ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME - 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 9

ISSN 3030 -3907

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

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

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

UDK: 665.6/7:547.53

AROMATIK UGLEVODORODLAR VA ULARNING SANOATDAGI AHAMIYATI

Temirov A.H.
Buxoro davlat texnika universiteti
Axmedova Sh.
Buxoro davlat texnika universiteti
Shodiyev D.X.
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Maqolada aromatik uglevodorodlarning kimyoviy mohiyati, asosiy vakillari, sanoatda olinishi va ulardan foydalanish yo‘nalishlari ilmiy-amaliy nuqtai nazardan tahlil qilindi. Benzol, toluol, ksilollar, etilbenzol va naftalin kabi birikmalar neft-gaz kimyosi hamda organik sintezning muhim oraliq mahsulotlari sanaladi. Ular polimerlar, sintetik tolalar, smolalar, bo‘yoqlar, erituvchilar va texnik materiallar ishlab chiqarishda asosiy xomashyo vazifasini bajaradi. Shuningdek, maqolada aromatik uglevodorodlarni ajratish texnologiyalari, iqtisodiy samaradorlik omillari, ekologik xavf-xatarlar va sanoat xavfsizligi talablari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: aromatik uglevodorodlar, BTX, benzol, toluol, ksilollar, katalitik riforming, pirobenzin, neft-gaz kimyosi, polimerlar, sanoat xavfsizligi.

Аннотация. В статье рассмотрены химическая сущность ароматических углеводородов, их основные представители, промышленные способы получения и направления практического применения. Бензол, толуол, ксилолы, этилбензол и нафталин являются важными промежуточными продуктами нефтегазохимии и органического синтеза. Они служат сырьевой базой для производства полимеров, синтетических волокон, смол, красителей, растворителей и технических материалов. Отдельное внимание уделено технологиям выделения ароматических фракций, факторам экономической эффективности, экологическим рискам и требованиям промышленной безопасности.

Ключевые слова: ароматические углеводороды, БТК, бензол, толуол, ксилолы, каталитический риформинг, пиробензин, нефтегазохимия, полимеры, промышленная безопасность.

Abstract. The article analyzes the chemical nature of aromatic hydrocarbons, their major representatives, industrial production routes and practical applications. Benzene, toluene, xylenes, ethylbenzene and naphthalene are important intermediates in petrochemistry and organic synthesis. They form a raw-material base for polymers, synthetic fibers, resins, dyes, solvents and engineering materials. The article also discusses technologies for separating aromatic fractions,

economic efficiency factors, environmental risks and industrial safety requirements.

Keywords: aromatic hydrocarbons, BTX, benzene, toluene, xylenes, catalytic reforming, pyrolysis gasoline, petrochemistry, polymers, industrial safety.

KIRISH.

Aromatik uglevodorodlar zamonaviy organik kimyo va neft-gaz kimyosining eng muhim sinflaridan biridir. Ularning molekulasida delokallashgan pi-elektronlar tizimiga ega aromatik halqa mavjud bo‘lib, bu tuzilish birikmalarga yuqori kimyoviy barqarorlik, selektiv almashinish reaksiyalariga moyillik va texnologik qayta ishlash uchun qulaylik beradi. Neft fraksiyalarida, gaz kondensatida va ko‘mir smolasida uchraydigan aromatik komponentlar sanoatda alohida ajratilib, keyinchalik yuqori qo‘shimcha qiymatga ega mahsulotlarga aylantiriladi.

Sanoat amaliyotida “BTX” atamasi benzol, toluol va ksilollar guruhini ifodalaydi. AQSh Energetika axborot boshqarmasi lug‘atida ham tijorat neft aromatiklari sifatida aynan benzol, toluol va ksilol qayd etiladi. Bu uchlik ko‘plab polimerlar, sintetik tolalar, elastomerlar, smolalar, bo‘yoq va lak materiallari, dori-darmon oraliq moddalari hamda turli texnik erituvchilar ishlab chiqarishning boshlang‘ich nuqtasidir.

Petrokimyo tarmog‘ining ahamiyati yildan-yilga ortib bormoqda. Xalqaro energetika agentligi ma’lumotlariga ko‘ra, neft va gazdan olinadigan kimyoviy xomashyo zamonaviy iqtisodiyotda plastmassa, o‘g‘it, qadoqlash materiallari, kiyim-kechak, elektronika, tibbiy buyumlar va transport vositalari qismlarini ishlab chiqarishda keng qo‘llanadi. Demak, aromatik uglevodorodlar nafaqat neftni qayta ishlash korxonalarining yon mahsuloti, balki iqtisodiy qiymat yaratadigan strategik xomashyo sifatida ham baholanadi.

Maqolaning maqsadi aromatik uglevodorodlarning tarkibiy-kimyoviy xususiyatlari, sanoatda olinishi, texnologik ajratish usullari, mahsulot zanjiridagi o‘rni va xavfsizlik masalalarini kompleks tahlil qilishdan iborat. Maqolada ma’lumotlar umumlashtirilgan, ilmiy uslubda qayta bayon qilingan va amaliy jadval hamda sxemalar bilan boyitilgan.

1. Aromatik uglevodorodlarning kimyoviy mohiyati

Aromatik uglevodorodlar tarkibida kamida bitta benzol halqasi yoki unga yaqin kon’yugirlangan halqali tizim mavjud bo‘lgan organik birikmalardir. Benzol molekulasi C6H6 formulaga ega bo‘lib, uning barcha C-C bog‘lari tenglashgan xususiyatga ega. Bu holat oddiy ikki va bir bog‘larning navbatma-navbat joylashuvidan ko‘ra elektron bulutning butun halqa bo‘ylab delokallashuvi bilan tushuntiriladi. Shu sababli benzol oddiy alkenlarga nisbatan qo‘shilish

ISSN 3030-3907

reaksiyalariga kamroq, elektrofil almashinish reaksiyalariga esa ko‘proq moyil bo‘ladi.

Toluol benzol halqasidagi bitta vodorod atomining metil guruhi bilan almashgan hosilasidir. Ksilollar esa dimetilbenzol izomerlari bo‘lib, metil guruhlarining o‘zaro joylashuviga qarab orto-, meta- va para-ksilolga bo‘linadi. Etilbenzol aromatik halqaga etil guruhi ulangan birikma bo‘lib, stirol ishlab chiqarishda eng muhim xomashyolardan biridir. Naftalin ikki kondensirlangan benzol halqasidan tashkil topgan poliaromatik birikma bo‘lib, u ko‘mir smolasi va og‘ir neft fraksiyalarida uchraydi.

Aromatik birikmalarning sanoatdagi muhimligi ularning ikki tomonlama xususiyati bilan belgilanadi: bir tomondan, ular barqaror va transport hamda saqlashda nisbatan qulay; ikkinchi tomondan, halqaga turli funksional guruhlarni kiritish orqali juda ko‘p oraliq mahsulotlar sintez qilish mumkin. Shu jihatdan aromatik uglevodorodlar “kimyoviy platforma” vazifasini bajaradi.

1-jadval.

Sanoatda muhim ayrim aromatik uglevodorodlarning xususiyatlari

Birikma	Formula	Molyar massa, g/mol	Qaynash harorati, °C	Zichlik, g/cm³	Asosiy sanoat roli
Benzol	C6H6	78,11	80,1	0,876	Etilbenzol, kumol, siklogeksan va boshqa oraliq mahsulotlar
Toluol	C7H8	92,14	110,6	0,86-0,87	Erituvchi, benzol va ksilollarga aylantirish, TDI uchun xomashyo
Etilbenzol	C8H10	106,17	136,2	0,86-0,87	Stirol va polistirol ishlab chiqarish
Ksilollar	C8H10	106,17	138-144	0,86	p-ksilol - PTA/PET; o-ksilol - ftal angidrid; m-ksilol - izoftal kislota
Naftalin	C10H8	128,17	218	1,14	Bo‘yoq, smola va ftal angidrid ishlab chiqarish oraliqlari

ISSN 3030-3907

Izoh: jadvaldagi fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar turli ma’lumotnomalardagi odatdagi qiymatlar asosida umumlashtirilgan; amaliy hisoblarda aniq standart, tozalik darajasi va harorat sharoiti ko‘rsatilishi lozim.



1-rasm. Aromatik uglevodorodlarning umumiy tasnifi va BTX guruhining sanoatdagi o‘rni

2. Sanoatda olinishi va xomashyo bazasi

Aromatik uglevodorodlarning asosiy sanoat manbalari neftni qayta ishlash korxonalari va neft-gaz kimyo majmualari bilan bog‘liq. Eng muhim manbalardan biri katalitik riforming jarayonida hosil bo‘ladigan riformatdir. Riformingda past oktanli nafta fraksiyasi platinali yoki boshqa metall-kislotali katalizatorlar ishtirokida aromatiklarga boy mahsulotga aylanadi. Bunda naftenlarning degidrogenlanishi, parafinlarning izomerlanishi va sikllanishi, shuningdek, gidrokreking kabi reaksiyalar bir vaqtda kechadi.

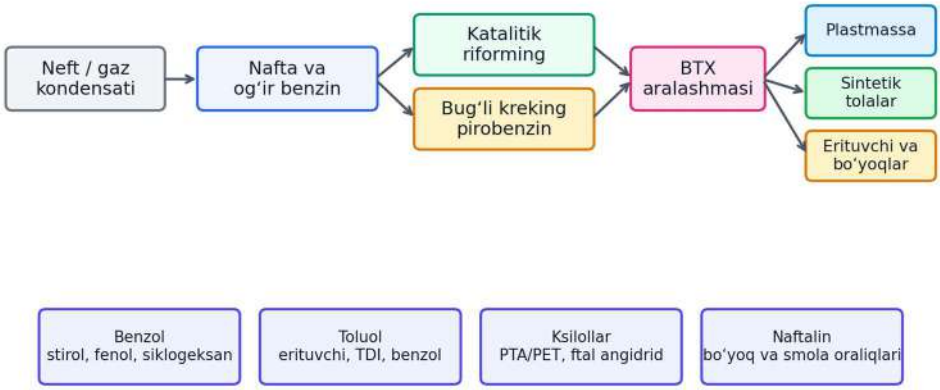
Ikkinchi muhim manba - bug‘li krekingdan olinadigan pirobenzin. Etilen va propilen ishlab chiqarish uchun nafta, suyultirilgan gazlar yoki boshqa yengil uglevodorodlar yuqori haroratda parchalanganda aromatik komponentlarga boy suyuq yon mahsulot hosil bo‘ladi. Ushbu pirobenzin gidrotozalashdan o‘tkazilib, keyin benzol, toluol va ksilollarni ajratish blokiga yuboriladi.

Ko‘mir smolasi tarixan aromatik birikmalar, ayniqsa benzol, toluol, ksilenlar, naftalin va fenollar uchun muhim manba bo‘lgan. Hozirgi zamon neft-gaz kimyosida esa ko‘mir smolasining ulushi mintaqa va xomashyo narxlariga qarab farqlanadi. Shuningdek, og‘ir reformate, kokslash mahsulotlari va ayrim kondensat fraksiyalari ham aromatiklar olish uchun qayta ishlanishi mumkin.

Texnologik ajratishda avvalo xomashyo tarkibidagi oltingugurtli birikmalar, olefinlar va smola hosil qiluvchi komponentlar kamaytiriladi. Keyin aromatiklar noaromatik uglevodorodlardan selektiv erituvchilar yordamida ajratiladi. Ekstraktiv distillash yoki suyuq-suyuqlik ekstraksiyasi usullari qo‘llanib, sulfolan, glikol hosilalari va boshqa selektiv erituvchilar aromatik halqali molekulalarni

ISSN 3030-3907

nisbatan kuchliroq eritadi. So‘ngra fraksion haydash orqali benzol, toluol va C8-aromatik fraksiyasi ajratib olinadi.



2-rasm. Neft-gaz xomashyosidan aromatik uglevodorodlar va ularning mahsulot zanjiri

2-jadval.

Aromatik uglevodorodlarni olishning asosiy sanoat yo‘llari

Yo‘nalish	Xomashyo	Jarayon mazmuni	Ustunligi	Cheklovi
Katalitik riforming	Nafta, og‘ir benzin fraksiyasi	Naftenlar va parafinlarning aromatiklarga aylanishi, vodorod ajralishi	Yuqori oktanli riformat va BTX olish	Katalizator sezgirligi, energiya sarfi, aromatiklar tarkibini boshqarish zarurati
Bug‘li kreking pirobenzini	Nafta yoki LPG krekingi yon mahsuloti	Pirobenzin gidrotozalanadi va ekstraksiya qilinadi	Etilen-propilen majmualari bilan integratsiya	Olefin va diolefinlarni tozalash talab etiladi
Ko‘mir smolasi fraksiyasi	Koks-kimyo mahsuloti	Smolani fraksiyalash va tozalash orqali aromatiklar olinadi	Naftalin va poliaromatiklar uchun qulay	Ekologik yuklama va tarkib murakkabligi yuqori
Toluolni qayta aylantirish	Toluol fraksiyasi	Gidrodealkillash, disproportsionlanish yoki transalkillanish	Benzol va ksilollar	Bozor talabi va katalizator

ISSN 3030-3907

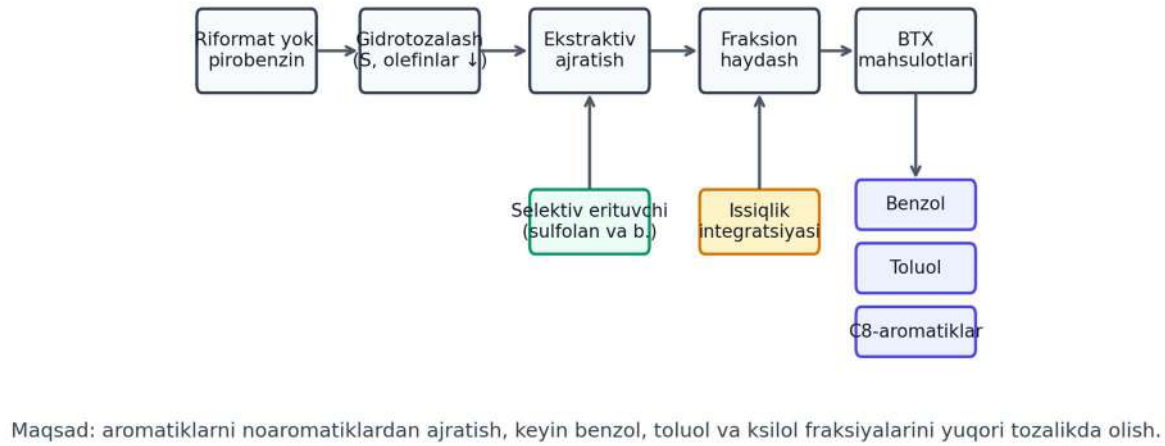
			balansini moslash	tanloviga bog‘liq

3. Ajratish va tozalash texnologiyasining mazmuni

BTX blokining vazifasi aromatik komponentlarni yuqori tozalikda ajratish va ularni keyingi organik sintez bosqichlariga mos sifatda tayyorlashdan iborat. Bunday bloklar odatda neftni qayta ishlash zavodi yoki olefin majmuasi tarkibida joylashadi. Integratsiyalashgan korxonada riforming, gidrotozalash, ekstraksiya, distillatsiya va izomerlanish bo‘limlari o‘zaro bog‘langan bo‘ladi. Bu issiqlik oqimlarini qayta ishlatish, yon mahsulotlarni qaytarish va mahsulot assortimentini bozor talabiga moslashtirish imkonini beradi.

Ekstraktiv ajratish jarayonida noaromatik uglevodorodlar raffinat sifatida ajraladi. Aromatiklar erituvchi bilan ekstrakt fazaga o‘tadi, keyin regeneratsiya kolonalarida erituvchidan ajratib olinadi. Bunday jarayonlarda erituvchining selektivligi, termik barqarorligi, korroziyaga ta’siri va regeneratsiya uchun sarflanadigan energiya muhim texnologik omillardir. Ajratishning yakuniy bosqichida benzol, toluol va C8-aromatiklar qayta haydash kolonnalarida alohida fraksiyalarga bo‘linadi.

C8-aromatik fraksiyasi alohida ahamiyatga ega, chunki uning tarkibida o-, m-, p-ksilollar va etilbenzol mavjud. Para-ksilol polietilentereftalat (PET) zanjirida boshlang‘ich xomashyo bo‘lgan tereftal kislotani olishda eng qiymatli izomer sanaladi. Shu sababli C8-aromatiklar blokida kristallash, adsorbsion ajratish va izomerlanish jarayonlari qo‘llanadi. Izomerlanish orqali kamroq talabgir izomerlar bozor qiymati yuqori bo‘lgan p-ksilolga yaqin muvozanat tarkibiga o‘tkaziladi.



3-rasm. BTX aromatiklarini ajratish blokining soddalashtirilgan texnologik sxemasi

4. Sanoatdagi asosiy qo‘llanish yo‘nalishlari

ISSN 3030-3907

Benzol eng ko‘p ishlatiladigan aromatik uglevodorodlardan biri bo‘lib, u asosan kimyoviy oraliq mahsulot sifatida qadrlanadi. Etilbenzol orqali stirol va polistirol, kumol orqali fenol va atseton, siklogeksan orqali kaprolaktam va adipin kislota kabi mahsulotlarga chiqiladi. Bu mahsulotlar o‘z navbatida plastmassa, epoksi smolalar, polikarbonat, sintetik kauchuk, nylon tolalari va boshqa texnik materiallar ishlab chiqarish uchun asos bo‘ladi.

Toluolning sanoatdagi roli ikki yo‘nalishda namoyon bo‘ladi. Birinchidan, u bo‘yoq-lak sanoatida, polimerlar va kauchuk texnologiyasida, yopishtiruvchi materiallar va texnik suyuqliklarda erituvchi sifatida ishlatiladi. Ikkinchidan, u xomashyo sifatida benzol yoki ksilollarga aylantirilishi mumkin. Shu sababli toluol bozor balansini tartibga soluvchi “moslashuvchan” aromatik komponent hisoblanadi.

Ksilollar, ayniqsa p-ksilol, polyester sanoatining tayanch birikmalaridandir. P-ksilol oksidlanib tereftal kislota yoki dimetiltereftalatga aylantiriladi, ular esa PET tolalari va butilkalarini ishlab chiqarishda qo‘llanadi. O-ksilol ftal angidrid olish uchun muhim xomashyo bo‘lib, u plastifikatorlar, alkid smolalari va ayrim bo‘yoq tizimlarida ishlatiladi. M-ksilol izoftal kislota va yuqori sifatli polimer modifikatorlari uchun oraliq modda bo‘lib xizmat qiladi.

Naftalin va boshqa poliaromatik birikmalar og‘irroq fraksiyalarda uchraydi. Ularning ayrimlari bo‘yoq, smola, pestitsid oraliqlari, qurilish kimyosi va maxsus organik sintezlarda qo‘llanadi. Biroq poliaromatik uglevodorodlar ekologik va toksikologik jihatdan ehtiyotkorlik bilan nazorat qilinishi kerak, chunki ulardan ayrimlari atrof-muhitda barqaror va zararli bo‘lishi mumkin.

3-jadval.

Aromatik uglevodorodlardan olinadigan muhim sanoat mahsulotlari

Aromatik xomashyo	Asosiy oraliq mahsulot	Yakuniy mahsulotlar yoki tarmoqlar	Ahamiyati
Benzol	Etilbenzol → stirol	Polistirol, ABS plastmassalar, sintetik kauchuk	Qadoqlash, avtomobilsozlik va maishiy texnika materiallari
Benzol	Kumol → fenol + atseton	Epoksi smola, polikarbonat, bisfenol A asosli materiallar	Konstruksion plastmassa va kompozitlar
Benzol	Siklogeksan	Kaprolaktam, adipin kislota, nylon tolalari	To‘qimachilik, kord, muhandislik plastmassalari

ISSN 3030-3907

Toluol	TDI va boshqa aromatik izosianatlar	Poliuretan ko‘piklar va qoplamalar	Mebel, issiqlik izolyatsiyasi, avtomobil sanoati
p-Ksilol	Tereftal kislota / DMT	PET tolalari, plyonka, butilka	Eng yirik polyester zanjiri
o-Ksilol	Ftal angidrid	Plastifikatorlar, alkid smolalar	Bo‘yoq-lak va polimer qo‘shimchalari
Naftalin	Ftal angidrid va naftol hosilalari	Bo‘yoqlar, smolalar, qurilish kimyosi	Maxsus organik sintez va texnik qo‘shimchalar

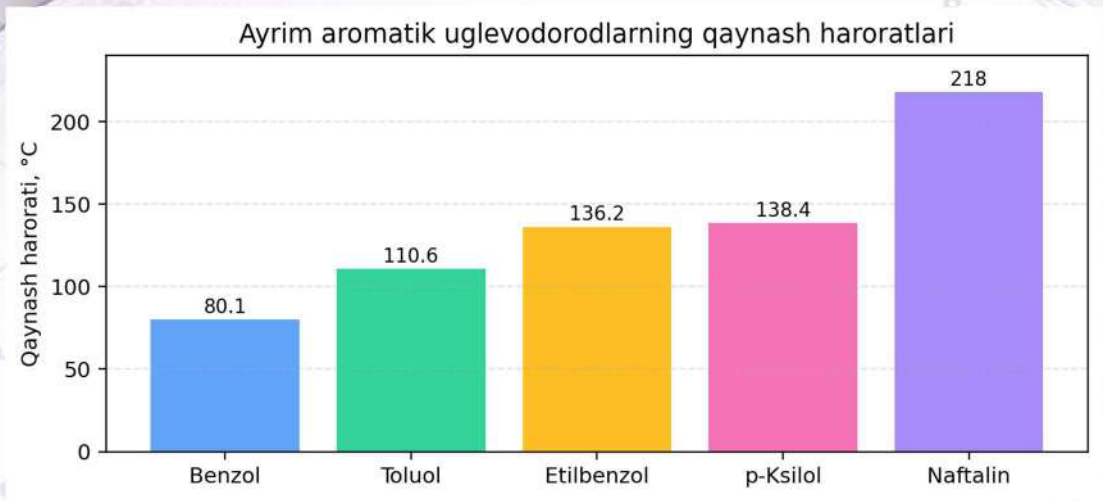
5. Iqtisodiy va texnologik ahamiyati

Aromatik uglevodorodlar iqtisodiy jihatdan yuqori qo‘shimcha qiymat yaratadigan xomashyo hisoblanadi. Oddiy yoqilg‘i fraksiyasini faqat energetik maqsadda ishlatish bilan solishtirganda, uni aromatiklar va keyingi polimerlar zanjiriga yo‘naltirish korxona rentabelligini oshirishi mumkin. Shu sababli ko‘plab yirik neftni qayta ishlash zavodlari petrokimyo majmualari bilan integratsiyalashmoqda. Bunday integratsiya naftaning bir qismini benzin komponenti sifatida emas, balki kimyoviy xomashyo sifatida chuqur qayta ishlash imkonini beradi.

Texnologik samaradorlik bir nechta omillarga bog‘liq: xomashyo tarkibi, riforming katalizatorining faolligi, pirobenzin gidrotozalash darajasi, ekstraksiya erituvchisining selektivligi, distillatsiya kolonnalarining energiya sarfi, issiqlik almashinuvi tizimi va mahsulot bozorining tarkibi. Masalan, polyester sanoati rivojlangan hududlarda p-ksilolga talab yuqori bo‘ladi; fenol va polikarbonat ishlab chiqarish rivojlangan joylarda esa benzolga talab nisbatan kuchayadi.

Aromatik komplekslarda mahsulot muvozanatini boshqarish uchun toluol disproportsionlanishi, transalkillanish, C8-aromatik izomerlanishi, benzol gidrogenlanishi yoki aromatik fraksiyalarni qayta aralashtirish kabi texnologik yechimlar qo‘llanadi. Bunda asosiy maqsad - xomashyo resursini maksimal qiymatli mahsulotga aylantirish, sifat talablariga javob berish va energiya sarfini kamaytirishdan iborat.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Aromatik uglevodorodlarni fraksion ajratishda qaynash harorati farqlarining ahamiyati

6. Ekologik va sanoat xavfsizligi masalalari

Aromatik uglevodorodlar foydali sanoat xomashyosi bo‘lishi bilan birga, uchuvchanlik, yonuvchanlik va toksikologik xavflar bilan ham tavsiflanadi. Ayniqsa benzol inson salomatligi uchun xavfli bo‘lib, xalqaro baholashlarda kanserogen modda sifatida ko‘riladi. Shuning uchun benzol bilan ishlaydigan korxonalarda yopiq apparatlar, samarali ventilyatsiya, bug‘larni tutish tizimlari, gaz analizatorlari, shaxsiy himoya vositalari va mehnat gigiyenasi nazorati doimiy bo‘lishi kerak.

Ekologik jihatdan asosiy muammo - uchuvchan organik birikmalar (VOC) emissiyasi, oqova suvga aromatiklarning tushishi va favqulodda holatlarda tuproq hamda havo ifloslanishidir. Texnologik apparatlar germetikligi, rezervuarlarning bug‘ni qaytarish tizimlari, drenaj va kondensatlarni yig‘ish, adsorbsion tozalash, biologik tozalash hamda yong‘in xavfsizligi choralari ushbu xavflarni kamaytiradi.

Sanoat xavfsizligi yondashuvi faqat individual himoya vositalariga tayanib qolmasligi lozim. Eng maqbul yo‘l - xavfni manbada kamaytirish: yopiq tizimlar, avtomatlashtirilgan nazorat, portlashdan himoyalangan elektr jihozlari, inertlash, texnologik bloklar orasida masofa saqlash va operatorlarni muntazam o‘qitish. Shu bilan birga chiqindilarni qayta ishlash, energiya integratsiyasi va past emissiyali texnologiyalar ekologik barqarorlikni oshiradi.

4-jadval.

Aromatik uglevodorodlar bilan ishlashda xavf va boshqaruv choralari

Xavf turi	Namoyon bo‘lishi	Boshqaruv chorasi
Yonuvchanlik	Bug‘-havo aralashmalarining yong‘in yoki portlash xavfi	Yopiq tizim, yerga ulash, portlashdan himoyalangan uskunalar, uchqun manbalarini cheklash

ISSN 3030-3907

Toksiklik	Benzol va ayrim aromatiklarning nafas yo‘li orqali ta’siri	Ventilyatsiya, gaz analizatori, ish joyi monitoringi, tibbiy nazorat
VOC emissiyasi	Rezervuar, nasos, flanes va drenajlardan bug‘ chiqishi	Germetik armatura, bug‘ni qaytarish, adsorber yoki kondensatsiya tizimi
Oqova suv ifloslanishi	Ekstraksiya va yuvish bosqichlaridan organik qoldiqlar	Ajratish, flotatsiya, adsorbsiya, biologik tozalash va qayta aylantirish
Korroziya va material tanlovi	Erituvchi, namlik va aralashmalar ta’sirida apparat yemirilishi	Materialni to‘g‘ri tanlash, inhibitorlar, nazorat o‘lchovlari va profilaktik ta’mir

7. Rivojlanish istiqbollari

Kelajakda aromatik uglevodorodlar ishlab chiqarishida uchta yo‘nalish muhim bo‘lib boradi. Birinchisi - neftni qayta ishlash va petrokimyo integratsiyasini chuqurlashtirish. Bunda yonilg‘i bozoridagi o‘zgarishlar sharoitida nafta va og‘ir fraksiyalarni yuqori qiymatli kimyoviy mahsulotlarga aylantirish ulushi ortadi. Ikkinchisi - energiya samaradorligi va chiqindilarni kamaytirish. Issiqlik integratsiyasi, selektiv katalizatorlar, past bosimli jarayonlar va raqamli monitoring xarajatni kamaytiradi. Uchinchisi - muqobil xomashyo manbalari. Biomassa pirolizi, plastik chiqindilarni kimyoviy qayta ishlash va metanol-to-aromatics yo‘nalishlari bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda.

Shunga qaramay, aromatik uglevodorodlarning asosiy sanoat hajmlari yaqin istiqbolda neft-gaz xomashyosiga bog‘liq bo‘lib qolishi mumkin. Buning sababi mavjud infratuzilma, jarayonlarning sanoat darajasida sinovdan o‘tganligi va mahsulot sifati talablaridir. Shu bois barqaror rivojlanish uchun amaldagi texnologiyalarni xavfsiz, energiya tejamkor va ekologik jihatdan nazoratli ishlatish eng dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

XULOSA.

Aromatik uglevodorodlar neft-gaz kimyosining strategik xomashyolari bo‘lib, ular organik sintezning ko‘plab tarmoqlarini bog‘lab turadi. Benzol, toluol, ksilollar, etilbenzol va naftalin kabi birikmalar polimerlar, sintetik tolalar, smolalar, bo‘yoqlar, erituvchilar va maxsus texnik materiallar ishlab chiqarishda asosiy o‘rin egallaydi.

Ularning sanoatdagi ahamiyati faqat miqdoriy ishlab chiqarish hajmi bilan emas, balki yuqori qo‘shimcha qiymat yaratish imkoniyati bilan ham belgilanadi. Katalitik riforming, bug‘li kreking pirobenzini, ekstraktiv ajratish, fraksion

ISSN 3030-3907

haydash va izomerlanish kabi jarayonlar aromatik komplekslarning texnologik asosini tashkil etadi.

Shu bilan birga, aromatik uglevodorodlar bilan ishlashda ekologik va mehnat xavfsizligi talablari qat'iy bajarilishi kerak. Benzolning toksikologik xavfi, VOC emissiyasi va yonuvchanlik xususiyatlari sanoat korxonalaridan yuqori darajadagi avtomatlashtirish, monitoring, germetiklik va chiqindilarni nazorat qilishni talab qiladi. Demak, aromatik uglevodorodlardan samarali foydalanishning eng to'g'ri yo'li - iqtisodiy foyda, texnologik samaradorlik va ekologik xavfsizlikni birgalikda ta'minlashdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. U.S. Energy Information Administration. Glossary: Aromatics - hydrocarbons with unsaturated ring structures; commercial petroleum aromatics include benzene, toluene and xylene.
2. International Energy Agency (IEA). The Future of Petrochemicals: Towards more sustainable plastics and fertilisers. OECD/IEA, 2018.
3. PubChem, National Library of Medicine. Benzene, Toluene, P-Xylene, Ethylbenzene and Naphthalene compound summaries.
4. American Chemistry Council. Guide to the Business of Chemistry, 2023.
5. U.S. Department of Energy / EERE. Energy and Environmental Profile of the U.S. Chemical Industry, Chapter 4: Benzene, Toluene, Xylene.
6. IARC Monographs. Benzene, Volume 120, International Agency for Research on Cancer, 2018.
7. ILO/WHO International Chemical Safety Cards: Benzene, Toluene and Naphthalene.
8. Cheng, W. et al. Review on the Catalytic Conversion of Naphtha to Aromatics. Energy & Fuels, ACS, 2023.
9. Chevron Phillips Chemical. Product Stewardship Summary: Benzene, Toluene, Xylene (BTX) / Hydrogenated Pyrolysis Gasoline.
10. Speight, J. G. The Chemistry and Technology of Petroleum. CRC Press, updated editions.

ISSN 3030-3907