**Registered in Germany Europa Revue Journal**
**ISSN: 1862-6564 Vol. 6 No. 11 (2026) Published November 22, 2026**

# PHYSICOCHEMICAL FOUNDATIONS AND TECHNOLOGICAL METHODS FOR SEPARATING BENZENE, TOLUENE AND XYLENES FROM PYROLYSIS GASOLINE

***Aliyeva Marjona Rahmatjonovna***
*Second-Year Master's Student, Tashkent Institute of Chemical Technology*
***Scientific Supervisor:*** *Bakhtiyor Abduraimov*

**Abstract**

This article examines the physicochemical foundations and technological methods used to recover benzene, toluene and xylenes from pyrolysis gasoline. The hydrocarbon composition of pyrolysis gasoline, the necessity of preliminary hydrogenation treatment and the main stages of aromatic hydrocarbon recovery are analyzed. Particular attention is paid to fractionation, extraction and extractive distillation processes using selective solvents. The technological features of separating benzene, toluene and the xylene fraction are discussed, together with the factors affecting process efficiency and product quality. The article emphasizes the importance of combining physicochemical separation methods for the rational utilization of pyrolysis by-products and improving the efficiency of petrochemical production.

**Keywords**

pyrolysis gasoline, benzene, toluene, xylenes, aromatic hydrocarbons, hydrogenation, extraction, distillation, selective solvent, petrochemistry.

# PIROLIZ BENZINI TARKIBIDAN BENZOL, TOLUOL VA KSILOLLARNI AJRATIB OLISHNING FIZIK-KIMYOVIY ASOSLARI VA TEXNOLOGIK USULLARI

***Aliyeva Marjona Rahmatjonovna***
*Toshkent kimyo-texnologiya instituti 2-kurs magistranti*
***Ilmiy rahbar:*** *Baxtiyor Abduraimov*

**Аннотация.** В статье рассматриваются физико-химические основы и технологические методы извлечения бензола, толуола и ксилолов из состава пиролизного бензина. Анализируются особенности углеводородного состава пиролизного бензина, необходимость его предварительной гидрогенизационной обработки, а

также основные стадии выделения ароматических углеводородов. Особое внимание уделяется процессам фракционирования, экстракции и экстрактивной ректификации с использованием селективных растворителей. Рассматриваются технологические особенности разделения бензола, толуола и ксилольной фракции, а также факторы, влияющие на эффективность процесса и качество целевых продуктов. Обосновывается значение комплексного применения физико-химических методов для рационального использования побочных продуктов пиролиза и повышения эффективности нефтехимического производства.

**Ключевые слова:** пиролизный бензин, бензол, толуол, ксилолы, ароматические углеводороды, гидрогенизация, экстракция, ректификация, селективный растворитель, нефтехимия.

Annotatsiya. Maqolada piroliz benzini tarkibidan benzol, toluol va ksilollarni ajratib olishning fizik-kimyoviy asoslari hamda texnologik usullari yoritilgan. Piroliz benzinining uglevodorod tarkibi, uni dastlabki gidrogenlash orqali barqarorlashtirish zarurati va aromatik uglevodorodlarni ajratishning asosiy bosqichlari tahlil qilingan. Xususan, fraksiyalash, ekstraksiya va selektiv erituvchilar ishtirokidagi ekstraktiv rektifikatsiya jarayonlarining texnologik xususiyatlariga e’tibor qaratilgan. Benzol, toluol va ksilol fraksiyalarini ajratishdagi texnologik omillar, mahsulot sifati hamda jarayon samaradorligiga ta’sir etuvchi shart-sharoitlar ko‘rib chiqilgan. Pirolizning qo‘shimcha mahsulotlaridan oqilona foydalanish va neft-kimyo ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda fizik-kimyoviy ajratish usullarini kompleks qo‘llashning ahamiyati asoslangan.

**Kalit so‘zlar:** piroliz benzini, benzol, toluol, ksilollar, aromatik uglevodorodlar, gidrogenlash, ekstraksiya, rektifikatsiya, selektiv erituvchi, neft-kimyo.

Kirish. Neft-kimyo sanoatida aromatik uglevodorodlar muhim xomashyo va yarim mahsulotlar qatoriga kiradi. Xususan, benzol, toluol va ksilollar organik sintez, polimerlar ishlab chiqarish, sintetik tolalar, plastmassa, lak-bo‘yoq materiallari hamda boshqa ko‘plab kimyoviy mahsulotlarni olishda keng qo‘llaniladi. Shu sababli ushbu birikmalarni sanoat miqyosida samarali ajratib olish, ularning tozaligini ta’minlash va ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish dolzarb ilmiy-texnologik vazifalardan biri hisoblanadi.

Aromatik uglevodorodlarni olishda muhim manbalardan biri piroliz benzinidir. Piroliz benzini uglevodorod xomashyosini yuqori haroratda bug‘ fazasida termik parchalash jarayonida hosil bo‘ladigan suyuq qo‘shimcha mahsulot bo‘lib, tarkibida benzol, toluol, ksilollar va boshqa aromatik birikmalar mavjud. Uning tarkibi ishlatiladigan dastlabki xomashyo turi, piroliz harorati, jarayon davomiyligi va texnologik sharoitlarga bog‘liq ravishda o‘zgaradi [1; 2].

Piroliz benzinining o‘ziga xos jihati shundaki, uning tarkibida aromatik uglevodorodlar bilan bir qatorda to‘yinmagan uglevodorodlar, dienlar, stirol va boshqa reaktiv komponentlar ham mavjud bo‘ladi. Ushbu birikmalar saqlash va qayta ishlash jarayonida polimerlanish, smolasimon moddalar hosil bo‘lishi hamda texnologik uskunalarda cho‘kindilar to‘planishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shuning uchun benzol, toluol va ksilollarni ajratishdan oldin piroliz benzinini tegishli dastlabki tayyorlash jarayonlaridan o‘tkazish muhim ahamiyatga ega.

**Tadqiqotning maqsadi** piroliz benzini tarkibidan benzol, toluol va ksilollarni ajratib olishning fizik-kimyoviy asoslarini o‘rganish, mavjud texnologik usullarni tahlil qilish hamda samarali ajratish jarayonlariga ta’sir etuvchi asosiy omillarni aniqlashdan iborat.

Piroliz benzinining tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlari

Piroliz benzini uglevodorod xomashyosini bug‘ yordamida termik parchalash, ya’ni bug‘li kreking jarayonida hosil bo‘ladigan suyuq mahsulot hisoblanadi. Uning tarkibida turli uglevodorodlar, jumladan, alifatik, siklik va aromatik birikmalar mavjud bo‘ladi. Aromatik komponentlar orasida benzol, toluol, etilbenzol va ksilollar alohida ahamiyatga ega. Piroliz benzinining tarkibiy xususiyatlari dastlabki xomashyoning tabiatiga bog‘liq. Masalan, etan yoki yengil uglevodorodlarni piroliz qilish bilan benzin fraksiyalariga boyroq xomashyoni qayta ishlash natijasida hosil bo‘ladigan mahsulotlar tarkibi bir-biridan farq qiladi. Piroliz sharoitlarining o‘zgarishi ham aromatik birikmalar miqdoriga ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu mahsulotning muhim xususiyatlaridan biri yuqori kimyoviy faollikka ega to‘yinmagan birikmalar mavjudligidir. Ayniqsa, dien uglevodorodlari va stirol kabi komponentlar polimerlanish reaksiyalariga moyil bo‘ladi. Natijada piroliz benzinining barqarorligi pasayishi mumkin.

Piroliz benzinini qayta ishlashda quyidagi omillar muhim hisoblanadi:

aromatik va noaromatik uglevodorodlarning nisbatlari;

to‘yinmagan birikmalar va dienlarning miqdori;

smolasimon moddalar hosil bo‘lishiga moyillik;

oltingugurtli birikmalar mavjudligi;

fraksion tarkib va qaynash haroratlari oralig‘i.

Ushbu ko‘rsatkichlarni aniqlash keyingi texnologik jarayonlarni tanlash, katalitik qayta ishlash sharoitlarini belgilash va maqsadli mahsulot sifatini ta’minlash uchun muhimdir [1; 2].

Piroliz benzinini dastlabki tayyorlash va gidrogenlash

Piroliz benzinidan aromatik uglevodorodlarni ajratib olishning dastlabki bosqichlaridan biri xomashyoni barqarorlashtirish hisoblanadi. Bu jarayonning asosiy vazifasi mahsulot tarkibidagi yuqori reaktivlikka ega to‘yinmagan birikmalarni kamaytirish va keyingi ajratish bosqichlariga mos tarkibiy holatni shakllantirishdan iborat.

Mazkur maqsadda gidrogenlash jarayoni qo‘llaniladi. Gidrogenlash vaqtida vodorod ishtirokida to‘yinmagan uglevodorodlarning kimyoviy faolligi kamayadi. Jarayonning texnologik sharoitlari va katalizator xususiyatlariga qarab, reaktiv komponentlarning bosqichma-bosqich gidrogenlanishi amalga oshiriladi.

Piroliz benzinini gidrogenlash texnologiyasida selektivlik muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Chunki maqsadli mahsulotlar bo‘lgan aromatik uglevodorodlarning uglevodorod halqasini imkon qadar saqlagan holda, polimerlanishga moyil komponentlarni kamaytirish talab etiladi. Shu sababli katalizator tanlash, vodorod miqdori, harorat va bosim kabi omillar jarayonning samaradorligiga ta’sir ko‘rsatadi.

Gidrogenlash jarayonining yana bir muhim vazifasi keyingi texnologik bosqichlarda uskunalarning ifloslanishini kamaytirishdir. Barqarorlashtirilgan piroliz benzini fraksiyalash va ekstraksiya jarayonlariga nisbatan qulayroq xomashyo hisoblanadi.

Aromatik uglevodorodlarni ajratishning asosiy texnologik usullari

Piroliz benzini tarkibidagi aromatik uglevodorodlarni ajratib olishda ularning fizik-kimyoviy xususiyatlaridagi farqlardan foydalaniladi. Sanoat amaliyotida fraksiyalash, suyuqlik-suyuqlik ekstraksiyasi va ekstraktiv rektifikatsiya kabi usullar keng ahamiyatga ega.

Fraksiyalash usuli

Fraksiyalash uglevodorodlarni qaynash haroratlaridagi farq asosida ajratishga mo‘ljallangan fizik usuldir. Ushbu jarayonda aralashma qizdiriladi va komponentlar uchuvchanlik xususiyatlariga qarab alohida fraksiyalarga ajratiladi.

Benzol, toluol va ksilollarning normal atmosfera bosimidagi qaynash haroratlari bir-biridan farq qiladi:

| **Aromatik birikma** | **Qaynash harorati** |
|---|---|
| Benzol | 80,1 °C |
| Toluol | 110,6 °C |
| Etilbenzol | 136,2 °C |
| p-Ksilol | 138,4 °C |
| m-Ksilol | 139,1 °C |
| o-Ksilol | 144,4 °C |

Keltirilgan ko‘rsatkichlar normal atmosfera bosimidagi taxminiy fizik-kimyoviy qiymatlardir [1; 3].

Jadvaldan ko‘rinadiki, benzol va toluolning qaynash haroratlari orasidagi farq nisbatan sezilarli. Bu ularni rektifikatsiya orqali ajratish imkoniyatini yaratadi. Ksilollar esa qaynash haroratlari bir-biriga yaqin bo‘lganligi sababli ularning izomerlarini oddiy rektifikatsiya yordamida to‘liq ajratish murakkab hisoblanadi.

Fraksiyalash jarayonining samaradorligi kolonnaning nazariy tarelkalari soni, qaynatish va kondensatsiyalash sharoitlari, bosim, harorat hamda aralashma tarkibiga bog‘liq.

Ekstraksiya usuli

Piroliz benzinidan aromatik uglevodorodlarni ajratib olishda ekstraksiya usuli muhim o‘rin tutadi. Ushbu usul aromatik va noaromatik uglevodorodlarning tanlangan erituvchida turlicha eruvchanligiga asoslanadi.

Ekstraksiya jarayonida selektiv erituvchilar yordamida aromatik komponentlar uglevodorod aralashmasining boshqa qismlaridan ajratiladi. Sanoat amaliyotida sulfolan kabi selektiv erituvchilardan foydalanish keng tarqalgan. Shuningdek, texnologik jarayonning xususiyatlariga ko‘ra N-metilpirrolidon va boshqa organik erituvchilar ham qo‘llanishi mumkin [2; 4]. Sulfolan aromatik uglevodorodlarni noaromatik

komponentlardan ajratishda yuqori selektivlikka ega erituvchilardan biri hisoblanadi. Uning ishtirokida aromatik moddalar erituvchi fazaga o‘tadi, noaromatik uglevodorodlarning muayyan qismi esa rafinat oqimi sifatida ajraladi.

Ekstraksiya jarayonining natijadorligi quyidagi omillarga bog‘liq:

erituvchining selektivligi va aromatik birikmalarga nisbatan erituvchanligi;

erituvchi va xomashyo nisbatlari;

harorat va bosim sharoitlari;

fazalar orasidagi kontakt samaradorligi;

aralashmaning dastlabki tarkibi;

erituvchining qayta tiklanish darajasi.

Ekstraksiya natijasida olingan ekstrakt tarkibidagi aromatik uglevodorodlar keyinchalik erituvchidan ajratiladi. Regeneratsiya qilingan erituvchi esa texnologik siklga qaytariladi. Bu jarayon erituvchi sarfini kamaytirish va ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Ekstraktiv rektifikatsiya

Ekstraktiv rektifikatsiya komponentlarning nisbiy uchuvchanligi bir-biriga yaqin bo‘lgan aralashmalarni ajratishda qo‘llaniladigan usullardan biridir. Jarayonda selektiv erituvchi aralashmadagi komponentlarning faollik koeffitsiyentlariga ta’sir ko‘rsatadi va ularning nisbiy uchuvchanligi o‘zgarishiga sabab bo‘ladi.

Natijada aromatik va noaromatik uglevodorodlarni ajratish samaradorligi oshadi. Ekstraktiv rektifikatsiya texnologiyasi erituvchi xususiyatlari va kolonna rejimlarini to‘g‘ri tanlashni talab qiladi. Erituvchining kimyoviy barqarorligi, regeneratsiya imkoniyati va energiya sarfi jarayonning iqtisodiy ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir qiladi.

Benzol, toluol va ksilollarni alohida fraksiyalarga ajratish

Aromatik uglevodorodlarga boy fraksiya yoki ekstrakt olinganidan so‘ng uning tarkibidagi individual birikmalarni ajratish bosqichi amalga oshiriladi. Bunda rektifikatsiya va boshqa fizik-kimyoviy usullardan foydalaniladi.

Benzol qaynash haroratining nisbatan pastligi bilan ajralib turadi. Shu sababli aromatik fraksiyani rektifikatsiyalash jarayonida benzol yuqoriroq uchuvchanlikka ega komponent sifatida ajratilishi mumkin.

Keyingi bosqichda toluol fraksiyasi ajratib olinadi. Toluolning qaynash harorati benzolnikidan yuqori, ksilollarnikidan esa past bo‘lib, bu xususiyat rektifikatsiya jarayonida uning alohida mahsulot sifatida olinishi uchun fizik asos yaratadi.

Ksilollar, odatda, aralash C8 aromatik uglevodorodlar fraksiyasi tarkibida uchraydi. Ushbu fraksiya tarkibida o-ksilol, m-ksilol, p-ksilol va etilbenzol mavjud bo‘lishi mumkin. Ksilol izomerlarining qaynash haroratlari bir-biriga yaqin bo‘lgani sababli ularni oddiy rektifikatsiya yordamida ajratish yuqori energiya sarfi va murakkab texnologik sharoitlarni talab qiladi.

Ayrim ksilol izomerlarini yuqori tozalikda olish uchun adsorbsion ajratish, kristallash va maxsus rektifikatsiya usullaridan foydalaniladi. Ayniqsa, p-ksilolni ajratishda selektiv adsorbsiya va kristallash texnologiyalari muhim ahamiyatga ega [2; 4].

Demak, benzol va toluolni ajratishda qaynash haroratlari farqidan foydalanish asosiy o‘rinni egallasa, ksilol izomerlarini ajratishda qo‘shimcha selektiv fizik-kimyoviy usullar talab etiladi.

Texnologik jarayon samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar

Piroliz benzini tarkibidan aromatik uglevodorodlarni ajratib olish ko‘p bosqichli texnologik jarayon bo‘lib, uning samaradorligi bir qator omillar bilan belgilanadi.

Birinchi navbatda, dastlabki xomashyoning tarkibi muhim ahamiyatga ega. Aromatik uglevodorodlar miqdori, to‘yinmagan birikmalar ulushi, oltingugurtli komponentlar va yuqori qaynaydigan moddalar texnologik jarayonning umumiy natijasiga ta’sir ko‘rsatadi.

Ikkinchi omil — gidrogenlash bosqichining samaradorligi. Yetarlicha barqarorlashtirilmagan xomashyo keyingi jarayonlarda polimerlanish va smola hosil bo‘lishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Uchinchi omil — selektiv erituvchining xususiyatlari. Erituvchining aromatik birikmalarga nisbatan tanlovchanligi, regeneratsiya qulayligi va termik barqarorligi ekstraksiya jarayonining natijadorligini belgilaydi.

To‘rtinchi omil — rektifikatsiya qurilmalarining texnologik parametrlari. Kolonna bosimi, harorat, refluks nisbati va massa almashinish samaradorligi mahsulotning tozaligiga ta’sir qiladi.

Shuningdek, jarayonni nazorat qilishda gaz xromatografiyasi, fraksion tarkib tahlili, oltingugurt miqdorini aniqlash hamda boshqa fizik-kimyoviy tahlil usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq. Ushbu usullar xomashyo va tayyor mahsulot sifatini baholash imkonini beradi.

Ekologik va iqtisodiy jihatlar

Piroliz benzinidan benzol, toluol va ksilollarni ajratib olish nafaqat texnologik, balki iqtisodiy va ekologik jihatdan ham muhimdir. Pirolizning qo‘shimcha mahsulotlaridan samarali foydalanish xomashyo resurslarining yo‘qotilishini kamaytiradi hamda yuqori qo‘shimcha qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarish imkonini yaratadi.

Selektiv erituvchilarni qayta tiklash va qayta ishlatish erituvchi sarfini kamaytirish bilan birga, ishlab chiqarish chiqindilarining hajmini qisqartirishga yordam beradi. Bundan tashqari, vodoroddan oqilona foydalanish, energiya sarfini kamaytirish va texnologik oqimlarni kompleks boshqarish iqtisodiy samaradorlikni oshiruvchi muhim omillardir.

Benzolning toksik va kanserogen xususiyatlari sababli uni saqlash, tashish va qayta ishlashda yopiq texnologik tizimlardan foydalanish, bug‘larning atmosferaga chiqishini cheklash, sizib chiqishlarni nazorat qilish va mehnat muhofazasi talablariga qat’iy rioya qilish zarur. Shu jihatdan piroliz benzinini qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish ishlab chiqarish samaradorligi bilan bir qatorda ekologik xavfsizlik talablarini ham hisobga olishi lozim.

Xulosa

Piroliz benzini tarkibidan benzol, toluol va ksilollarni ajratib olish neft-kimyo sanoatining muhim texnologik yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonning samaradorligi xomashyoning tarkibiy xususiyatlari va qo‘llaniladigan fizik-kimyoviy ajratish usullariga bevosita bog‘liq.

Nazariy tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

Piroliz benzini benzol, toluol va ksilollar kabi qimmatli aromatik uglevodorodlarning muhim manbalaridan biridir. Uning tarkibi dastlabki xomashyo va piroliz sharoitlariga qarab o‘zgaradi. Xomashyo tarkibidagi reaktiv to‘yinmagan komponentlarni kamaytirish va keyingi texnologik jarayonlarning barqarorligini ta’minlashda gidrogenlash bosqichi muhim ahamiyatga ega.

Aromatik uglevodorodlarni noaromatik komponentlardan ajratishda sulfolan kabi selektiv erituvchilar ishtirokidagi ekstraksiya va ekstraktiv rektifikatsiya samarali texnologik usullar hisoblanadi.

Benzol va toluolni ajratishda qaynash haroratlaridagi farqdan foydalanish mumkin. Ksilol izomerlarini alohida ajratishda esa ularning fizik xususiyatlari yaqinligi sababli qo‘shimcha selektiv usullardan foydalanish talab etiladi.

Texnologik jarayon samaradorligini oshirish uchun gidrogenlash, fraksiyalash, ekstraksiya va rektifikatsiya bosqichlarini kompleks ravishda tashkil etish, erituvchilarni qayta tiklash hamda energiya sarfini optimallashtirish muhimdir.

Umuman olganda, piroliz benzini tarkibidagi aromatik uglevodorodlarni kompleks ajratib olish mavjud uglevodorod resurslaridan oqilona foydalanish, neft-kimyo mahsulotlari assortimentini kengaytirish va ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Speight J. G. *The Chemistry and Technology of Petroleum*. 5th ed. – Boca Raton: CRC Press, 2014.
2. Meyers R. A. (Ed.). *Handbook of Petroleum Refining Processes*. 4th ed. – New York: McGraw-Hill Education, 2016.
3. Weissermel K., Arpe H.-J. *Industrial Organic Chemistry*. 4th ed. – Weinheim: Wiley-VCH, 2003.
4. Gary J. H., Handwerk G. E., Kaiser M. J. *Petroleum Refining: Technology and Economics*. 5th ed. – Boca Raton: CRC Press, 2007.
5. Speight J. G. *Handbook of Petroleum Product Analysis*. 2nd ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2015.