

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/2025.27.12.T.16.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

TOSHBOYEV XUJAMBERDI MINGYASHAROVICH

**ETILEN MONOMERINI PIROGAZ TARKIBIDAN AJRATIB OLISH VA
GAZNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH**

02.00.08 - Neft va gaz kimyosi va texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Buxoro - 2026

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Contents of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Toshboyev Xujamberdi Mingyasharovich

Etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish va texnologik qurilmani takomillashtirish 3

Тошбоев Хужамберди Мингяшарович

Извлечение мономер этилена из состава пирогаза и усовершенствование технологического процесса..... 21

Toshboev Xujamberdi

Extraction of ethylene monomers from pyrolysis gas and improvement of the technological process.....41

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 44

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/2025.27.12.T.16.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

TOSHBOYEV XUJAMBERDI MINGYASHAROVICH

**ETILEN MONOMERINI PIROGAZ TARKIBIDAN AJRATIB OLISH VA
GAZNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH**

02.00.08 - Neft va gaz kimyosi va texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertasiyasi
AVTOREFERATI**

Buxoro - 2026

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.3.PhD/T3019 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent kimyo-texnologiya institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifada (www.bstu.uz) manziliga hamda «ZiyoNET» axborot-ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Nurullayev Shavkat Payziyevich
kimyo fanlari nomzodi, professor

Rasmiy opponentlar:

Saydaxmedov Shamshidinxo‘ja Muxtorovich
texnika fanlari doktori, professor

Xurmamatov Abdug‘affor Mirzabdullayevich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Buxoro neftni qayta ishlash zavodi

Dissertatsiya himoyasi Buxoro davlat texnika universiteti huzuridagi DSc.03/2025.27.12.T.16.05 raqamli Ilmiy kengashning 2026yil «12» Iyun soat 11⁰⁰ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 200117, Buxoro shahar, Q.Murtazoyev ko‘chasi, 15-uy. Tel.: (+99865)223-78-84, Faks: (+99865)223-78-84, E-mail: (info@bstu.uz)).

Dissertatsiya bilan Buxoro davlat texnika universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (512-raqami bilan ro‘yhatga olingan). (Manzil: 200117, Buxoro shahar, Q.Murtazoyev ko‘chasi., 15. Tel.: (+99865) 223-78-84).

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «26» may kuni tarqatildi.

(2026yil «13» Martdagi №7 -raqamli reestr bayonnomasi).

S.F. Fozilov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
raisi texnika fanlari doktori, professor

A.T.Oltiyev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
ilmiy kotibi, texnika fanlari doktori,
dotsent

H.B. Do‘stov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
qoshidagi ilmiy seminar raisi kimyo
fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotasiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda neft gaz-kimyosanoatida polimer, etilen va propilen monomerlarini ishlab chiqish va ulardan oqilona foydalanish texnologiyalarini ishlab chiqish sohalarida yuqori darajada o'sish kuzatilmoqda. Turli xil yoqilg'i, moylovchi materiallar, monomer sifatida foydalaniladigan polietilen, propilen hamda vinilatsetat kabi moddalar ishlab chiqishda neft-gaz sanoati yetakchi tarmoqlardan hisoblanadi. Shunga ko'ra pirogaz tarkibidan etilen monomerini ajratib olish bilan bog'liq bo'lgan bir qator texnik-iqtisodiy muammolarni bartaraf etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda tabiiy gaz tarkibida bo'lgan etanni ajratib olib, piroliz jarayonida pirolizlab etilen ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganish va etilendan tashqari propilen, izobutilen, 1,3-butadien, izopren va polimerga qo'shish uchun sopolimer buten-1 olishni texnik jihatdan takomillashtirish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada neft va gazni qayta ishlash sanoati miqyosida olib borilayotgan ilmiy-tadqiqot izlanishlari natijasida tabiiy gaz tarkibidagi uglevodorod komponentlarini maksimal darajada ajratib olishni ta'minlovchi texnologik jarayonlarining zamonaviy, yuqori samarali usuli va qurilmalarini yaratishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda ham tabiiy gaz tarkibidan komponentlarni maksimal tozalikda ajratish, ularni piroliz jarayonidan o'tkazib etilen monomeri miqdorini oshirish bo'yicha muhim natijalarga erishilmoqda. Pirogaz tarkibida etilen monomerini oshirish, to'liq va tezkor ajratish bo'yicha izlanishlar olib borilmoqda. Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida "Iqtisodiyotga innovatsiyalarni keng joriy qilish, sanoat korxonalarini va ilm-fan muassasalarining kooperatsiya aloqalarini rivojlantirish"¹ vazifalari belgilab berilgan. Shu jumladan, neft gaz-kimyosanoati korxonalarini oldiga etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish jarayonining takomillashtirilgan texnologik qurilmalarini amaliyotga joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" PF-60-son Farmoni, 2016-yil 28-sentabrdagi "2016-2020-yillarda uglevodorod xomashyosini chuqur qayta ishlash negizida eksportga yo'naltirilgan tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni ko'paytirish chora-tadirlari to'g'risida" gi PQ-2614-son va 2017-yil 29-avgustdagi "Kimyo sanoati tashkilotlarining eksport-import faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi PQ-3246-son Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli bo'lgan boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Ushbu tadqiqot ishi O'zbekiston Respublikasi fan va

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" PF-60-son Farmoni

texnologiyalar rivojlanishining VII. “Kimyoviy texnologiya va nanotexnologiyalar” yo‘nalishiga mos ravishda bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish va texnologik qurilmalarni takomillashtirish bo‘yicha dunyoda N.A.Plate, A.N.Nikolayev, V.V.Korshak, V.V.Kireyev, R.V.Vasyulik, V.I.Murin, O.S.Kukurina, R.R.Safin, N.L.Solodova, I.A.Mi-nushkin va boshqalar, mamlakatimizda M.A.Askarov, A.T.Jalilov, T.R.Abdurashidov, F.A.Magrupov, B.I.Oyxujayev, A.S.Sultanov, Z.S.Salimov, S.A.Abduraximov, A.B.Oloviddinov, D.Yu.Yusupov, I.I.Ismoilov, A.T.Jalilov, S.M.Turabjonov, B.R.Xamidov, M.G.Alimuxamedov, R.I.Adilov, A.B.Jo‘rayev, G.R.Normetova, B.B.Oyxujayev, U.O.Ostanov, Sh.P.Nurullayev kabi olimlar tomonidan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan va muhim ilmiy-amaliy yutuqlarga erishilgan.

Ushbu olimlar tomonidan etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish texnologiyasining samaradorligini oshirish va fizik-kimyoviy xossalarni tadqiq qilish bo‘yicha takliflar ilgari surilgan. Bundan tashqari texnologik parametrlarni optimallashtirish, zarur bo‘lmagan polimerlanishni oldini oluvchi ingibitorlarni qo‘llash, jarayonda “sariq moy”ni hosil bo‘lishini kamaytirish usullari bo‘yicha yetarli darajada o‘rganilgan.

Ammo, ishlab chiqarish korxonalarining mavjud imkoniyatlaridan foydalanib optimallashtirilgan parametrlarni va takomillashtirilgan texnologiyalarni joriy etish, tabiiy gazlarni to‘liq darajada uglevodorod fraksiyalariga ajratish va etilenni piroliz qilish jarayoni yordamida ishlab chiqarish natijadorligini oshirish masalalari yetarli darajada o‘rganilmagan.

Tadqiqotning dissertasiya bajarilgan oliy ta’lim muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalar bilan bog‘liqligi. Dissertasiya tadqiqoti Toshkent kimyo-texnologiya institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalariga muvofiq “ShGKM” ning oraliq mahsulotlari (suyuq olefinlar) asosida faol birikmalarning struktura va xossalari orasidagi o‘zaro bog‘liqlikni ilmiy asoslarini ishlab chiqish va qonuniyatlarini aniqlash” mavzusidagi OT-F7-04 raqamli xo‘jalik shartnomasi (2021-2024) doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish va gazni qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari quyidagilardan iborat:

piroliz jarayonida etilen monomerlarini ajratishning sanoat usullari va yo‘nalishlarini tahlil qilish;

etilenni pirogazdan ajratishning texnologik parametrlarga bog‘liqligini tahlil qilib, etilenni pirogaz tarkibidan ajratib olish jarayonini yangi muqobil (optimal) parametrlarini tanlash va o‘rnatish;

piroliz jarayonida pechning loyihaviy konversiyasini oshirish orqali etilen ishlab chikarish miqdorini oshirish usullarini tahlil qilish;

etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olishda “sariq moy”ni hosil bo‘lishini yanada kamaytirish usullarini tahlil qilish;

piroliz jarayonida kokslanishni sekinlashtiruvchi va EEF tarkibidan deetanizator kolonnasi uzulida polimer hosil bo'lishini kamaytiruvchi ingibitorlarni tanlash va qo'llash;

etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish texnologik qurilmasini takomillashtirish.

Tadqiqotning ob'yekti sifatida "Sho'rtanneftgaz" MChJ magistral gaz quvurlaridan keladigan tozalanmagan tabiiy gaz, "Sho'rtan gaz-kimyoy majmuasi" gazlarni fraksiyalash natijasida olingan etan, piroliz mahsuloti bo'lgan etilen monomeri, polimerlanishni oldini oluvchi ingibitor olingan.

Tadqiqotning predmeti etilenni pirogaz tarkibidan ajratib olish, etilenni ishlab chiqarishni muqobil parametrlarini aniqlash, etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratish qurilmasini takomillashtirish, pechlar konversiya darajasini ko'tarishni tadqiq qilish hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Dissertasiya ishini bajarish va olingan natijalarni tahlil qilishda fizik-kimyoviy (IK-spektroskopiya, rentgenfazali analiz, termogravimetrik, analitik usullar) shuningdek, sifat ko'rsatgichlarini aniqlashning standart usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

etilenni ishlab chiqarish uchun hozirgi kunda qo'llanilayotgan uglevodorodlarni yuqori haroratlarda piroliz qilish jarayonini atmosfera bosimi ostida $600 \div 850$ °C harorat oralig'ida, $6 \div 12$ sekund vaqt ichida piroliz qilish rejimlariga o'zgartirish orqali etilen monomerini hosil bo'lishi $32,65$ % dan $33,325$ % gacha oshishi asoslangan;

piroliz jarayonida uglevodorodlarning keraksiz polimerlanish reaksiyalariga uchrashini to'xtatish maqsadida petroflow markali ingibitorlar tanlanib, $0,5-1,5$ % miqdorlarda qo'shish maqsadga muvofiqligi isbotlangan;

piroliz jarayoni mahsulotini dietanizator kub reboyletlariga kirishida kolonnaning quyi qismidan chiquvchi oqimlarga polimerlanishni kamaytiruvchi ingibitorni purkab turish tavsiyasi ilmiy asoslangan;

etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratish jarayonida "sariq moy" ajralish sig'imini 35 m³ hajmligga almashtirish orqali etilen monomerini pirogaz tarkibidan tozaroq va tezroq ajralishi isbotlangan;

etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish orqali issiqlikni utilizatsiya qilib turish, atsetilen miqdorini $7 \div 8$ ppm gacha pasaytirib, etilen sifatini oshirish, asosiy mahsulotlarni hosil bo'lish darajasini $65 \div 70$ % gacha ko'tarish va koks hosil bo'lishini kamaytirishga yo'nalganligi, etilen monomerini hosil bo'lish miqdori $33,466$ % gacha bo'lishi asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

etilen monomerini pirogazdan ajratish texnologiyasining optimal sharoitlari ishlab chiqilgan;

piroliz jarayonida uglevodorodlarning keraksiz polimerlanish reaksiyalariga uchrashini to'xtatish maqsadida ingibitor tanlab qo'llanilgan va 0,5-1,5 % (mass) qo'llash samarali ekanligi isbotlangan;

etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratish jarayonida "sariq moy" ajralishi uchun sig'im kattalashtirilgan;

takomillashtirilgan texnologiya natijasida etilen monomeri miqdori oshishi asoslangan.

Tadqiqot natijalarini ishonchliligi izlanishlarning zamonaviy uslub va vositalardan foydalangan holda o'tkazilganligi, fizik-kimyoviy va analitik usullardan foydalangan holda amalga oshirilgan va "Sho'rtan gaz kimyo majmuasi" MChJ ishlab chiqarish sharoitlarida sinov dalolatnomalari bilan tasdiqlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati etilenni ishlab chiqarish uchun hozirgi kunda qo'llanilayotgan uglevodorodlarni yuqori haroratlarda piroliz qilish jarayonini atmosfera bosimi ostida $600 \div 850$ °C harorat oralig'ida, $6 \div 12$ sekund vaqt ichida piroliz qilish rejimlariga o'zgartirish orqali etilen monomerini hosil bo'lishi 32,65 % dan 33,325 % gacha oshishi aniqlanganligi, piroliz jarayonida uglevodorodlarning keraksiz polimerlanish reaksiyalariga uchrashini to'xtatish maqsadida petroflow markali ingibitorlar tanlanib, 0,5-1,5% miqdorlarda qo'shish maqsadga muvofiqligi aniqlanganligi, piroliz jarayoni mahsulotini dietanizator kub reboyletlariga kirishida kolonnaning quyi qismidan chiquvchi oqimlarga polimerlanishni kamaytiruvchi ingibitorni purkab turish tavsiyasi ilmiy asoslanganligi, etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratish jarayonida "sariq moy" ajralish sig'imini 35 m^3 hajmligga almashtirish orqali etilen monomerini pirogaz tarkibidan tozaroq va tezroq ajralishi isbotlanganligi, etilenni monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish orqali issiqlikni utilizatsiya qilib turish, asetilen miqdorini $7 \div 8$ ppm gacha pasaytirib, etilen sifatini oshirish, asosiy mahsulotlarni hosil bo'lish darajasini $65 \div 70$ % gacha ko'tarish va koks hosil bo'lishini kamaytirishga yo'nalganligi, etilen monomerini hosil bo'lish miqdori 33,466 % gacha bo'lishi asoslanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqotning natijalarining amaliy ahamiyati etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish va texnologik qurilmani takomillashtirish orqali etilen monomeri miqdorining ortishiga, "sariq moy"ni ishqordan separatorlarda ajratib olish vaqtini 2,0 soatgacha kamaytirishga erishish, piroliz jarayonini olib borish davrida etilen uglevodorodlarini keraksiz polimerlanish reaksiyalariga uchrashini to'xtatishga va etilen monomerining tozalik darajasi ortishiga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish va texnologik qurilmani takomillashtirish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratish jarayonida "sariq moy"ni hosil bo'lishini kamaytirish usuli "Sho'rtan gaz-kimyoy majmuasi" MChJda amaliyotga joriy qilingan. ("Sho'rtan gaz kimyo majmuasi" MChJning 2024-yil 16-avgustdagi

№030/3390-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, "sariq moy"ni ajratib olish jarayonida hajmi 35 m³ sig'imli idishdan foydalanish bu turdagi moyni ishqordan separatorda ajratib olish vaqtini 2,0 soatga kamaytirish imkonini bergan;

etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olishning takomillashtirilgan texnologiyasi "Sho'rtan gaz-kimyoy majmuasi" MChJda amaliyotga joriy qilingan. ("Sho'rtan gaz-kimyoy majmuasi" MChJning 2024-yil 16-avgustdagi №030/3390-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, jarayonga keraksiz polimerlanishga qarshi petroflow markali yangi avlod ingibitori tanlanib, 0,5-1,5 % miqdorda qo'shish maqsadga muvofiq ekanligi aniqlangan, optimallashtirilgan parametr va takomillashtirilgan texnologiya asosidagi etilen monomeri chiqish miqdori 32,65 % dan 33,466 % gacha oshishiga imkon bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobeiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 8 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarini e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 16 ta ilmiy ish nashr etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya qilingan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola, 3 tasi xorijiy va 3 tasi respublika ilmiy jurnallarida chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 96 betni tashkil etadi.

DISSERTASIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zaruriyati, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, predmeti hamda ob'ekti tavsiflangan. O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalar rivojlanishining ustivor yo'nalishlariga tadqiqot ishining muvofiqligi asoslangan va shakllantirilgan. Ilmiy yangiligi aniqlangan, tadqiqotning amaliy natijalari bayon qilingan, tajriba sinovlari, nashr etilgan ishlar va olingan natijalarning ilmiy hamda amaliy ahamiyati ochib berilgan. Shuningdek, dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "Piroliz jarayonida etilen monomerlarini ajratishning sanoat usullari va yo'nalishlari" deb nomlangan birinchi bobida tabiiy gazni qayta ishlash istiqbollari, polietilen ishlab chiqarishda etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish asoslari, gazni qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish va fizik-kimyoviy xossalari tegishli ilmiy adabiyotlarda nashr qilingan mavjud ma'lumotlar umumlantirilgan hamda tanqidiy taxlil qilingan. Etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish va texnologik qurilmani yanada takomillashtirishga tegishli nashr qilingan adabiyotlar taxlili etilen monomerini ishlab chiqarish qurilmasidagi asosiy, oraliq va yordamchi jihozlarni xavfsiz, uzluksiz ishlashini ta'minlash hamda piroliz jarayonida mavjud bo'lgan texnologik oqimlar bilan issiqlik, shuningdek, boshqa turdagi energiyalarni almashinish hodisalarining fizik-kimyoviy xossalari, atsetilen uglevododini hosil bo'lishini kamaytirish, mahsulot

chiqish miqdorini oshirish uchun piroliz pechlarida koks hosil bo'lishini oldini olish, ishqor kolonnasida "sariq moy"ni hosil bo'lishini yanada kamaytirish, polimerlanish va kokslanish ingibitorlarini tanlashni fizik-kimyoviy xossalari chuqur o'rganish, ishqorli tozalash, turli agressiv muhitlarda jihoz va uskunalari metall konstruksiyalarini korroziyalanishini kamaytiruvchi ingibitorlarni tanlash, texnik suvni tayyorlashda sifatni tarkibiy miqdori (λ) va ΔN koeffitsientlariga bog'liqligining muqobil shart-sharoitlarini aniqlash hozirgi kunda ham aktual masalalardan ekanligi adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarni tahlili asosida aniqlandi.

Ushbu muammolarni tanqidiy tahlili asosida dissertasiya tadqiqotining maqsad va vazifalarini shakllantirish imkoniyatlarini bergan.

Dissertatsiyaning "Tadqiqot ob'ektlari, materiallar va tekshirish usullari" deb nomlangan ikkinchi bobida "Sho'rtan gaz-kimyos majmuasi" MChJ da dastlabki xomashyolar va oraliq moddalar tasnifi, uglevodorod, aralashmasini piroliz qilish jarayonini laboratoriya qurilmasida olingan natijalar, pirogaz gaz tarkibida hosil bo'layotgan moddalarni laboratoriya sharoitida gaz xromatografiyasi usulida tahlil qilish natijalari, etilenni ishlab chiqarish miqdorini oshirishda pechlarning konversiyasi, etanni qaytish miqdori, pechni texnik ko'rsatgichlari ta'siri yoritilgan.

Tabiiy gazni amin yordamida tozalash jarayonidan oldingi va jarayondan keyingi tabiiy gazning tarkibiy ko'rsatgichlari quyidagicha ekanligi aniqlangan (1-jadval).

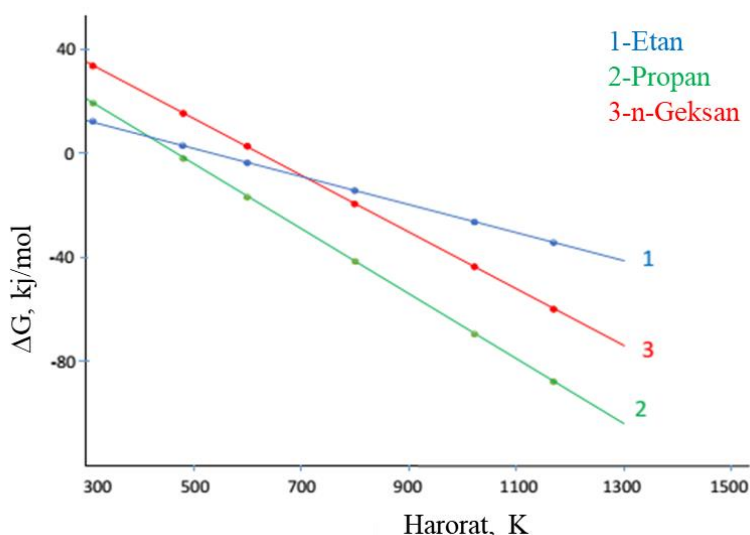
1-jadval

Sho'rtan gaz kimyo majmuasiga keladigan va amin yordamida tozalashdan keyingi tabiiy gazning tarkibi

№	Komponent tarkibi	Sho'rtan gaz kimyo majmuasiga keladigan tabiiy gazning molyar ulushlari, %	Amin yordamida tozalashdan keyingi tabiiy gazning molyar ulushlari, %
1	CO ₂	3,36	0,005
2	H ₂ S	0,06	0,00
3	CH ₄	88,74	92,62
4	C ₂ H ₆	4,08	4,26
5	C ₃ H ₈	0,89	0,93
6	C ₄ H ₁₀	0,41	0,43
7	C ₅ uglevodorodlari	0,17	0,18
8	C ₆ va yuqori uglevodorodlar	0,3	0,31
9	N ₂	0,76	0,79
10	H ₂ O	1,23	0,47

Piroliz jarayonida etilen monomeri miqdorining ortishida xomashyo tarkibi xam ahamiyatli hisoblanadi. Bu xomashyoning tarkibida metan – 0,2; etan – 0,4; etilen – 19,0; propan – 0,65; n-butan – 6,4; izo-butan – 0,25; azot – 0,1 kg ni tashkil qildi. Piroliz jarayoni atmosfera bosimiga yaqin bo‘lgan bosimda va 550-850 °C harorat oralig‘ida olib borildi. Uglevodorod aralashmasini qurilmadan o‘tkazish tezligi 25-100 ml/min ga, aralashma fazalarini o‘zaro to‘qnashish vaqti (τ) 0,5-2,5 s ga teng bo‘ldi. Tabiiy gaz tarkibidan etanni ajratib olish va etanni pirolizlab etilen olish murakkab jarayon bo‘lganligi sababli olib borilayotgan jarayon rejimini o‘zgartirish orqali pech piroliz konversiyasi hamda rejimni boshqarish tizimi o‘zgartirildi.

Dissertatsiyaning “Pirogaz tarkibini laboratoriya sharoitida tahlil qilish natijalari” deb nomlangan uchunchi bobida etilen monomerini ajratib olish jarayonini muqobil (optimal) sharoiti parametrlari, ishqor kolonnasida “sariq moyi” hosil bo‘lishini kamaytirish, polimerlanish ingibitorlarni tanlash asoslari bo‘yicha eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan. Xomashyo tarkibi tahlil qilindi. Etilen uglevodorodining miqdori xomashyoda 0 dan 0,7 qiymatlarda oshsa uni mahsulot tarkibidagi hissasi 0,17 dan 0,50 gacha oshishi aniqlandi (1-rasm).



1-rasm. Gibbs energiyasi qiymatini haroratga bog‘liqligi:
1 - etan; 2 - propan; 3 - n-geksan.

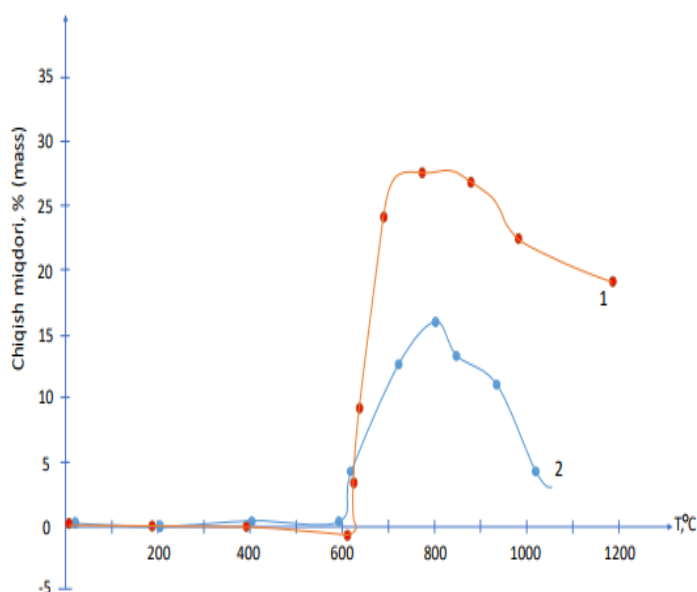
Demak, etilenni propilenga nisbatan mahsulotda bo‘lish darajasi 1,2 dan 2,1 marotaba oshishi kuzatildi. Shu bilan birga bunday sharoitlarda suyuq fazali mahsulotlarni hosil bo‘lishi 0,26 massa birligidan 0,15 gacha kamayishi topildi.

Hisoblanishlarga asosan etanni degidridlanishdagi muvozonat 600-850 °C da, uglerodi soni C₃-C₄ bo‘lgan alkanlarda 600-920 °C harorat oralig‘ida muvozonat holati qaror topadi. Alkanlar tarkibidagi uglerod atomini soniga nisbatan uglevodorodlarni parchalanishga chidamliligi belgilanadi (2-rasm).

Tadqiqotlar shuni anglatadiki, piroliz jarayonida muhsulot chiqish unumdorligi harorat bilan birga xomashyoning reaksiya zonasida bo‘lish vaqtiga ham bog‘liq ekanligi tahlil qilindi. Quyidagi 2-jadvalda piroliz jarayonining selektivligini xomashyoni reaksiya hududida bo‘lish vaqtiga bog‘liqligi keltirilgan.

Pirolizga berilayotgan xomashyoning uglevodorodlarini suv bug‘i bilan suyultirish eng muhim omil bo‘lib hisoblanadi, chunki bunda uglevodorodlarni

parsial bosimlarini pasayishi hisobiga etilenni, 1,3-butadienni va butenlarni chiqish miqdorlari ortib boradi.



2-rasm. Etilen va propilenni etan fraksiyasini piroliz qilish jarayonining haroratga bog‘liqligi.
1- etilen; 2- propilen.

2-jadval

Piroliz mahsulotlari chiqishini harorat va vaqtga bog‘liqligi

Mahsulotlar	Mahsulotni chiqish darajasi			
	500-550 °C 6-12 s	550-650 °C 6-12 s	650-750 °C 6-12 s	750-850 °C 6-12 s
CH ₄	15,6	16,6	16,8	16,7
C ₂ H ₄	23,0	25,9	29,3	33,3
C ₃ H ₆	13,6	12,7	12,2	11,7
C ₄ H ₆	2,2	3,8	4,2	4,8
C ₅ va undan yuqori	32,8	29,7	27,8	23,9
CH ₄ / C ₂ H ₄	0,678	0,641	0,575	0,501
C ₃ H ₆ / C ₂ H ₄	0,591	0,490	0,418	0,351

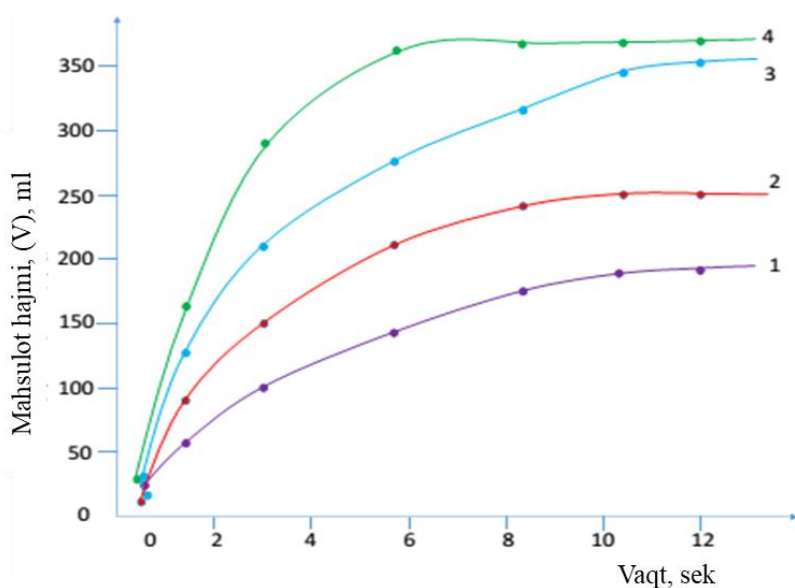
Shuningdek, aromatik uglevodorodlarni va metanni hosil bo‘lishi pasayadi hamda yuqori molekulyar og‘irlikdagi birikmalarni olinishiga yo‘nalgan ikkilamchi reaksiyalarni borish tezligi kamayib reaktorlarda koksni hosil bo‘lmasligini ta’minlaydi. Xomashyoning turli xillarini suv bug‘i bilan suyultirish ko‘rsatkichini koks hosil bo‘lishiga bog‘liqligi 3-jadvalda tahlili keltirildi.

3-jadval

Xomashyolarni suv bug‘i bilan suyultirish darajalari

	Etan	Butan	Yengil benzin	Og‘ir benzin	Gazoyl
Suv bug‘i bilan suyultirish (xomashyo miqdoriga nisbatan, %)	35	50	50-60	60-70	80-100

Piroliz jarayonida gaz holatidagi mahsulotlar chiqish hajmini vaqtga bogʻliqligi konversiya darajasi (yoki jarayonning qattiqligi) temperatura va xomashyoni reaksiya hududida boʻlish vaqti (t - oʻzaro taʼsir etish vaqti) ning funksiyasi hisoblanadi (3-rasm).



3-rasm. Piroliz jarayonida gaz holatidagi mahsulotlar hajmini vaqtga bogʻliqligi:
 1 – 550 °C; 2 – 650 °C;
 3 – 750 °C; 4 – 850 °C.

Bunda 0-12 sekund vaqt oraligʻida turli xil temperaturalarda mahsulot unumi aniqlandi. Eng yuqori natija 850 °C oraligʻida ekanligi aniqlandi. Undan yuqori temperaturada koks hosil boʻlish kuchayib, miqdori ortishi kuzatildi.

Texnologik parametrlarning muqobil variantlari asosida, pechlarda tabiiy gaz tarkibidan ajratib olingan etanni konversiya qilish darajasi koʻtarilib, pirogaz tarkibi va unda ajralayotgan etilen miqdori (mol %) laboratoriya sharoitida tahlil qilinganda quyidagi tarkibli moddalar hosil boʻlishi aniqlandi. Loyiha boʻyicha pirogaz tarkibida etilen miqdori - 32,65 mol %. Pech konversiyasi koʻtarilganda pirogaz tarkibida etilen miqdori - 33,325 mol %.

$$F = 33,325 \text{ mol \%} - 32,65 \text{ mol \%} = 0,675 \text{ mol \%}.$$

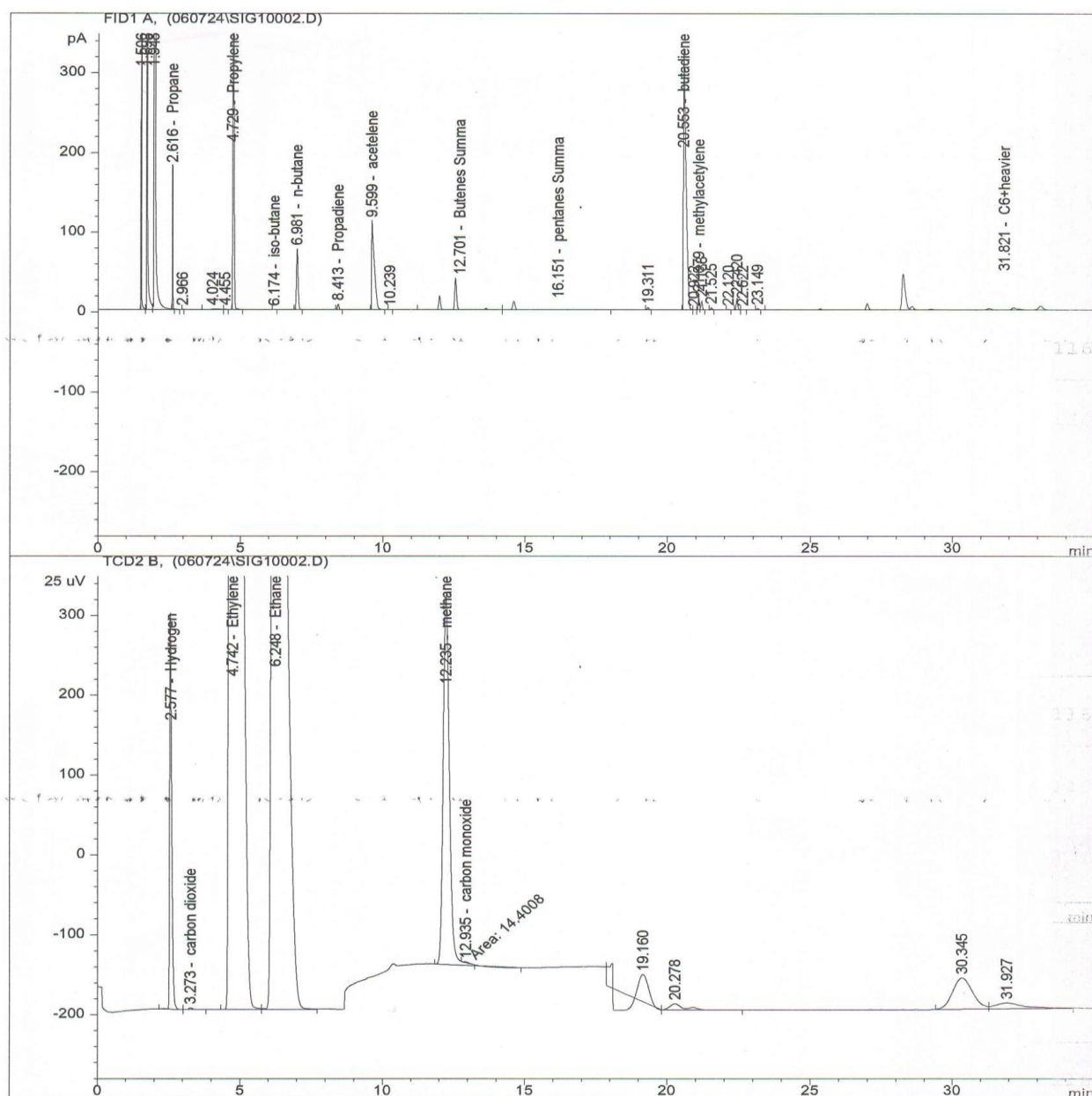
Piroliz pechlarida konversiyalanish darajasi oʻzgartirilgan xolatda pirogaz gaz tarkibida xosil boʻlayotgan moddalarni laboratoriya sharoitida gaz xromatografiyasi usulida tahlil qilindi (4-rasm).

Xromatografik tahlilga koʻra pirogaz tarkibida etilening ulushi ortganini kuzatish mumkin.

Disseratatsiyaning “Pirogaz tarkibidan etilenni ajratib olish jarayonini takomillashtirish” deb nomlangan toʻrtinchi bobida etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratish jarayonida “sariq moy”ni hosil boʻlishini kamaytirish usuli ishlab chiqildi.

Nordon gazlardan tozalangan pirogaz quritgichlarda quritilib, sovutiladi, vodorod ajratib olinadi va demetanizator kolonnasida metan ajratib olinib kub kolonnadan teng ikkiga boʻlinib DA-1402 haydaladi. Atsetilen uglevodorodlari gidrogenlanadi va suyuq etilen separatorga haydaladi. Birlashtirilgan bu

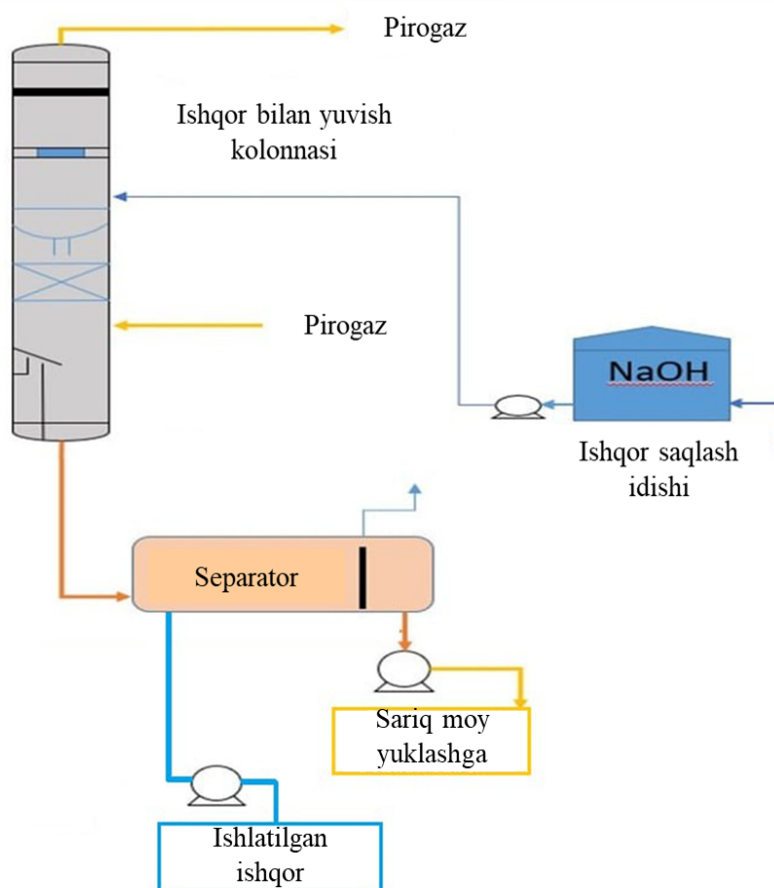
uglevodorod oqimlari aralashtirish moslamasiga o'tkazilib u yerda yaxshilab aralashtiriladi.



4-rasm. Pechlar rejimi o'zgartirilib olingan pirogaz tarkibidan namuna xromatografik tahlili (FID, TCD detektorlarda)

Natijada suyultirilgan etan-etilen fraksiyasida "sariq moy"ni erishi ta'minlanadi. So'ngra gaz va suyuqlik fazalaridan iborat oqim fazalarga ajratish uchun FA-1402 separatorga beriladi. Bunda gaz fazasi quritgich orqali separatorni yuqori qismidan etilen monomerini ajratib olish DA-1402 kolonnasiga chiqariladi. Suyuq faza separatorning pastki qismidan nasos yordamida etansizlantirish maqsadida DA-1401 kolonnasini yuqori qismiga haydab uzatiladi (5-rasm).

Olib borilgan izlanishlar natijasida "sariq moy"ni ajratib olish jarayonida hajmi 35 m³ bo'lgan sig'imli idishdan foydalanish bu xildagi moyni ishqordan separatorlarda ajratib olish vaqtini 2,0 soatgacha kamaytirish va etan-etilen fraksiyasida "sariq moy"ni erishi ta'minlanadi.

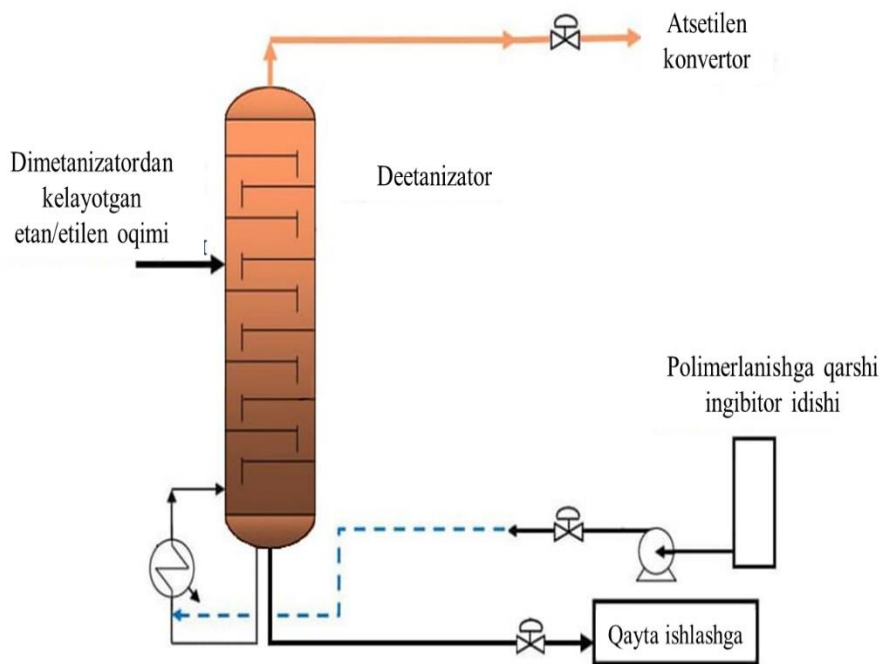


5-rasm. Etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratish jarayonida “sariq moy”ni hosil bo‘lishini kamaytirish usuli

Natijada gaz va suyuq fazalardan iborat oqimni ajratish uchun separatorlarga beriladi va separatorni yuqori qismidan etilen monomerini ajratib olishga xizmat qiluvchi DA-1402 kolonnasiga chiqariladi.

Etilen monomeri miqdorini oshirishda polimerlanish ingibitorlari tanlandi. Umuman olganda etilen uglevodorodlarini polimerlanish reaksiyalariga uchrashi keraksiz jarayon bo‘lib piroliz vaqtida turli ingibitorlardan foydalanish orqali polimerlanishni to‘xtatish choralari ko‘rildi. Polimerlanish ingibitorlari sifatida tarkibida galogen, organik peroksidlar, oltingugurt tutuvchi moddalar, vodorod va boshqa shularga o‘xshash reagentlar qo‘llaniladi. Ushbu reagentlar reaksiyon muhitda monomerga nisbatan juda kam miqdorda bo‘lsa ham polimerlanish jarayonini keskin kamaytirib susaytiradi yoki butunlay to‘xtatib qo‘yadi. Reaksiyaga kirishish faolligi har xil etilen uglevodorodlari uchun ingibitorning ta’siri ham turlicha bo‘ladi. Jarayonga keraksiz polimerlanishga qarshi petroflow markali yangi avlod ingibitor tanlanib, 0,5-1,5 % miqdorda qo‘shish maqsadga muvofiq ekanligi aniqlandi (6-rasm).

Natijada gaz va suyuq fazalardan iborat oqimni ajratish uchun separatorlarga beriladi va separatorni yuqori qismidan etilen monomerini ajratib olishga xizmat qiluvchi DA-1402 kolonnasiga chiqarishi aniqlab berildi. Piroliz jarayonini olib borish davrida etilen uglevodorodlarini keraksiz polimerlanish reaksiyalariga uchrashini to‘xtatish maqsadi reboylerni ifloslanishini minimal darajada bo‘lishini ta’minlash uchun mahsulotni deetanizator kub reboylarlariga kirishida kolonnaning quyi qismidan chiquvchi oqimlarga polimerlanishni oldini oluvchi ingibitorlarni purkab turish tavsiyasi ishlab chiqildi.

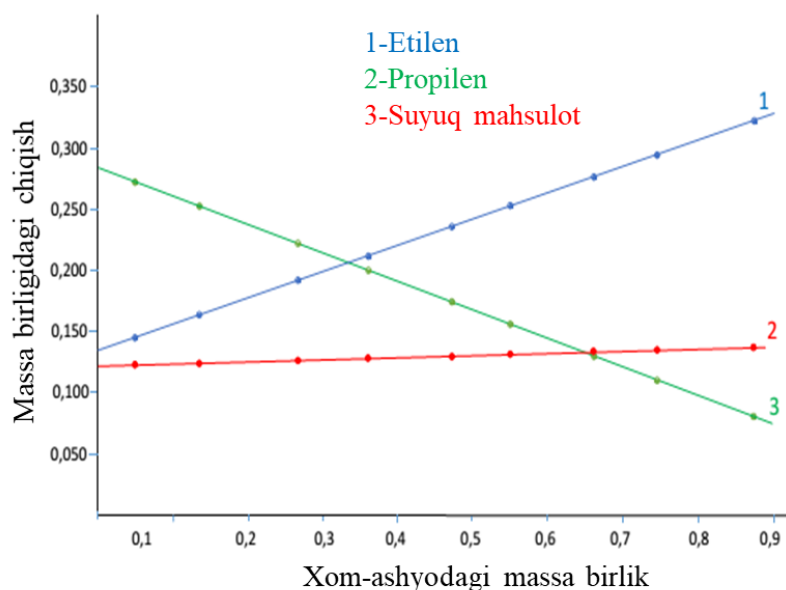


6-rasm. Etilen monomeri miqdorini oshirishda polimerlanish ingibitorlarini qo'llash

Etilenni ajratib olish jarayonini barqaror ishlashini ta'minlash, olinadigan mahsulot sifatini yanada oshirish, atrof-muhit muhofazasini himoya qilish talablariga javob beruvchi texnologik me'yorlarni yaratish hozirgi kunda muhim hisoblanadi. Shuning uchun ShGKM da etilen monomerini xomashyoni piroliz qilish usuli bilan samaradorligini takomillashtirish tadbirlari o'rganib chiqildi.

Izlanishlar bo'yicha piroliz jarayonini olib borishda turli xil tarkibdagi xomashyolardan foydalanish mahsulotlarni maqsadli hosil qilish darajasiga ta'sir qilishi aniqlandi.

7-rasmda pirolizlash jarayonida etilenni xomashyo tarkibidagi gaz ulushiga bog'liqligi keltirilgan. Ushbu natijalardan ko'rinib turibdiki, gaz xomashyosi tarkibida propilenni ulushini ortishi bilan uni hosil bo'lishi unchalik yuqori darajada emas.



7-rasm. Piroliz jarayonida mahsulotlarni chiqishini ularni xomashyo tarkibidagi ulushiga bog'liqligi: 1 – etilen; 2 – propilen; 3 – suyuq fazali mahsulot.

Agar gaz xomashyosi tarkibida ulushi 0 dan 0,7 % gacha oshganida etilenni chiqish qiymati 0,15 dan 0,38 % gacha o'zgaradi, ya'ni etilenni propilenga nisbatan miqdor ulushi 1,5 dan 2,3 % marotaba oshadi. Shular bilan birga jarayonda suyuq fazali mahsulotlarni hosil bo'lishi massa ulushiga nisbatan 0,25 dan 0,12 % gacha kamayadi.

Demak, uglevodorodlarni piroliz qilish jarayonida xomashyo tarkibida gaz ulushini o'zgartirib borish bilan mahsulotlar tarkibini ham talab qilingan yo'nalishlarga o'zgartirish mumkin bo'ladi.

Bunda etilenni ishlab chiqarishda issiqlikni utilizasiya qilib turish, koks hosil bo'lishini kamaytirish, konversiyani ushlab, selektivlikni nazorat qilish, etanni suv bug'ida to'yintirib parsial bosimini tushirish, mahsulotni pechda bo'lishi vaqtini nazorat qilish, mahsulotni pechdan chiqish jarayonida tezlik bilan sovutish, etilenni tarkibiy sifatini oshirishga alohida e'tibor qaratish lozim bo'ladi.

Texnologik jarayonda toblash-bug'latish apparatlarini (TBA) qo'llash orqali issiqlik yo'qotish miqdorini 3,0÷5,0 % gacha pasaytirib bosimni 30÷50 kPa gacha tushirish orqali gaz tarkibidan suvlarni ajratib olish imkoniyati mavjud bo'ladi. Pechlarning radiant quvurlarida kokslanishni kamaytirish maqsadida berilayotgan dimetildisulfid ingibitorlarini qo'llash natijasida koks hosil bo'lishi 4-5 % gacha kamaytiriladi. Pirolizlash jarayonida pirogaz hosil bo'lib, uning tarkibida etilen, vodorod, metan, etan, atsetilen, propilen, propadien, butilenlar, C₅₊ uglevodorodlari hosil bo'ladi.

Etilenni pirogaz tarkibidan ajratib olish uchun dastlab pirogazni bosimi 3500 kPa gacha ko'tariladi va metanizator kolonnasida metan, deetanizator kolonnasida suyuq polimerlar, sovutish jarayonida vodorod ajratib olinadi. Pirogaz tarkibida bo'lgan atsetilenni Germaniyada tayyorlangan G-58I yoki Olemax katalizatorlari yordamida etilenga aylantiriladi. Etilen ya'ni etan-etilen fraksiyasi rektifikasion kolonnada yuqori 9-tarelkasidan etilen ajratib olinib sferaga yuboriladi, etan esa kolonnani pastki qismidan ajratib olinib pechlarga resikl qilib beriladi. Katalizator shunday tanlanganki, reaktorga kirayotgan asetilen to'liq etilen yoki etanga aylanadi va yo'qotishga yo'l qo'yilmaydi.

Etilen monomerini ajratib olish jarayonini barqaror ishlashini ta'minlash, olinadigan mahsulot sifatini yanada oshirish, atrof-muhit muhofazasini himoya qilish talablariga javob beruvchi texnologik me'yorlarni yaratish hozirgi kunda muhim hisoblanadi. Izlanishlar bo'yicha piroliz jarayonini olib borishda turli xil tarkibdagi xom ashyolardan foydalanish mahsulotlarni maqsadli hosil qilish darajasiga ta'sir qilishi aniqlandi. Natijalarga ko'ra gaz xom ashyosi tarkibida propilenni ulushini ortishi bilan uni hosil bo'lishi unchalik yuqori darajada emas. Agar gaz xom ashyosi tarkibida ulushi 0 dan 0,7 gacha oshganida etilenni chiqish qiymati 0,15 dan 0,38 gacha o'zgaradi, ya'ni etilenni propilenga nisbatan miqdor ulushi 1,5 dan 2,3 marotaba oshadi. Shular bilan birga jarayonda suyuq fazali mahsulotlarni hosil bo'lishi massa ulushiga nisbatan 0,25 dan 0,12 gacha kamayadi. Bunda etilen monomerini ishlab chiqarishda issiqlikni utilizasiya qilib turish, koks hosil bo'lishini kamaytirish, selektivlikni nazorat qilish, etanni suv bug'ida to'yintirib parsial bosimini tushirish, mahsulotni pechda bo'lishi vaqtini

nazorat qilish, mahsulotni pechdan chiqish jarayonida tezlik bilan sovutish, etilenni tarkibiy sifatini oshirishga alohida e'tibor qaratish lozim bo'ladi.

Sho'rtan gaz-kimyoy majmuasida takomillashtirilgan piroliz jarayonining pirogazni quritish, boshlang'ich holatda sovutish, demetanizatsiyalash, deetanizatsiyalash, depropanizatsiyalash, C₄ uglevodorodlaridan C₃ uglevodorodlarilarni haydab olish, debutanlash jarayonlarini va "sariq moy"ni yuvish, etan-etilen fraksiyasini quritish, bug'latish va resikllanadigan etanni qizdirish, tovar holdagi etilen monomerini ishlab chiqarish prinsiplial texnologik sxemalari sinovdan o'tkazilib ishlab chiqarish amaliyotiga joriy etildi.

Dissertatsiya ishini bajarishda olingan asosiy ilmiy va amaliy natijalari quyidagilar hisoblanadi (4-jadval).

4-jadval

Takomillashtirilgan texnologik tizimda olingan pirogaz tarkibi va etilen monomeri miqdori (mol%)

Modda nomi	Takomillashtirilgan texnologik tizimda ajralayotgan etilen monomeri miqdori (mol%)	Loyiha hujjatlari va reglament asosida ajralayotgan etilen miqdori (mol%)
Vodorod	38,304	32,92
uglerod oksidi	0,0049	0,11
uglerod ikki oksida	0,0069	0,03
Metan	4,539	3,56
Atsetilen	0,32	0,23
ETILEN	33,466	32,65
Etan	22,049	24,02
izo-butan	0,000141	0,07
n-butan	0,074	
propadien/metilasetat	0,0095	0,2
Propilen	0,46	0,39
Butenlar	0,066mol	0,06
Propan	0,0627	0,08
butadien/C₄ atsetilen	0,536	0,29
metil-atsetilen	0,000193	-
C₆ uglevodorodlar	0,0959	0,06
benzol	-	0,05
Toluol	-	0,01

Piroliz jarayonida etilen monomeri chiqishini oshirish bo'yicha iqtisodiy tushumni hisoblash:

Loyiha bo'yicha pirogaz tarkibida etilen miqdori - 32,65 mol%.

Pech konversiyasi ko‘tarilganda pirogaz tarkibida etilen miqdori - 33,466 mol%.

$$F=33,466 \text{ mol\%} - 32,65 \text{ mol\%} = 0,816 \text{ mol\%}$$

Har qanday uglevodorod pirolizga uchratilganda olib borilayotgan jarayonni texnik ko‘rsatgichlariga qarab o‘ziga xos bo‘lgan mahsulotlarni chiqishini ta‘minlaydi. Pirolizga berilayotgan xomashyo, chiqayotgan mahsulot va olingan aralashmaning asosida: konversiya darajasi; harorat; to‘yingan bug‘ bosimi ko‘rsatgichlari muhim o‘zgarishlarga olib keladi.

Loyihaviy etilenni chiqish hisobi. Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasida SRT-VI rusumidagi piroliz pechlari etanni piroliz qilish jarayonining konversiyasiyanishi loyihaga ko‘ra 60% bo‘lishi mahsulotni chiqish material balansi bo‘yicha hisoblangan, bunda: Konversiyalanish,

$$S = \frac{F}{F+R} = \frac{21.028}{21.028+14.046} * 100\% = 60\% \text{ ni tashkil etadi.}$$

- Pechga qabul qilinayotgan C_2H_6 miqdori, $F=21,028$ tn/soat;
- DA-1402 etan+etilen aralashmasini ajratish kolonnasidan qaytayotgan etan miqdori, $R=14,046$ tn/soat.

Etanni pechga qaytish sarfi,

$$R = \frac{F(1-C)}{C} = \frac{21.02(1-0.60)}{0.60} = 14,02 \text{ tn/soat} \text{ ni tashkil etadi.}$$

Majmua qurilmalari bir yilda uzluksiz 8000 soat/yil ish xolatida bo‘ladi va bir oy rejali ta‘mirlashga to‘xtatiladi bunda:

Etilen ishlab chiqarish loyihaga ko‘ra, 140000 tn/yilni tashkil etadi;

Bir soatda ishlab chiqarilgan C_2H_4 miqdori $F=140000/8000=17,5$ tn/soatni tashkil etadi.

Dissertatsiya ishida pechlar konversiyasini oshirib etilen chiqishi bo‘yicha olib borilgan ishlar hisobi:

Ish xolatida bo‘lgan pechlar (RUN mode) rejimida konversiya 62% bo‘lganda etilen ishlab chikarish jarayoniga ta‘sir qiluvchi omillar o‘zgarishi rejim bir me‘yorga kelgan vaqtda tahlil qilindi.

Konversiyalanish,

$$S = \frac{F}{F+R} = \frac{22.4}{22.4+13.609} * 100\% = 62\% \text{ ni tashkil etdi.}$$

Pechga qabul qilinayotgan C_2H_6 miqdori, $F=22,4$ tn/soat;

DA-1402 etan+etilen aralashmasini ajratish kolonnasidan qaytayotgan etan miqdori, $R=13,609$ tn/soat.

Etanni pechga kaytish sarfi,

$$R = \frac{F(1-C)}{C} = \frac{22.4(1-0.62)}{0.62} = 13 \text{ tn/soat} \text{ ni tashkil etadi.}$$

Majmua etilen ishlab chiqarish sexi 06.07.2024 yilda ya‘ni 24 soatda 428 tn/kun ishlab chiqargan bunda: Etilen ishlab chikarish bir kunda, 428 tn/kunni tashkil etadi;

Bir soatda ishlab chiqarilgan C_2H_4 miqdori $F=428/24=17,83$ tn/soatni tashkil etadi. Etilen ishlab chiqarish loyihaga nisbatan hisoblanganda:

Loyihaga ko‘ra pech konversiyasi 60 % bo‘lganda ishlab chiqarilgan etilen C_2H_4 miqdori $F_1=17,5$ tn/soat;

rejim o'zgartirilib pechni konversiyasi 62 % bo'lganda ishlab chiqarilgan C_2H_4 miqdori $F_2=17,83$ tn/soat.

Demak, $F_{\text{etilen}} = F_1 - F_2 = 17,83 \text{ tn/soat} - 17,5 \text{ tn/soat} = 0,33 \text{ tn/soat}$ ko'prok etilen ishlab chiqarilgan.

XULOSA

1. Etilenni ishlab chiqarish uchun hozirgi kunda qo'llanilayotgan uglevodorodlarni yuqori haroratlarda piroliz qilish jarayonini 600-850 °C harorat ostida olib borish imkoniyatlari borligi aniqlandi. Bunda katta energiya resurslarini tejash, mahsulot olish davrida qurum, turli tarkibdagi smolalar, aromatik va suyuq fazadagi (*kondensasiyalangan*) naften uglevodorodlarni sintez bo'lishi oldi olinadi. Tarkibida metan – 0,2, etan – 0,4, etilen – 19,0, propan – 0,65, n-butan – 6,4, izobutan – 0,28, azot – 0,1 kg miqdorlarda bo'lgan xomashyo atmosfera bosimi ostida 600 – 850 °C harorat oralig'ida 6÷12 sekunt vaqt ichida piroliz qilish natijasida etilen monomerini hosil bo'lishi 32,65 % dan 33,325% gacha oshishi aniqlandi.

2. Piroliz jarayonida ikkilamchi mahsulotlarni hosil bo'lishini minimal darajada ta'minlab etilenni maksimal miqdorda ishlab chiqarish uchun xomashyo tarkibida 85-92% gacha parafin uglevodorodlari bo'lishi maqsadga muvofiqligi topildi.

3. Piroliz jarayonini olib borish davrida etilen uglevodorodlarini keraksiz polimerlanish reaksiyalariga uchrashini to'xtatish maqsadida reboylarni ifloslanishini minimal darajada bo'lishini ta'minlash uchun mahsulotni kub reboylarlariga kirishida kolonnaning quyi qismidan chiquvchi oqimlarga polimerlanishni oldini oluvchi ingibitorlarni purkab turish tavsiyasi ishlab chiqildi. Umumiy holda ushbu maqsadlar uchun ularga 0,5-1,5% miqdorlarda ingibitorlarni qo'shish samarali ekanligi aniqlandi.

4. Etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratish jarayonida "sariq moy"ni hosil bo'lishini kamaytirish usuli ishlab chiqildi. Bunda sariq moy ajralish sig'imi hajmini 35 m³ xajmli qilish orqali etilen monomeri pirogaz tarkibidan tozaroq va tezroq ajralishi isbotlandi.

6. Etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish texnologik qurilmalarni takomillashtirilgan texnologiyasi ishlab chiqildi. Etilenni ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish issiqlikni utilizatsiya qilib turish, atsetilen miqdorini 7÷8 ppm gacha pasaytirib etilen sifatini oshirish, asosiy mahsulotlarni hosil bo'lish darajasini 65÷70 % gacha ko'tarish va koks hosil bo'lishini kamaytirishga yo'nalganligi aniqlandi.

7. Sho'rtan gaz kimyo majmuasidagi etilen ishlab chiqarish sexining sovuqlik qurilmasidagi GA-1501 raqamli nasosni kondensatorlarda, issiq-lik almashinishini ta'minlash, sovutgichlarga sovutish agentini yetkazib berish, kompressor tizimidagi separatorlarni ish faoliyatini saqlab turish uchun nasosni aylanib o'tuvchi quvur va quvur yopqichlarini o'rnatish orqali elektr energiyasini tejash bo'yicha bir yilda 129600000 so'm iqtisodiy samaradorlikga erishish mumkinligi aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/2025.27.12.Т.16.05 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ БУХАРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ТОШБОЕВ ХУЖАМБЕРДИ МИНГЯШАРОВИЧ

**ВЫДЕЛЕНИЕ МОНОМЕРА ЭТИЛЕНА ИЗ СОСТАВА ПИРОГАЗА И
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГАЗА**

02.00.08 – Химия и технология нефти и газа

**АВТОРЕФЕРАТ диссертации доктора философии (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Бухара - 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2022.3.PhD/T3019.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.bstu.uz) и информационно-образовательном портале Ziyonet (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Нуруллаев Шавкат Пайзиевич
кандидат химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Сайдахмедов Шамшидинходжа Мухторович
доктор технических наук, профессор

Хурмаматов Абдугаффор Мирзабдуллаевич
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Бухарский нефтеперерабатывающий завод

Защита диссертации состоится от «12» июнь 2026 года в 11⁰⁰ часов на заседании Научного совета по присуждению учёных степеней DSc.03/2025.27.12.T.16.05 при Бухарском государственном техническом университете (Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазоева, 15. Тел.: (+99865)223-78-84, факс: (+998 65) 223-78-84, e-mail: (info@bstu.uz))

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Бухарского государственного технического университета (зарегистрирована за номером №512). (Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазоева, 15. Тел.: (+99865) 223-78-84).

Автореферат диссертации разослан от «26» мая 2026 года.

(реестр протокол рассылки №7 от «13» марта 2026 г.)

С.Ф.Фозилов

Председатель Научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор

А.Т.Олтиев

Ученый секретарь Научного совета по присуждению учёных степеней, доктор технических наук, доцент

Х.Б.Дустов

Председатель Научного семинара при Научном совете по присуждению учёных степеней, доктор химических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Активное развитие нефтегазовой отрасли в мире предполагает более широкое использование мономеров этилена и пропилена при получении полимерных продуктов. Более половины объема производимого этилена используется в качестве мономера при получении сополимеров с полиэтиленом и пропиленом, винилацетатом, стиролом и этилакрилатом. Исходя из этого, этилен является целевым продуктом при производстве бутадиена, стирольного каучука и латексов, этилацетата и других органических веществ на основе этиленгликоля, поливинилхлорида, этилбензола, этилацетата и других органических веществ, которые используются для получения этиленгликоля, полиэтилентерфалат, уксусной кислоты, ацетатной целлюлозы. Соответственно, важно устранить ряд технических и экономических проблем, связанных с извлечением мономера этилена из пирогазного содержимого.

Сегодня ведутся научные исследования по изучению технологий получения пиролизованного этилена в процессе пиролиза путем выделения этана, содержащегося в природном газе, и техническому усовершенствованию использования сополимера Бутен-1 для добавления к этилену в пропилен, изобутилен, 1,3-бутадиен, изопрен и полимер. В связи с этим особое внимание уделяется созданию современных, высокопроизводительных методов и устройств технологических процессов, обеспечивающих максимальное разделение углеводородных компонентов в природном газе в результате научно-исследовательских работ в масштабах нефтегазоперерабатывающей промышленности.

Также в нашей республике достигаются важные результаты по выделению компонентов из природного газа с максимальной чистотой, увеличению количества мономера этилена за счет прохождения их через процесс пиролиза. Ведутся исследования по увеличению содержания мономера этилена в пирогазе, разделению целого и текора. Стратегия развития нового Узбекистана¹ определяет задачи "широкого внедрения инноваций в экономику, развития кооперационных связей промышленных предприятий и научных учреждений". В частности, перед предприятиями нефтегазовой отрасли важно внедрить в практику усовершенствованные технологические устройства процесса извлечения мономера этилена из пирогазного содержимого.

Указ Президента Республики Узбекистан № 60 "О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы" от 28 января 2022 года, На основе глубокой переработки углеводородного сырья от 28 сентября 2016 года "О мерах по увеличению производства готовой продукции, направленной на

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №ПП-60 «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

экспорт" ПК-2614 и от 29 августа 2017 года "о мерах по совершенствованию экспортно-импортной деятельности организаций химической промышленности" ПК-3246, а также другим нормативным правовым актам, имеющим отношение к данной деятельности, в определенной степени служит данное диссертационное исследование.

Связь исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование является частью программы развития науки и техники Республики Узбекистан. Выполнено в соответствии с направлением VII. «Химическая технология и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Впервые в мире для отделения мономера этилена от пирогазообразного содержимого и совершенствования технологических процесс А.Плейт, А.Н.Николаев, В.В.Коршак, В.В.Киреев, Р.В.Васюлик, В.И.Мурин, О.С.Кукурина, Р.Р.Сафин, Н.Л.Солодова, И.А.Михнушкин и др., М. В нашей стране.А.Аскарлов, А.Т.Джалилов, Т.Р.Абдурашидов, Ф.А.Магруппов, Б.И.Ойхужаев, А.С.Султанов, З.С.Салимов, С.А.Абдурахимов, А.Б.Оловиддинов, Д.Ю.Юсупов, И.И.Исмаилов, А.Т.Джалилов, С.М.Турабжонов, Б.Р.Хамидов, М.Г.Алимухамедов, Р.И.Адилов, А.В.Ю Раев, Г.Р.Норметова, Б.Б.Айхуджаев, У.О.Останов, такими учеными, как Нуруллаев Ш.П., были проведены научные исследования по разделению природных газов на углеводородные фракции в полном объеме и использованию процесса пиролиза этилена для повышения производительности, определения физико-химических и технологических показателей в поиске положительного решения своих проблем, поиска альтернативных показателей факторов влияющие на реализацию процесса и внедрение.

Были выдвинуты предложения по повышению эффективности технологии извлечения мономера этилена из пирогазообразного содержимого и исследованию физико-химических свойств. Однако оптимизация технологических параметров, применение ингибиторов, предотвращающих несущественную полимеризацию, недостаточно изучены с точки зрения уменьшения образования «желтого масла» в процессе.

При решении этих задач производственные предприятия, используя имеющиеся у них возможности, внедряют оптимизированные параметры и усовершенствованные технологии, что является важной задачей.

Связь исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная научно-исследовательская работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательской работы Ташкентского химико-технологического института в рамках экономического соглашения ОТ-Ф7-04 (2021-2024 гг.) по теме «Разработка и определение закономерностей взаимодействия структуры и свойств активных соединений на основа промежуточных продуктов (жидких олефинов) производства «Шуртанского газохимического комплекс» (2021-2024).

Целью исследования является выделение мономера этилена из пирогаза и совершенствование технологического процесса.

Задачи исследования:

анализ промышленных методов и направлений выделения мономеров этилена в процессе пиролиза;

анализ зависимости выделения этилена из пирогазы от технологических параметров, выбор и установка новых альтернативных (оптимальных) параметров процесса извлечения этилена из пирогазы;

анализ методов увеличения объема производства этилена за счет увеличения проектной конверсии печи в процессе пиролиза;

анализ способов дальнейшего снижения образования «желтого масла» при отделении мономера этилена от пирогазы;

выбор и применение ингибиторов, замедляющих коксование и снижающих образование полимеров в узле колонны деэтанатора, из состава ЭЭФ в процессе пиролиза;

усовершенствование технологического устройства для отделения мономера этилена от пирогазового содержимого.

В качестве объекта исследования были взяты неочищенный природной газ из магистральных газопроводов ООО «Шуртаннефтегаз», полученный этан в результате фракционирования газов «Шуртанского газохимического комплекса», мономерного этилена из продуктов пиролиза, ингибитор предотвращающий полимеризации.

Предметом исследования является выделение этилена от пирогаза, определение оптимальных параметров производства этилена, усовершенствование установки выделения этиленового мономера из пирогаза, исследование повышение степени конверсии печей.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы и анализе полученных результатов были использованы физико-химические (ИК-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, термогравиметрические, аналитические методы), а также стандартные методы определения качественных показателей.

Научная новизна исследования заключается следующем:

было обнаружено, что образование мономера этилена увеличивается с 32,65 % до 33,325 % за счет изменения процесса пиролиза углеводородов, используемого в настоящее время для производства этилена при высоких температурах при атмосферном давлении, на режимы пиролиза в диапазоне температур 600 ÷ 850 °С, что приводит к увеличению образования мономера этилена. 6÷12 секунд;

были выбраны ингибиторы марки petroflow, которые, как оказалось, желательно добавлять в количестве 0,5-1,5 %, чтобы предотвратить нежелательные реакции полимеризации углеводородов во время пиролиза.

рекомендация по распылению ингибитора, снижающего полимеризацию, в потоки, выходящие из нижней части колонны, когда продукт процесса пиролиза поступает в кубовые кипятильники

деэтанализатора, научно обоснована.

в процессе отделения мономера этилен из пирогаза было продемонстрировано, что при замене емкости для отделения «желтого масла» на 35 м³ мономер этилена чище и быстрее отделяется от пирогаза.

было определено, что благодаря усовершенствованной технологии выделения мономера этилена из пирогаза, за счет использования тепла, содержание ацетиленов снижается до 7÷8 ppm в год, повышается качество этилена, повышается выход основных продуктов до 65÷70 %, а также снижается коксообразование и образование мономера этилена до 33,466 %.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны оптимальные условия для технологии выделения мономера этилена из пирогаза;

для предотвращения нежелательных реакций полимеризации углеводородов в процессе пиролиза селективно применен ингибитор, эффективность которого доказана при применении 0,5-1,5% (по массе).;

В процессе отделения мономера этилена из пирогаза емкость увеличивают, чтобы обеспечить отделение «желтого масла»;

Усовершенствованная технология позволила увеличить содержание мономера этилена.

Достоверность результатов исследования была определена тем фактом, что исследования проводились с использованием современных методов и инструментария, с использованием физико-химических и аналитических методов, а Шуртанский газохимический комплекс был подтвержден результатами испытаний в производственных условиях.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в том, что при изменении процесса пиролиза углеводородов, используемых в настоящее время для производства этилена при высоких температурах при атмосферном давлении, на режимы пиролиза в диапазоне температур 600 ÷ 850 °С, продолжительностью 6÷12 секунд, было установлено, что образование мономера этилена увеличивается с 32,65 % до 33,325 % были выбраны ингибиторы марки retroflow для предотвращения, научно обоснована рекомендация по распылению ингибитора, снижающего полимеризацию, в потоки, выходящие из нижней части колонны, при поступлении продукта процесса пиролиза в деэтанализационные кубовые кипятильники, путем замены емкости для отделения «желтого масла» объемом 35 м³ в процессе отделения мономера этилена от пирогаза, было доказано, что мономер этилена является более чистым и быстрым, чем снижение или улучшение качества этилена, ориентация на повышение выхода базовых продуктов до 65÷70 % и снижение коксообразования объясняется тем фактом, что выход мономера этилена, как было установлено, достигает 33,466 %.

Практическая значимость результатов исследований заключается в увеличении количества мономера этилена за счет извлечения мономера этилена из состава пирогаза и усовершенствовании технологического

аппарата, сокращении времени отделения «желтого масла» от щелочи в сепараторах до 2,0 часов. предотвращение вступления этиленовых углеводородов в ненужные реакции полимеризации в процессе пиролиза и объясняется повышением чистоты мономер этилена.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных научных результатов по выделению мономерного этилена из пирогаза и усовершенствованию технологического процесса:

внедрено метода снижения образование «желтого масла» в процессе выделение этиленового мономера из пирогаза в Шуртанском газохимическом комплексе (Справка № 030/3390-ООО «Шуртанский газохимический комплекс» от 16 августа 2024 года). В результате применению емкости объемом 35 м³ в процессе извлечения «желтого масла» сократило время извлечения этого вида масла из щелочи в сепараторе на 2,0 часа;

были применены на практике усовершенствованный технология выделение этиленового мономера в ООО «Шуртанский газохимический комплекс» (Справка № 030/3390-ООО «Шуртанский газохимический комплекс» от 16 августа 2024 года). В результате выбрано подходящим для добавления ингибиторов нового поколения против полимеризации марки retrofluc и был признан целесообразным добавление количестве 0,5-1,5 %, на основе оптимизированных параметров и усовершенствованный технологический процессов достигнуто повышение выхода этиленового мономера от 32,65 % до 33,466 %.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований обсуждались на 8 международных и 2 национальных научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего опубликовано 16 научных работ по теме диссертации, из которых 6 статей, 3 в зарубежных и 3 в республиканских научных журналах, опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 96 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во вступительной части диссертации обосновывается актуальность и необходимость проведенных исследований, описываются цель и задачи, предмет и объект исследования. Обосновывается и формулируется соответствие исследовательской работы основным направлениям развития науки и техники Республики Узбекистан. Выявлена научная новизна, описаны практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость экспериментальных испытаний, опубликованных работ и полученных результатов. Также приведены данные о структуре

диссертации.

В первой главе диссертации под названием «Промышленные методы и направления разделения мономеров этилена при пиролизе» рассмотрены перспективы переработки природного газа, основы выделения мономера этилена из состава пирогазов в производстве полиэтилена, совершенствование газопереработки. Технология и имеющаяся информация, опубликованная в научной литературе, касающаяся ее физических и химических свойств, обобщены и критически проанализированы.

Анализ опубликованной литературы связан с выделением мономера этилена из состава пирогаза и дальнейшим совершенствованием технологического процесса, обеспечивающего безопасную и непрерывную работу основного, промежуточного и вспомогательного оборудования в установке получения мономера этилена, а также как физика тепловых и других видов энергообмена с технологическими потоками, присутствующими в процессе пиролиза, физико-химические свойства, снижение образования ацетиленовых углеводородов, выход продуктов, предотвращение коксообразования в печах пиролиза для увеличения количества, дальнейшее снижение образования «желтого масла» в щелочной колонне, углубленное изучение физико-химических свойств, подбор ингибиторов полимеризации и коксования, щелочная очистка, подбор ингибиторов, снижающих коррозию металлоконструкций оборудования и оборудования в различных агрессивных средах, альтернатива зависимости качества от количества компонента (λ) и коэффициентов ΔH при приготовлении технической воды. На основе анализа представленных в литературе данных установлено, что определение условий является одним из актуальных вопросов.

На основе критического анализа этих проблем это дало возможность сформировать цели и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «Объекты исследований, материалы и методы исследования», приведена классификация первичного сырья и полупродуктов, результаты, полученные в процессе пиролиза смеси углеводородов на ООО «Шуртанский газохимический комплекс», результаты, полученные на лабораторной установке, вещества, образующиеся в пирогазе в лабораторных условиях, результаты хроматографического анализа, переоборудование печей для увеличения производства этилена, Выделено влияние количества возврата этана на технические показатели печи.

Было установлено, что структурные показатели природного газа до и после процесса очистки природного газа с использованием амина являются следующими (таблица 1). Считается, что содержание сырья играет существенную роль в увеличении количества мономера этилена в процессе

пиролиза. Это сырье содержало метана – 0,2; этана – 0,4; этилена – 19,0; пропана – 0,65; н-бутана – 6,4; изобутана – 0,25; азота – 0,1 кг.

Таблица 1.

Состав природного газа, поступающего на Шуртанский газохимический комплекс и прошедшего очистку с использованием амина

№	Компонентный состав	Молярные доли природного газа, поступающего на Шуртанский газохимический комплекс, %	Молярные доли природного газа после очистки с использованием амина, %
1	CO ₂	3,36	0,005
2	H ₂ S	0,06	0,00
3	CH ₄	88,74	92,62
4	C ₂ H ₆	4,08	4,26
5	C ₃ H ₈	0,89	0,93
6	C ₄ H ₁₀	0,41	0,43
7	Углеводороды C ₅	0,17	0,18
8	C ₆ и высшие углеводороды	0,3	0,31
9	H ₂	0,76	0,79
10	H ₂ O	1,23	0,47

Процесс пиролиза проводился при давлении, близком к атмосферному, и в диапазоне температур 550-850 °С. Скорость, с которой углеводородную смесь пропускали через устройство, составляла 25-100 мл/мин, время (τ) чередования фаз смеси составляло 0,5-2,5 с. Поскольку извлечение этана из природного газа и этилена путем пиролиза этана является сложным процессом, были изменены режимы технологического процесса, осуществляемого с помощью пиролизной конверсии печи, а также система управления режимами.

В третьей главе диссертации, озаглавленной "Результаты анализа содержания пирогазы в лабораторных условиях", представлены результаты экспериментального исследования параметров альтернативного (оптимального) режима процесса экстракции мономера этилена, снижающего образование "желтого масла" в щелочной колонне, основы полимеризации выбор ингибиторов. Был проанализирован состав сырья. Было установлено, что если количество этиленового углеводорода в сырье увеличивается с 0 до 0,7 значений, то его вклад в состав продукта увеличивается с 0,17 до 0,50 (рисунок 1).

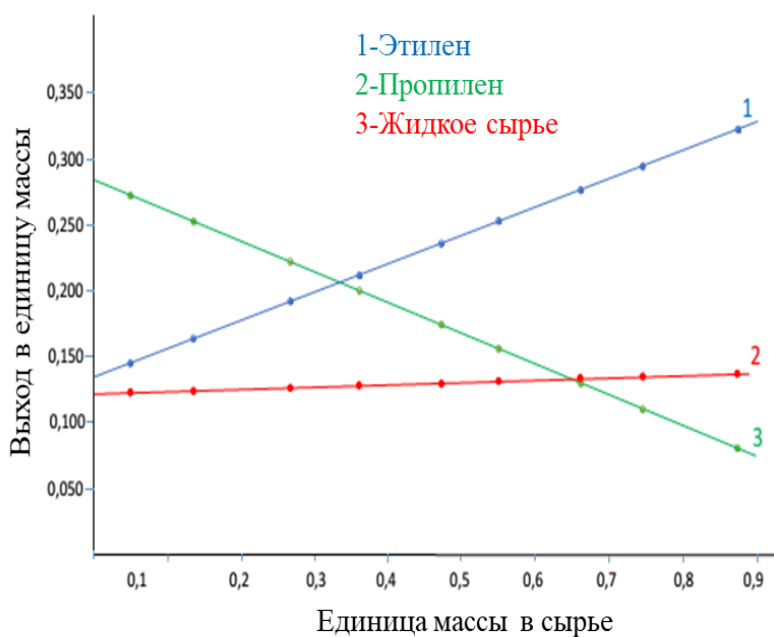


Рисунок 1.
Температурная
зависимость величины
энергии Гиббса:
 1 - этан; 2 - пропан; 3 - н-гексан.

Таким образом, было обнаружено, что доступность этилена в качестве продукта увеличивается в 2,1 раза по сравнению с 1,2 для пропилена. В то же время было обнаружено, что при таких условиях образование жидкофазных продуктов уменьшается с 0,26 единиц массы до 0,15.

На основании проведенных расчетов установлено, что равновесное состояние в диапазоне температур 600-920 °С достигается для алканов с углеродным числом C₃-C₄, при дегидрировании этана при 600-850 °С. Устойчивость углеводородов к разложению определяется количеством атомов углерода в алканах (рис. 2).

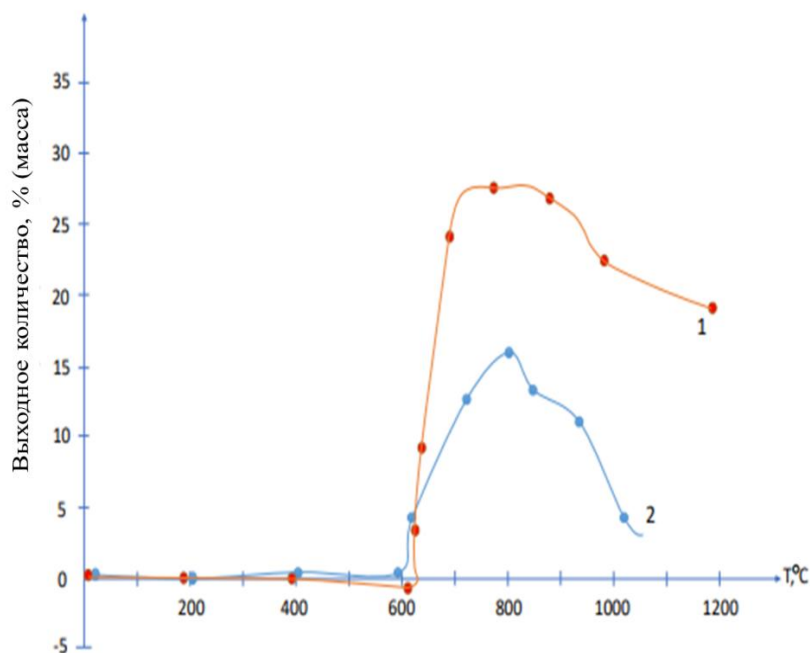


Рисунок 2.
Температурная
зависимость процесса
пиролиза этилена и
пропилена этановой
фракцией.
 1- этилен; 2- пропилен.

В ходе исследований было установлено, что во время пиролиза степень герметизации зависит от времени нахождения сырья в зоне реакции, а также от температуры. В таблице 2 ниже приведены данные о селективности

процесса пиролиза в зависимости от времени нахождения сырья в зоне реакции.

Таблица 2.
Зависимость выхода продуктов пиролиза от температуры и времени

Продукты	Уровень производства продукции			
	500-550 °С 6-12 с	550-650 °С 6-12 с	650-750 °С 6-12 с	750-850 °С 6-12 с
CH ₄	15,6	16,6	16,8	16,7
C ₂ H ₄	23,0	25,9	29,3	33,3
C ₃ H ₆	13,6	12,7	12,2	11,7
C ₄ H ₆	2,2	3,8	4,2	4,8
C ₅ и выше	32,8	29,7	27,8	23,9
CH ₄ / C ₂ H ₄	0,678	0,641	0,575	0,501
C ₃ H ₆ / C ₂ H ₄	0,591	0,490	0,418	0,351

Наиболее важным фактором является разбавление углеводородов сырья, направленного на пиролиз, водяным паром, поскольку количество выделяемых этилена, 1,3-бутадиена и бутенов увеличивается из-за снижения парциального давления углеводородов. Кроме того, уменьшается образование ароматических углеводородов и метана, а вторичные реакции, направленные на извлечение высокомолекулярных соединений, гарантируют отсутствие образования кокса в реакторах с пониженной производительностью. Анализ влияния показателя разбавления различного сырья водяным паром на образование кокса представлен в таблице 3.

Таблица 3.
Степени разбавления сырья водяными парами

	Этан	Бутан	Легкий бензин	Тяжелый бензин	Газойл
Разбавление водяными парами (по отношению к количеству сырья, %)	35	50	50-60	60-70	80-100

В процессе пиролиза временная зависимость выходного объема продуктов в газообразном состоянии является функцией скорости превращения (или жесткости процесса), температуры и времени нахождения сырья в зоне реакции (время взаимодействия - t) (рисунок 3).

Где 0-12 сек. Выход продукта определяли при различных температурах с течением времени. Самый высокий результат оказался в диапазоне 850 °С. При более высокой температуре наблюдалось усиление образования кокса и увеличение его количества.

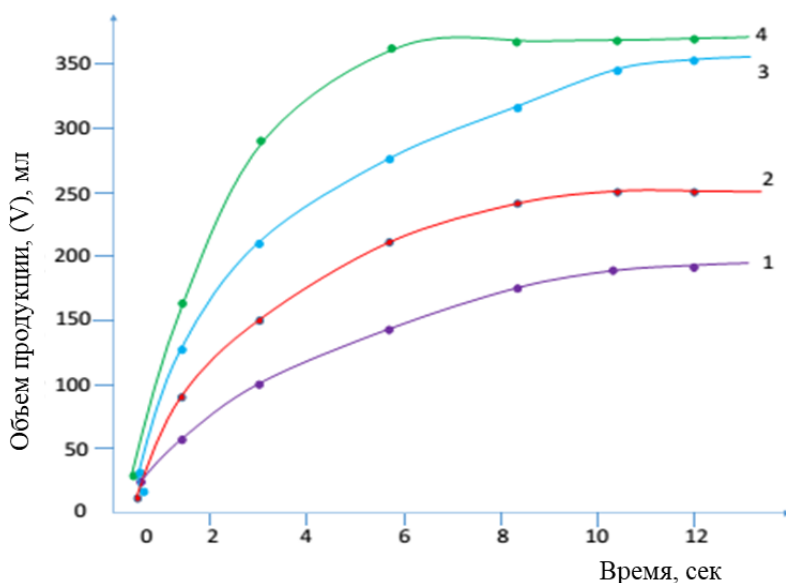


Рисунок 3. Зависимость объема газообразных продуктов пиролиза от времени:
 1 - 550°C; 2 - 650°C;
 3 - 750°C; 4 - 850°C.

На основе альтернативных вариантов технологических параметров повышен уровень конверсии этана, извлекаемого из природного газа в печах, установлено, что состав пирогаза и количество выделяющегося в нем этилена (моль %) анализировались в лабораторных условиях и образовались следующие вещества. Согласно проекту количество этилена в пирогазе составляет 32,65 мол.%. Содержание этилена в пирогазе составляет 33,325 % (мол) при увеличении конверсии печи.

$$F = 33,325 \text{ моль \%} - 32,65 \text{ моль \%} = 0,675 \text{ моль \%}$$

В случае изменения степени конверсии в печах пиролиза вещества, образующиеся в пирогазе, анализировались методом газовой хроматографии в лабораторных условиях (рис. 4).

По данным хроматографического анализа, можно наблюдать увеличение доли этилена в пирогазе.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной "Совершенствование процесса извлечения этилена из пирогаза", разработан способ уменьшения образования "желтого масла" в процессе выделения мономера этилена из пирогазы.

Пирогаз, очищенный от кислых газов, высушивают и охлаждают в сушилках, выделяют водород и метан в колонне деметанизатора, а ЭЭФ из кубической колонны разделяют надвое и удаляют DA-1402. Ацетиленовые углеводороды подвергаются гидрированию, а оставшийся этилен поступает в сепаратор. Объединенные потоки этих углеводородов направляются в смесительный блок, где они тщательно перемешиваются. В результате в разбавленной этан-этиленовой фракции растворяется "желтое масло". Поток, состоящий из газовой и жидкой фаз, затем подается в сепаратор FA-1402 для разделения на фазы. В этом случае отделение сепаратора от верхней части сепаратора с помощью газофазного осушителя сбрасывается в колонну DA-1402. Жидкая фаза подается из нижней части сепаратора в верхнюю часть колонны DA-1401 с целью этанизации с помощью насоса (рис. 5).

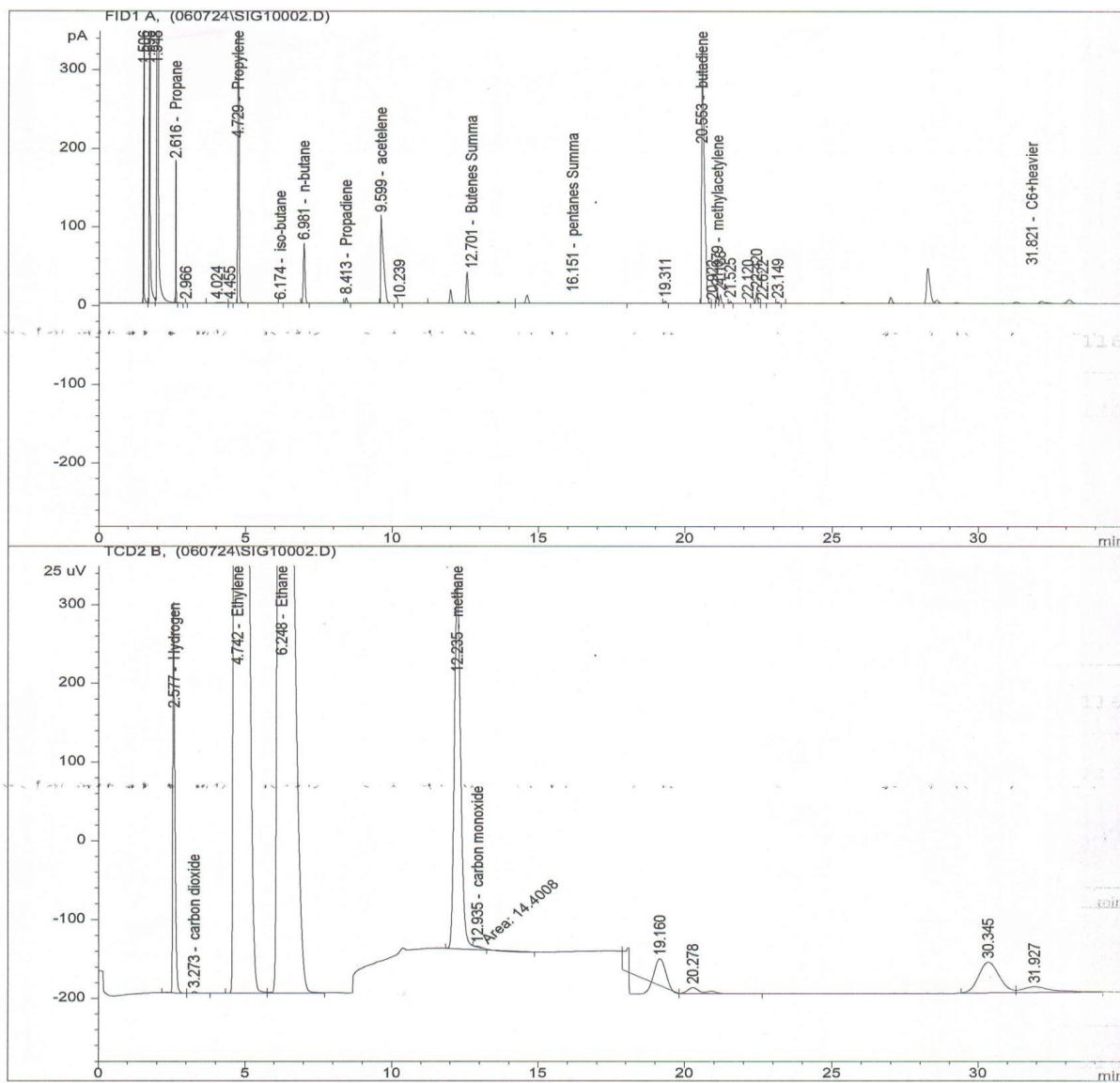


Рисунок 4. Хроматографический анализ пробы пирогаза, полученной при изменении режима печи (на детекторах ПИД, ТКД)



Рисунок 5. Способ снижения образования «желтого масла» при выделении мономера этилена из пирогаза

В результате проведенных исследований установлено, что использование емкостного контейнера объемом 35 м³ в процессе извлечения "желтого масла" обеспечивается за счет сокращения времени извлечения масла из щелочи в сепараторах до 2,0 часов и растворения "желтого масла" в этан-этиленовой фракции.

Полученный продукт подается в сепараторы для разделения потока газовой и жидкой фаз и отводится в колонну DA-1402, которая служит для отделения мономера этилена от верхней части сепаратора.

Ингибиторы полимеризации были выбраны для увеличения количества мономера этилена. В целом, реакции полимеризации этиленовых углеводородов не являются необходимым процессом - были приняты меры для прекращения полимеризации путем использования различных ингибиторов во время пиролиза. В качестве ингибиторов полимеризации в их составе используются такие реагенты, как галоген, органические пероксиды, держатели серы, водород и другие. Эти реагенты ослабляют или полностью прерывают процесс полимеризации, резко снижая его, даже если они содержатся в очень малых количествах по сравнению с мономером в реакционноспособной среде. Активность инициирования реакции также зависит от действия ингибитора на различные этиленовые углеводороды. Было установлено, что для предотвращения ненужной полимеризации целесообразно добавлять в процесс ингибиторы марки retroflow нового поколения в количестве 0,5-1,5 % (рис. 6).

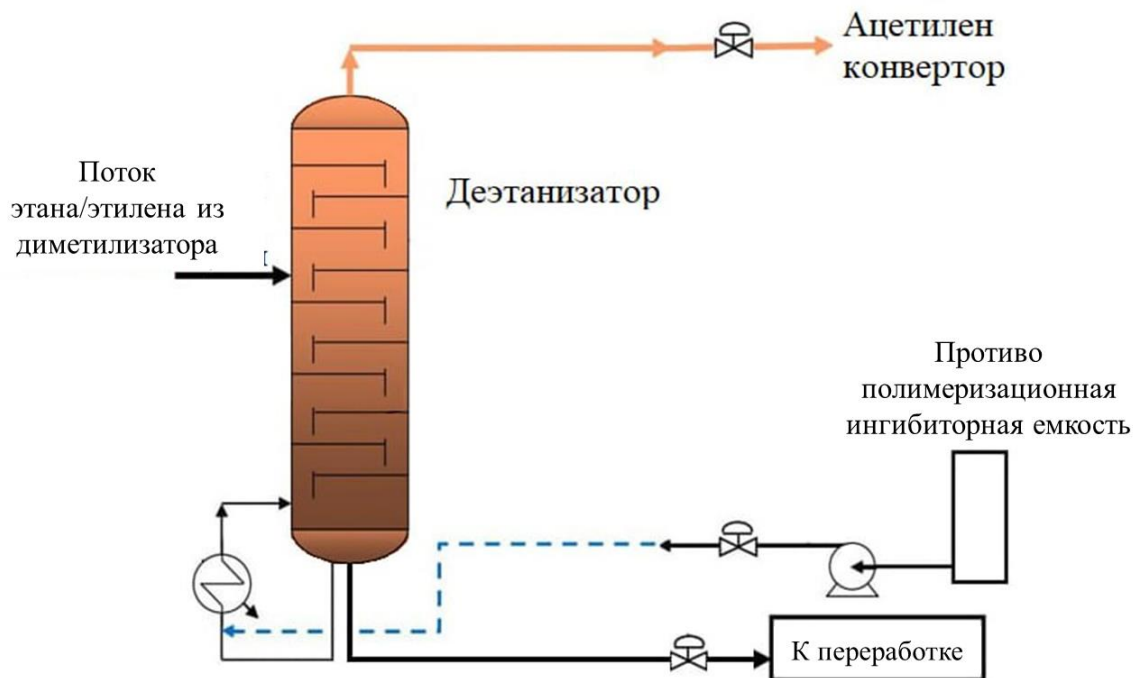


Рисунок 6. Применение ингибиторов полимеризации для увеличения количества мономера этилена

В результате поток, состоящий из газовой и жидкой фаз, поступает в сепараторы и из верхней части сепаратора сбрасывается в колонну DA-1402, служащую для отделения мономера этилена. В целях предотвращения

ненужных реакций полимеризации этиленовых углеводородов в процессе пиролиза, а также обеспечения минимального загрязнения ребойлера рекомендуется распылять ингибиторы полимеризации в выходы из нижней части колонны при поступлении продукта в ребойлеры куба деэтанатора.

В настоящее время важно обеспечить стабильную работу процесса извлечения этилена, дальнейшее повышение качества получаемого продукта, создание технологических стандартов, отвечающих требованиям по охране окружающей среды. Поэтому были изучены меры по повышению эффективности получения мономера этилена в Шуртанского газохимического комплекса методом пиролиза сырья.

Установлено, что использование сырья различного состава при проведении процесса пиролиза влияет на степень образования целевого продукта.

На рис. 7 представлена зависимость этилена от доли газа в сырье в процессе пиролиза. Как видно из этих результатов, его образование не очень велико с увеличением доли пропилена в газовом сырье. При увеличении доли газового сырья от 0 до 0,7 % выход этилена изменяется от 0,15 до 0,38 %, то есть отношение этилена к пропилену увеличивается в 1,5-2,3 раза. При этом образование жидкофазных продуктов в процессе снижается с 0,25 до 0,12 % по массе.

Так, изменяя долю газа в сырье при пиролизе углеводородов, можно будет изменить состав продуктов в нужном направлении.

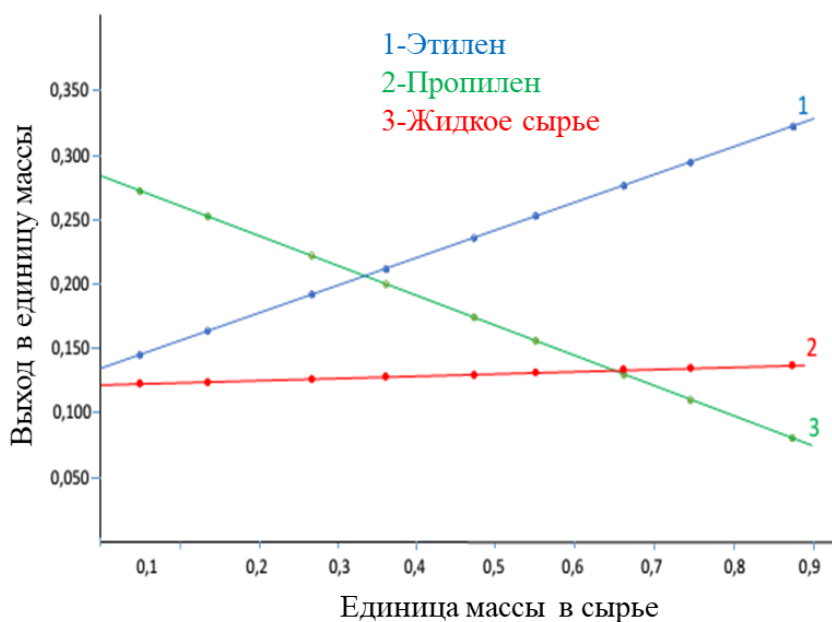


Рисунок 7.
Зависимость выхода
продуктов при
пиролизе от доли
сырья: 1 – этилен; 2 –
пропилен;
3 – жидкофазный
продукт.

Особое внимание уделяется использованию тепла при производстве этилена, снижению коксообразования, остановке конверсии, управлению селективностью, снижению парциального давления этана за счет насыщения его водяным паром, контролю времени нахождения продукта в печи, быстрому охлаждению продукта. в процессе выхода из печи необходимо будет сосредоточить внимание на улучшении структурных качеств этилена.

В технологическом процессе из газосодержания можно извлечь воду за

счет снижения количества теплотерь до 3,0÷5,0 %, а за счет снижения давления до 30÷50 кПа за счет использования пароиспарительного оборудования (ЗИА). В результате применения диметилдисульфидных ингибиторов, которые применяются для уменьшения закоксовывания в радиационных трубах печей, коксообразование снижается на 4-5 %. В процессе пиролиза образуется пирогаз, содержащий этилен, водород, метан, этан, ацетилен, пропилен, пропадиен, бутилены, углеводороды C₅+

Для извлечения этилена из состава пирогаза первоначально давление пирогаза повышают до 3500 кПа и в колонне метанизатора экстрагируют метан, в колонне деэтанизатора экстрагируют жидкие полимеры, в процессе охлаждения выделяют водород. Ацетилен, содержащийся в пирогазе, перерабатывают в этилен с помощью катализаторов G-58I или Olemax производства Германии. Этилен, то есть этан-этиленовая фракция, извлекается из верхней тарелки 9 в ректификационной колонне и направляется в сферу, а этан отделяется из нижней части колонны и возвращается в печи. Катализатор подбирается так, чтобы ацетилен, поступающий в реактор, полностью превращался в этилен или этан и не допускались потери.

В настоящее время важно обеспечить стабильную работу процесса извлечения мономера этилена, дальнейшее повышение качества получаемого продукта, создание технологических стандартов, отвечающих требованиям по охране окружающей среды. Исследованиями установлено, что использование гомогенных веществ различного состава при проведении процесса пиролиза влияет на степень целенаправленного получения продуктов. Согласно результатам, его образование находится не на очень высоком уровне при увеличении доли пропилена в составе газового сырья. Если доля в составе газового сырья увеличивается с 0 до 0,7, то величина выхода этилена изменяется с 0,15 до 0,38, то есть процентное соотношение количества этилена по сравнению с пропиленом увеличивается с 1,5 до 2,3 раза. Вместе с этим образование жидкофазных продуктов в процессе снижается с 0,25 до 0,12 по отношению к массовой доле. В этом случае необходимо будет поддерживать отвод тепла при производстве мономера этилена, уменьшать коксообразование, контролировать селективность, снижать парциальное давление путем перемешивания этана с водяным паром, контролировать разложение продукта в печи, быстро охлаждать продукт в процессе его извлечения из печи. печи, и уделите особое внимание повышению структурных качеств этилена.

Усовершенствованный процесс пиролиза в Шуртанском газохимическом комплексе: сушка пирогаза, охлаждение в исходном состоянии, деметанизация, деэтанизация, депропанизация, удаление C₄ углеводородов из C₃, промывка процессов дебутирования и «желтого масла», апробированы и внедрены в практику производства принципиальные технологические схемы сушки этан-этиленовой фракции, нагрева парового и рецептурного этана, производства товарного мономера этилена.

Основные научные и практические результаты диссертационной работы заключаются в следующем (табл. 4).

Расчет экономического дохода от увеличения выхода мономера этилена при пиролизе: Согласно проекту количество этилена в пирогазе составляет 32,65 мол.%.

Содержание этилена в пирогазе при увеличении конверсии печи составляет 33,466 мол.%.

$$F=33,466\text{моль}\%- 32,65\text{моль}\%=0,816 \text{ моль}\%$$

Когда любой углеводород подвергается пиролизу, это обеспечивает выделение уникальных продуктов в зависимости от технических параметров проводимого процесса. В зависимости от пиролизного сырья, выходных продуктов и полученной смеси: степень конверсии; температура; Показания давления насыщенного пара приводят к значительным изменениям.

Таблица 4.

Содержание пирогаза и количество мономера этилена, полученного в усовершенствованной технологической системе (моль%)

Название вещества	Количество мономера этилена, выделившегося в усовершенствованной технологической системе (моль%)	Количество выделяемого этилена исходя из проектных документов и нормативов (моль%)
Водород	38,304	32,92
оксид углерода	0,0049	0,11
оксид углерода (II)	0,0069	0,03
Метан	4,539	3,56
ацетилен	0,32	0,23
ЭТИЛЕН	33,466	32,65
Этан	22,049	24,02
изо-бутан	0,000141	0,07
н-бутан	0,074	
пропадиен/метилацетат	0,0095	0,2
пропилен	0,46	0,39
бутены	0,066моль	0,06
пропан	0,0627	0,08
бутадиен/C₄ ацетилен	0,536	0,29
метил-ацетилен	0,000193	-
углеводороды C₆	0,0959	0,06
бензол	-	0,05
Толуол	-	0,01

Расчет мощности проекта по этилену.

Согласно проекту, коэффициент переработки печей пиролиза SRT-VI процесса пиролиза этана Шуртанского газохимического комплекса рассчитывался по выходному материальному балансу продукции, в котором:

Конверсия составляет,

$$C = \frac{F}{F+R} = \frac{21.028}{21.028+14.046} * 100\% = 60\%$$

- Количество C_2H_6 , поступившее в печь, $F=21,028$ т/ч;
- Количество этана, возвращающегося из колонны разделения смеси этан+этилен DA-1402, $R=14,046$ т/ч.

Расход возврата этана в печь составляет

$$R = \frac{F(1 - C)}{C} = \frac{21.02(1 - 0.60)}{0.60} = 14,02 \text{ т/ч}$$

Оборудование комплекса будет находиться в непрерывном рабочем состоянии в течение 8000 часов в год и будет приостановлено на месяц планового ремонта, во время которого:

Производство этилена оценивается в 140 000 тонн в год;

Количество C_2H_4 , производимого в час, составляет $F=140000/8000=17,5$ т/час.

Отчет о выполненных в дипломной работе работах по выходу этилена за счет повышения конверсии печей:

Анализировались факторы, влияющие на процесс производства этилена при конверсии 62 % в печах в рабочем состоянии (режим Run) и при выходе режима на этот уровень.

Конверсия составляет,

$$C = \frac{F}{F + R} = \frac{22.4}{22.4 + 13.609} * 100\% = 62\%$$

Количество C_2H_6 , поступающего в печь, $F=22,4$ тн/ч;

Количество этана, возвращаемого из колонны разделения смеси этан+этилен DA-1402, $R=13,609$ тн/ч.

Расход возврата этана в печь составляет

$$R = \frac{F(1 - C)}{C} = \frac{22.4(1 - 0.62)}{0.62} = 13, \text{ т/ч}$$

Цех комплексного производства этилена на 06.07.2024 г., то есть за 24 часа, произвел 428 т/сутки, из них:

Производство этилена за сутки составляет 428 т/сутки;

Количество C_2H_4 , вырабатываемого за один час, составляет $F=428/24=17,83$ т/ч.

Производство этилена рассчитывается относительно проекта:

Количество получаемого этилена C_2H_4 при конверсии печи составляет 60 % по проекту $F_1=17,5$ т/ч;

Количество C_2H_4 , получаемого при конверсии печи 62 % при смене режима, составляет $F_2=17,83$ т/час.

Следовательно, было произведено больше этилена при соотношении $F_1-F_2 = 17,83$ т/ч-17,5 т/ч = 0,33 т/ч.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Было обнаружено, что процесс пиролиза углеводородов, используемый в настоящее время для производства этилена при высоких температурах, потенциально может осуществляться при температуре 600-850 °С. В данном случае речь идет о синтезе нафтеновых углеводородов из сажи, различного состава, ароматических и жидкой фазы (конденсированных) в период экономии больших энергоресурсов, получении продуктов. Установлено, что сырье, содержащее метан – 0,2, этан – 0,4, этилен – 19,0, пропан – 0,65, н-бутан – 6,4, изобутан - 0,28, азот – 0,1 кг, увеличивает образование мономера этилена на 32,65 – 33,325 % при пиролизе за 6÷12 секунд в диапазоне температур 600 – 850 °С при атмосферном давлении.

2. В процессе пиролиза было обнаружено, что для получения максимального количества этилена за счет минимизации образования вторичных продуктов желательно, чтобы сырье содержало до 85-92 % парафиновых углеводородов.

3. В процессе пиролиза, с целью предотвращения ненужных реакций полимеризации этиленовых углеводородов, с целью обеспечения минимального уровня загрязнения ребойлера, дана рекомендация распылять ингибиторы, предотвращающие полимеризацию, из нижней части колонны в нижнюю часть колонны. сливы продукта в кубовые ребойлеры. В целом оказалось эффективным добавление к ним для этих целей ингибиторов в количестве 0,5-1,5 %.

4. Разработан метод снижения образования «желтого масла» в процессе отделения мономера этилена от пирогаза. Доказано, что мономер этилена можно отделить от пирогаза чище и быстрее, увеличив объем отделения желтого масла до 35 м³.

6. Разработана усовершенствованная технология технологических устройств для извлечения мономера этилена из состава пирогаза. Определено, что совершенствование технологии производства этилена направлено на утилизацию тепла, повышение качества этилена за счет снижения количества ацетилена до 7÷8 ppm, повышения уровня образования основных продуктов до 65÷70 % и снижения образования кокса.

7. В холодильной установке завода по производству этилена Шуртанского газохимического комплекса установлен насос GA-1501 для обеспечения теплообмена в конденсаторах, подачи хладагента в охладители, поддержания работы сепараторов в компрессорной системы, а также

провести электроэнергию путем установки перепускной трубы насоса и затворов труб за год на экономию. Определено, что может быть достигнута экономическая эффективность в размере 129,6 млн. сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/2025.27.12.T.16.05 IN DRAWING OF
SCIENTIFIC DEGREES AT THE BUKHARA STATE
TECHNICAL UNIVERSITY**

TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY

TOSHBOEV KHUJAMBERDI

**SEPARATION OF ETHYLENE MONOMER FROM PYROGAS AND
IMPROVEMENT OF GAS PROCESSING TECHNOLOGY**

02.00.08 - Chemistry and technology of oil and gas

**DISSERTATION ABSTRACT of the doctor of philosophy (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Bukhara - 2026

The theme of the PhD dissertation was registered by the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan numbered B.2022.3.PhD/T3019.

The dissertation has been carried out at the Tashkent Institute of Chemical Technology.

The abstract of dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (abstract)) on the Scientific Council website (www.bstu.uz) and on the website of «ZiyoNet» information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific advisor:

Nurullayev Shavkat

candidate of chemical sciences, professor

Official opponents:

Saydakhmedov Shamsidinkhoja

Doctor of Technical Sciences, Professor

Khurmamatov Abdugaffor

Doctor of Technical Sciences, Professor

Leading organization:

Factory of Bukhara Oil Refinery

The defense of the dissertation will take place on «12» june, 2026 at 11⁰⁰ at the meeting of Scientific Council DSc.03/2025.27.12.T.16.05 on awarding academic degrees at the Bukhara State Technical University (Address: 15, K. Murtazaev street, 200117, Bukhara. Phone: (998 65) 223-78-84, Fax: (998 65) 223-78-84. e-mail: (info@bstu.uz).

The dissertation is available at the Information resource center of Bukhara state technical university (registered under the number №512). (Address: 15, K. Murtazaev street, 200117, Bukhara. Phone: (+99865) 223-78-84).

The abstract of dissertation distributed on «26» may 2026.

(register of the protocol distribution №7 dated on «13» march 2026)

S.F.Fozilov

Chairman of the Scientific council on awarding academic degrees, doctor of technical sciences, professor

A.T.Oltiyev

Scientific secretary of the Scientific council on awarding of academic degrees, doctor of technical sciences, associate professor

H.B.Dustov

Chairman of the scientific seminar under the scientific council on awarding academic degrees, doctor of chemical sciences, professor

INTRODUCTION (the abstract of PhD thesis)

The aim of the research is to isolate ethylene monomer from pyrogas contents and improve the process equipment.

The objects of research work. LLC “Shurtanneftegaz” provides supply of untreated natural gas from main gas pipelines, production of ethylene monomer by technology of LLC “Shurtan Gas Chemical Complex”, pyrogas “yellow oil”, inhibitor preventing non-essential polymerization.

The scientific novelty of the research work is as follows:

it was found that the formation of ethylene monomer increases from 32,65% to 33,325 % by changing the hydrocarbon pyrolysis process currently used for ethylene production at high temperatures at atmospheric pressure to pyrolysis modes in the temperature range of 600 ÷ 850 °C, which leads to an increase in the formation of ethylene monomer. 6÷12 seconds;

petroflow brand inhibitors were selected and found to be desirable to be added in an amount of 0,5-1,5 % to prevent undesirable hydrocarbon polymerization reactions during pyrolysis.

the recommendation to spray a polymerization reducing inhibitor into the streams leaving the bottom of the column when the pyrolysis process product enters the cube boilers-de-ethanizers is scientifically sound.

in the process of separating ethylene monomer from pyrogas, it was demonstrated that by replacing the “yellow oil” separation tank with a 35 m³ tank, ethylene monomer is cleaner and faster separated from the pyrogas.

It was found that due to the improved technology of ethylene monomer separation from pyrogas due to heat utilization, acetylene content is reduced up to 7÷8 ppm per year, ethylene quality is improved, main products yield is increased up to 65÷70 %, as well as coke formation and ethylene monomer formation is reduced up to 33,466 %.

Implementation of the Research Results. Based on the obtained scientific results on separation of ethylene monomer from pyrogas content and improvement of technological equipment:

a method for reducing the formation of “yellow oil” in the process of separating ethylene monomer from pyrolysis gas at the Shurtan Gas Chemical Complex has been introduced (Reference No. 030/3390- OOO “Shurtan Gas Chemical Complex” dated August 16, 2024). As a result, the use of a 35 m³ tank in the process of extracting “yellow oil” reduced the time for extracting this type of oil from the alkali in the separator by 2.0 hours;

the improved technology for the isolation of ethylene monomer was applied in practice at Shurtansky Gazokhimichesky Kompleks LLC (Reference No. 030/3390- OOO Shurtansky Gazokhimichesky Kompleks dated August 16, 2024). As a result, the petrofluv brand of new generation inhibitors against polymerization was selected as suitable for adding and the addition amount of 0,5-1,5 % was recognized as appropriate; based on the optimized parameters and improved technological processes, an increase in the yield of ethylene monomer from 32,65 % to 33,466 % was achieved.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 96 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; part I)

1. X.M.Ташбаев, Ш.П.Нуруллаев, Р.М.Мадиев, З.С.Алиханова. Усовершенствование получения этиленового мономера методом пиролиза//Universum: технические науки : электрон. научный журнал. Москва, -2021, -№10 (91), -С.32-39 (02.00.00; №01).

2. X.M.Toshboev, Sh.P.Nurullaev, O.B.Axmedova, Sh.T.Karaev. Etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olish qurilmasini takomillashtirish. Farg'ona politexnika instituti ilmiy – texnika jurnali. -2024, -№5, -223-229 b.

3. Kh.M.Toshboev, R.Madiev, Sh.P.Nurullaev. Innovative approach to improving the process of obtaining ethylene monomer by pyrolysis // Web of scientist: International scientific research journal. Indonesia, Volume 5, Issue 2, -2024. -P.366-369.

4. Kh.M.Toshboev, R.Madiev, Sh.P.Nurullaev. Improvement receipt process ethylene monomer by pyrolysis // International multidisciplinary research in academic science. Indonesia, Volume 7, Issue 02, -2024. -P.216-219.

5. X.M.Toshboev, R.X.Madiev, Sh.P.Nurullaev. Etilen monomerini pirogaz tarkibidan ajratib olishning kinetik xossalari. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal. -№2/2024. -134-136 b (02.00.00; №14).

6. X.M.Тошбоев, Р.Х.Мадиев,Ш.П.Нуруллаев. Ингибиторы коррозии на основе аминов, амидов и фосфора и солеотложения. Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал. №2/2024. 131-133 б (02.00.00; №14).

II bo'lim (II часть; part II)

7. Ташбаев X.M., Нуруллаев Ш.П. Упрощенная модель получения этилено-вого мономера методом пиролиза на ШГХК // Сборник статей IV Между-народной научно-технической конференции «Минские научные чтения -2021», Минск (республика Белоруссия), 2021, Том 2, стр. 53-57.

8. X.M.Ташбаев, А.М.Маматов, Ш.П.Нуруллаев. Ингибиторы коррозии на основе аминов и имидов. Передовые технологии и материалы будущего. Сборник статей IV Международной научно-технической конференции «Минские научные чтения -2021», Минск (республика Белоруссия), 2021, Том 2, стр. 121-124.

9. Ташбаев X.M., Нуруллаев Ш.П. Интенсификация процесса получения этиленового мономера пиролизом // “Кимёвий технологиялар ва нанотех-нологиялар-юқори молекуляр бирикмалар кимёси ҳамда органик модда-лар ва композицион материаллар йўналишидаги илмий тадқиқотлар-муаммолар ва ечимлар” мавзусидаги V халқаро конференция симпозиум, Т., 2021, 128-131 бетлар.

10. X.M.Ташбаев, Ш.П.Нуруллаев, Р.М.Мадиев, З.С.Алихонова. Новые подходы пиролиза углеводородного сырья газа в этилен и пропилен.

Фундаментальная и -прикладная наука. Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, г.Анапа (Россия), 2022, стр. 5-11.

11. Тошбаев Х.М., Нуруллаев Ш.П., Алихонова З.С., Рахматова Н.Ш., Бекмуродова М. ШГКМда полиэтилен ишлаб чиқариш курилмаларини узлуксиз ишлашини таъминлаш асослари // Материалы международной конференции “Инновационные подходы к развитию образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли», Т. 2022, стр.115-116.

12. Х.М.Тошбаев, Д.К.Хандамова,Ш.П.Нуруллаев. Инновационный подход в технологию пиролиза углеводородного сырья газа в этилен и пропилен. Материалы международной конференции “Инновационные подходы к развитию образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли», Т. 2022, стр.118-120.

13. Toshboev X.M., Nurullaev Sh.P., Kayumov J.S., Alixanova Z.S. Etilen monomerini ajratib olish va gazni qayta ishlash texnologiyasining texnik reglamentlarini ishlab chiqish // «Nazariy va eksperimental kimyo hamda kimyoviy texnologiyaning zamonaviy muammolari» Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari, Karshi, 2023, 171-175 betlar.

14. Toshboev X.M., Nurullaev Sh.P., Kayumov J.S., Abduraxmonov A.P. Gaz uglevodorodlarini piroliz qilish jarayonida ishqor kolonnasida “sariq moy”ni hosil bo‘lishini kamaytirish. «Nazariy va eksperimental kimyo hamda kimyoviy texnologiyaning zamonaviy muammolari» Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari, Karshi, 2023, 175-177 betlar.

15. Toshboev X.M., Nurullaev Sh.P., Kayumov J.S., Abduraxmonov A.P. Etilen monomerini ajratib olish texnologiyasining kinetik modeli // «Nazariy va eksperimental kimyo hamda kimyoviy texnologiyaning zamonaviy muammolari» Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari, Karshi, 2023, 177-180 betlar.

16. Kh.M.Toshboev, Sh.P.Nurullaev, Z.S.Alikhonova, R.X.Madiyev. Optimization of technological parameters for separation of ethylene monomer from pyrogas composition. «Models and methods for increasing the efficiency of innovative research» international scientific-online conference. Germany 2024, P. 124-131.

Avtoreferat “Durdona” nashriyotida tahrirdan o‘tkazildi
hamda o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlarini mosligi tekshirildi.

Bosishga ruxsat etildi: 25.05.2026 Bichimi: 60x84 1/16.
“Times New Roman” garniturada raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 100. Buyurtma № 83.
Guvohnoma AI №178.08.12.2010

“Sadriddin Salim Buxoriy” MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Buxoro shahri, M. Iqbol ko‘chasi, 11-uy. Tel.: 65 221-26-45

