullari yordamida simulyatsiya qilindi.



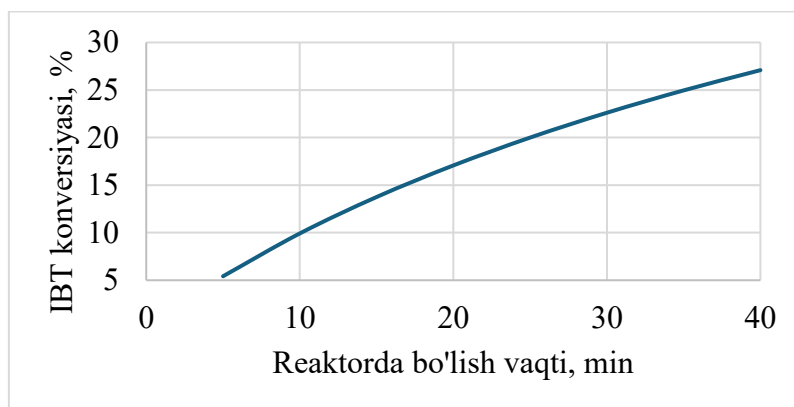
1-rasm. Davriy reaktorda IBT va KOH konsentratsiyasining vaqt bo'yicha o'zgarish grafiqi.

Davriy rejimda, boshlang'ich holatda IBT va KOH konsentratsiyasi 0.5 mol/L va reaksiya tezligi konstantasi $k=0.02$ L/mol·min deb olindi. Simulyatsiya natijalariga ko'ra, reaksiya bosqichining boshida har ikki komponentning yuqori konsentratsiyasi sababli reaksiya tezligi yuqori bo'lib, IBT va KOH 1:1 stexiometrik nisbatda reaksiyaga kirishishi va konsentratsiyalar simmetrik ravishda kamayishi kuzatildi.

Taxminan 90–100 daqiqada IBT konsentratsiyasi 0.25 mol/L ga tushib, 50% konversiyaga erishildi. Reaksiya davom etgani sayin, konsentratsiyalar kamaygani sababli reaksiya tezligi sekinlashib bordi. 180 daqiqada IBT konsentratsiyasi 0.18 mol/L atrofida bo'lib, bu 64% kamayishni bildiradi. Ushbu natijalar regeneratsiya vaqtini, reaktor hajmini va reagent dozasini optimallashtirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

2. *CSTR ish faoliyatini tahlil qilish.* Doimiy holatda ishlovchi aralashtiriluvchi reaktor (CSTR) uchun model sonli usulda yechildi. Reaktor turlicha reaktorda bo'lish vaqtlari (5 daqiqadan 40 daqiqagacha) uchun sinovdan o'tkazildi. Kirish konsentratsiyalari o'zgarimas 0.5 mol/L deb olindi.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, reaktorda bo'lish vaqti ortib borishi bilan IBT neytralizatsiyasi doimiy ortib borar ekan. Reaktorda bo'lish vaqti 5 daqiqa bo'lganda konversiya 5.4% atrofida, 20 daqiqada esa 17% gacha, 40 daqiqada esa taxminan 27% gacha ko'tarilishi kuzatildi. Bu shuni ko'rsatadiki, CSTR tizimlarida regeneratsiya samaradorligini ta'minlash uchun yetarlicha turar vaqt zarur bo'lar ekan.



2-rasm. Reaktorda bo'lish vaqtining IBT neytrallanishiga ta'siri

Ammo reaktorda bo'lish vaqti juda uzoq bo'lishi, energiya sarfini oshirishi va katta hajmli reaktor talab etishi mumkin. Shuning uchun amaliy nuqtayi nazardan reaktorda bo'lish vaqti va konversiya o'rtasida optimal muvozanatni topish muhimdir.

3. *Sezgirlik tahlili*. Modelning sezgirlikni baholash uchun reaksiya tezligi konstantasi (k), reagentlar boshlang'ich konsentratsiyasi nisbati (KOH:IBT) va reaktorda bo'lish vaqti (τ) kabi asosiy parametrlar o'zgartirilib tahlil qilindi, unga ko'ra:

- Reaksiya tezligi konstantasi (k)*: k qiymati 0.01 dan 0.05 L/mol·min gacha o'zgartirilganda, 30 daqiqalik reaktorda bo'lish vaqtida konversiya 18% dan 70% gacha oshgani kuzatildi. Bu shuni ko'rsatadiki, reaksiya kinetik jihatdan boshqariladi va tizim faolligi reaksiya tezligiga kuchli bog'liq.
- KOH:IBT nisbati*: Reagentlar nisbati 1:1 dan 1.2:1 va 1.5:1 gacha o'zgartirildi. KOHning biroz ortiqcha miqdorda qo'llanilishi IBT neytrallanishini sezilarli darajada oshirdi. Masalan, 20% ortiqcha KOH bilan 150 daqiqada > 90% konversiyaga erishildi (teng molyar sharoitda bu ko'rsatkich 64% edi). Ammo haddan tashqari ortiqcha reagent iqtisodiy jihatdan samarasiz bo'lishi mumkin.
- Reaktorda bo'lish vaqti (τ)*: Reaktorda bo'lish vaqti 15 daqiqagacha bo'lgan holatda konversiya 15% dan oshmadi. Eng katta konversiya 40 daqiqada (~27%) kuzatildi. Bu shuni anglatadiki, yuqori konversiyaga erishish uchun ko'proq kontakt vaqti yoki katta reaktor hajmi kerak bo'ladi.

Demak, bulardan shuni xulosa qilish mumkinki, reaksiya tezligi konstantasi va KOH:IBT nisbati konversiyaga eng kuchli ta'sir ko'rsatadi, undan keyin turar vaqt keladi. Bu xulosalar texnologik loyihalash va ekspluatatsiya uchun juda muhim hisoblanar ekan.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda amin eritmalarining degradatsiyasi natijasida hosil bo'lgan IBT kuchli ishqor — masalan, kaliy gidroksid (KOH) — bilan kimyoviy neytrallash orqali regeneratsiya qilish uchun matematik model ishlab chiqildi. Modelda ikkinchi tartibli reaksiya kinetikasi hamda massa balanslari hisobga olinib, u davriy va uzluksiz (CSTR) reaktor sharoitlari uchun tadbiiq qilindi.

Davriy rejimdagi modellashtirish natijalari shuni ko'rsatdiki, reaksiya tezligi konstantasi va boshlang'ich konsentratsiyalarga qarab 90–120 daqiqa ichida IBTning 90% dan ortig'i samarali ravishda neytrallanishini amalga oshirish mumkin.

CSTR modeli natijalariga ko'ra, reaktorda bo'lish vaqti 30 daqiqadan ortiq bo'lganda 95% dan yuqori konversiyaga erishish mumkin, bu esa faqat minimal miqdordagi reagent sarflanishini bildiradi. Sezgirlik tahlili natijalariga ko'ra, reagent miqdorini va reaktorda bo'lish vaqtini optimallashtirish regeneratsiya jarayonining samaradorligini oshiradi hamda eritma yo'qotilishi kamayadi.

Adabiyotlar

1. F. Vega, A. Sanna, B. Navarrete, M. M. Maroto-Valer, and V. J. Cortés, "Degradation of amine-based solvents in CO₂ capture process by chemical absorption," *Greenhouse Gas Sci Technol*, vol. 4, no. 6, pp. 707–733, Dec. 2014, doi: 10.1002/ghg.1446.

2. Y. Tavan, M. Moradi, A. Rostami, and H. Azizpour, "Theoretical and industrial aspects of amine reclaiming unit to separate heat stable salts," *Separation and Purification Technology*, vol. 237, p. 116314, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.seppur.2019.116314.
3. A. J. Reynolds, T. V. Verheyen, and E. Meuleman, "Degradation of amine-based solvents," in *Absorption-Based Post-combustion Capture of Carbon Dioxide*, Elsevier, 2016, pp. 399–423, doi: 10.1016/B978-0-08-100514-9.00016-0.
4. S. B. Fredriksen and K.-J. Jens, "Oxidative Degradation of Aqueous Amine Solutions of MEA, AMP, MDEA, Pz: A Review," *Energy Procedia*, vol. 37, pp. 1770–1777, 2013, doi: 10.1016/j.egypro.2013.06.053.
5. "Corrosion and corrosion control in amine units—Corrosion loop descriptions," in *Corrosion in Amine Treating Units*, Elsevier, 2022, pp. 29–51, doi: 10.1016/B978-0-323-91549-6.00005-8.
6. T. Kikhavani, H. Mehdizadeh, B. Van Der Bruggen, and B. Bayati, "Removal of Heat-Stable Salts from Lean Amine of a Gas Refinery via Electrodialysis," *Chem Eng & Technol*, vol. 44, no. 2, pp. 318–328, Feb. 2021, doi: 10.1002/ceat.202000375.
7. J. Lee, J. Lim, H. Cho, and J. Kim, "Optimization Strategies for Amine Regeneration Process with Heat-Stable Salt Removal Unit," *Applied Chemistry for Engineering*, vol. 31, no. 5, pp. 575–580, Oct. 2020, doi: 10.14478/ACE.2020.1073.
8. A. A. Majid, *Purification of Partially Degraded Diethanolamine Solutions*, Ph.D. Thesis, University of British Columbia, Canada, 1997.
9. N. Verma and A. Verma, "Amine system problems arising from heat stable salts and solutions to improve system performance," *Fuel Processing Technology*, vol. 90, no. 4, pp. 483–489, Apr. 2009, doi: 10.1016/j.fuproc.2009.02.002.
10. J. Lim, J. Lee, I. Moon, H. Cho, and J. Kim, "Techno-economic comparison of amine regeneration process with heat-stable amine salt reclaiming units," *Energy Science & Engineering*, vol. 9, no. 12, pp. 2529–2543, Dec. 2021, doi: 10.1002/ese3.1000.
11. V. Buvik, K. K. Høisæter, S. J. Vevelstad, and H. K. Knuutila, "A review of degradation and emissions in post-combustion CO₂ capture pilot plants," *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 106, p. 103246, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.ijggc.2020.103246.
12. N. Mahmud, A. Benamor, A. Soliman, and M. S. Nasser, "Thermal degradation of aqueous amine/amino acid solutions in the presence and absence of CO₂," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 423, p. 012154, Nov. 2018, doi: 10.1088/1757-899X/423/1/012154.
13. Y. Wang et al., "Removal of heat stable salts from degraded amine solvent by 'BMED+ED' two-stage electrodialysis unit," *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 127, p. 103939, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.ijggc.2023.103939.
14. V. D. Ola, M. E. Mohyaldinn, T. O. Olugbade, and A. H. Amadi, "Corrosion in Amine Gas Capturing Facilities: Processes, Challenges, and Mitigations — a Review," *Process Integr Optim Sustain*, vol. 9, no. 1, pp. 3–30, Mar. 2025, doi: 10.1007/s41660-024-00454-y.
15. M. Akhfash, M. Arjmandi, Z. M. Aman, J. A. Boxall, and E. F. May, "Gas Hydrate Thermodynamic Inhibition with MDEA for Reduced MEG Circulation," *J. Chem. Eng. Data*, vol. 62, no. 9, pp. 2578–2583, Sep. 2017, doi: 10.1021/acs.jced.7b00072.
16. S. D. Bazhenov et al., "Heat-Stable Salts and Methods for Their Removal from Alkanolamine Carbon Dioxide Absorbents (Review)," *Russ J Appl Chem*, vol. 92, no. 8, pp. 1045–1063, Aug. 2019, doi: 10.1134/S1070427219080019.
17. A. A. Edathil, E. Alhseinat, and F. Banat, "Removal of heat stable salts from industrial lean methyl-diethanolamine using magnetic alginate/iron oxide hydrogel composite," *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 83, pp. 117–127, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.ijggc.2019.02.005.
18. C. Rooney, "Amine heat stable salt neutralization having reduced solids," CA2278455C, May 17, 2005. Available: <https://patents.google.com/patent/CA2278455C/en>

19. F. Alnaimat, E. Alhseinat, and F. Banat, "Electromagnetic separation of heat stable salt from gas sweetening amine," *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 68, pp. 256–268, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.ijggc.2017.12.003.
20. G. Muratova and M. Tarabrin, "Optimization of amine gas purification technology from acidic components," *Scientific Herald of Uzhhorod University Series Physics*, no. 55, pp. 1–13, Feb. 2024, doi: 10.54919/physics/55.2024.0ohj1.
21. F. Chen et al., "Removal of heat stable salts from N-methyldiethanolamine wastewater using electrodialysis: a pilot-scale study," *Desalination and Water Treatment*, vol. 196, pp. 48–57, Aug. 2020, doi: 10.5004/dwt.2020.25935.
22. J. G. Thompson et al., "Heat Stable Salt Accumulation and Solvent Degradation in a Pilot-Scale CO₂ Capture Process Using Coal Combustion Flue Gas," *Aerosol Air Qual. Res.*, vol. 14, no. 2, pp. 550–558, 2014, doi: 10.4209/aaqr.2013.05.0150.
23. CN103476481B, "A method for the removal of heat stable amine salts from an amine absorbent," May 03, 2017. Available: <https://patents.google.com/patent/CN103476481B/en>

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, РЕКОМЕНДОВАННЫХ ДЛЯ СИНТЕЗА ЭТИЛЕНА ИЗ МЕТАНА.

Абдирахимов И.Э., Бурунов Ф.Э., Курбанов А.Т.

Каршинский государственный технический университет.

Аннотация. Статья посвящена получению этилена из метана в первый этап. Обобщены результаты многочисленных научно-исследовательских работ по получению этилена из метана в нашей стране и зарубежных странах и подробно освещены механизм реакции, кинетика, технология получения этилена и другие. Температура сгорания метана составляет 55,5 МДж/кг, что повышает его энергоэффективность. Кроме того, температура кипения метана составляет -161,5 °С, а температура плавления - 182,5 °С, что облегчает его охлаждение.

Ключевые слова: метан, этан, сепаратор, уровень жидкости, катализаторы, этилен, пропилен, термические и каталитические методы, производительность, бензиновая фракция.

STUDY OF PROCESS PARAMETERS RECOMMENDED FOR SYNTHESIS OF ETHYLENE FROM METHANE

Abdirakhimov I.E., Buronov F.E., Kurbanov A.T.

Karshi state technical university.

Abstract. The article is devoted to the production of ethylene from methane in the first stage. The results of numerous research works on the production of ethylene from methane in our country and foreign countries are summarized and the reaction mechanism, kinetics, technology for the production of ethylene and others are covered in detail. The combustion temperature of methane is 55.5 MJ/kg, which increases its energy efficiency. In addition, the boiling point of methane is -161.5 °C and the melting point is 182.5 °C, making it easier to cool.

Keywords: methane, ethane, separator, liquid level, catalysts, ethylene, propylene, thermal and catalytic methods, productivity, gasoline fraction.

Введение. Сегодня этилен является наиболее широко используемым органическим продуктом и широко используется в качестве исходного полуфабриката в химической и нефтехимической промышленности. При этом годовая потребность в этилене по всему миру составляет более 180 млн. тонн. В настоящее время основным сырьем в производстве этилена и пропилена являются бензиновая фракция и сжатые углеводороды прямой перегонки нефти-нефти. Однако ограниченность запасов нефти ограничивает устойчивую высокую тенденцию роста спроса на рынке и возможность увеличения объемов производства этилена. Поэтому расширение сырьевой базы для производства этилена является актуальной проблемой, важно использовать природный газ в качестве сырья для получения этилена, разрабатывать и применять технологию процесса на практике.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM,
FAN VA INNOVASIYALAR VAZIRLIGI
BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

Buxoro davlat texnika universiteti nashri
“FAN VA TEKNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI”

Ilmiy-texnikaviy jurnal

2026 yil, 1-son. ISSN 1281-8193

Jurnal tahririyat kompyuterida sahifalandi.

Manzil: 200117, Buxoro sh., Q.Murtazoev ko‘chasi 15.

Tel: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Издател: Бухарский государственный технический университет

«РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Научно-технический журнал

Выпуск 1, 2026. ISSN 1281-8193

Отредактирована на компьютере редакции.

Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15.

Тел.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Publisher: Bukhara State Technical University

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Scientific and Technical Journal

Issue 1, 2026. ISSN 1281-8193

Yedited on the yeditorial computer.

Address: 200117, Bukhara, K. Murtazaev Street, 15

Tel.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>