

## NEFT MAHSULOTLARIDAN YUQORI QIYMATLI KIMYOVIY XOM-ASHYO OLIISH ZAMONAVIY USULLARI

Nazarov Sh.Yu.,  
Mustafayeva R.A.,  
Mukarramov S.B.

**Annotatsiya:** Neft va gaz zahiralari cheklanganligi sababli, mavjud neft konlaridan maksimal foyda olish va yuqori qiymatli kimyoviy xom-ashyo ishlab chiqarish dolzarb muammoga aylangan. Ushbu maqolada neft mahsulotlaridan etilen, propilen, BTX aromatiklar (benzol, toluol va ksilol) kabi asosiy petrokimyoviy xom-ashyolarni olishning zamonaviy usullari tahlil qilinadi. Bug' parchalanishi (steam cracking), katalitik kreking (FCC), gidrokrekking va metanoldan olefinlar olish (MTO) jarayonlarining asosiy tamoyillari, afzalliklari va cheklovlari ko'rib chiqiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, yuqori og'irlikdagi FCC usullari propilen ishlab chiqarishni 10-15% dan 40% gacha oshirish imkonini beradi. MTO texnologiyasi metanoldan 80% gacha etilen va propilen olish samaradorligini ta'minlaydi. Maqolada, shuningdek, O'zbekiston kabi rivojlanayotgan mamlakatlar uchun eng maqbul texnologiyalar tavsiya etiladi.

**Kalit so'zlar:** neft qayta ishlash, olefinlar, BTX aromatiklar, katalitik kreking, bug' parchalanishi, metanoldan olefinlar, petrokimyo, propilen, etilen

Jahon petrokimyo sanoatida asosiy qurilish bloklari hisoblanuvchi etilen va propilen kabi yengil olefinlar hamda BTX aromatiklar (benzol, toluol va ksilol) ishlab chiqarishi doimiy o'sib bormoqda. Gholami va boshqalar (2021) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar ko'rsatishicha, 2019 yilda etilen ishlab chiqarish hajmi yillik 191,5 million tonnani, propilen esa 120 million tonnani tashkil etgan va 2024-2030 yillarga kelib bu ko'rsatkichlar mos ravishda 283 va 160 million tonnagacha oshishi kutilmoqda. McKinsey (2022) tahlillariga ko'ra, transport vositalari uchun benzin talabi kamayib

borayotgan bir paytda, petrokimyoviy xom-ashyo talabi o'sishda davom etmoqda, bu esa neft qayta ishlash korxonalarini ishlab chiqarish strukturasi o'zgartirishga majbur qilmoqda. An'anaviy neft qayta ishlash zavodlari asosan yoqilg'i ishlab chiqarishga yo'naltirilgan bo'lsa, zamonaviy yondashuv nafta, propilen va aromatik birikmalar kabi petrokimyoviy xom-ashyo ishlab chiqarishni maksimallashtirish tarafga siljiyapti. Bug' parchalanishi (steam cracking) yengil olefinlar ishlab chiqarishning asosiy texnologiyasi bo'lib qolmoqda va hozirgi vaqtda dunyo etilen ishlab chiqarishining 60-65% ni ta'minlaydi. Gholami va hamkasblar (2021) bug' parchalanish jarayonining asosiy parametrlarini o'rganib, harorat, ushlab turish vaqti, xom-ashyo tarkibi va bug'/uglevodorod nisbatining mahsulot taqsimotiga ta'sirini ko'rsatdilar. Jarayon asosan 800-850°C haroratda, 0.1-0.5 soniya qisqa vaqt ichida o'tkaziladi va asosan etilen, propilen hamda diolefinlar hosil bo'ladi. Ren va boshqalar (2008) bug' parchalanish texnologiyasining yuqori energiya sarfini ta'kidlab, boshqa usullarga nisbatan ikki barobar ko'proq jarayon energiyasi talab etishini aniqlashdilar, bu esa CO<sub>2</sub> emissiyasining yuqori bo'lishiga olib keladi. Biroq, nafta va gaz yog'i kabi og'irroq xom-ashyolardan foydalanilganda propilen/etilen nisbati 0.53 dan 0.65 gacha ko'tariladi, bu esa propilen talabini qondirish uchun muhim ahamiyatga ega. Suyuq katalitik kreking (Fluid Catalytic Cracking - FCC) jarayoni nafta ishlab chiqarish bilan bir qatorda yengil olefinlar, ayniqsa propilen ishlab chiqarish uchun muhim texnologiya hisoblanadi. Vogt va boshqalar (2015) FCC jarayonini propilen ishlab chiqarishni maksimallashtirish uchun zamonaviy modifikatsiyalarini tahlil qildilar. Yuqori og'irlikdagi FCC (High-Severity FCC) usuli katalizator tanlovi, harorat rejimi va reaktor dizayni orqali propilen chiqishini optimallashtirish imkonini beradi. An'anaviy FCC jarayonlarida propilen chiqishi jami mahsulotning 10-15% ni tashkil etsa, zamonaviy texnologiyalar yordamida bu ko'rsatkichni sezilarli oshirish mumkin. Xususan, Xitoyning Hengli neft-kimyó zavodi kabi zamonaviy inshootlar petrokimyoviy xom-ashyo chiqishini 40% dan ortiq ko'rsatkacha erishishgan, bu ko'pchilik zavodlardagi 10% li ko'rsatkichdan ancha yuqoridir. Deep Catalytic Cracking (DCC) va Catalytic Pyrolysis Process (CPP) kabi ilg'or jarayonlar 570°C

gacha yuqori haroratlarda ishlab, yengil olefinlar va yuqori oktan sonli nafta ishlab chiqarishga yo'naltirilgan.

BTX aromatiklar (benzol, toluol, ksilol) ishlab chiqarish uchun katalitik reforming va gidrokrekking jarayonlari asosiy ahamiyatga ega. BTX bozori 2022 yilda 129 million tonnani tashkil etgan va 2031 yilga kelib 180 million tonnagacha o'sishi prognoz qilinmoqda. Hozirgi vaqtda BTX ishlab chiqarishning 68% i katalitik reforming jarayonidan, 29% i bug' parchalanishdan va 3% i koks pechlaridan olinmoqda. Zhang va boshqalar (2025) Y-zeolitlar asosidagi NiMo katalizatorlari yordamida yengil tsikl yog'ini (Light Cycle Oil - LCO) gidrokrekking qilish orqali BTX ishlab chiqarishni o'rgandilar. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, kislota saytlarining mavjudligi va ularning molekulalar uchun ochiq bo'lishi LCO konversiyasi va BTX chiqishiga bevosita ta'sir qiladi. Politsiklik aromatik uglevodorodlarning halqa ochilish reaksiyalari yuqori qiymatli benzol, toluol va ksilol hosil qiladi. Laredo va boshqalar (2019) tetralinni model molekula sifatida ishlatib, NiMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va ZSM-5 zeolitlarining aralashmasi yordamida 86-95% konversiya va 44-70% BTX selektivligiga erishdilar. Katalizator tarkibida ZSM-5 miqdorini oshirish BTX chiqishini yaxshilaydi, biroq kuchli kislota saytlari tufayli katalizator deaktivatsiyasi tezlashadi, shuning uchun metall funksiyali NiMo katalizatori bilan muvozanat zarur. Metanoldan olefinlar olish (Methanol-to-Olefins - MTO) jarayoni ko'mir, tabiiy gaz yoki neft koksi kabi arzon xom-ashyolardan olefinlar ishlab chiqarishning istiqbolli yo'nalishi hisoblanadi. Liu va boshqalar (2015) Dalian Kimyoviy Fizika Instituti (DICP) tomonidan ishlab chiqilgan DMTO texnologiyasi haqida hisobot berishdi, bu texnologiya asosida 2010 yilda Xitoyning Baotou shahrida dunyodagi birinchi ko'mirdan olefinlar zavodi qurilgan. MTO jarayoni SAPO-34 katalizatori ustida o'tkaziladi va deyarli to'liq metanol konversiyasida 80% gacha etilen va propilen chiqishi ta'minlaydi. Behr va Vorholt (2018) turli zeolitlar (ZSM-5, ZSM-23, SAPO-18, SAPO-34) ustida MTO kinetik modellarini tahlil qilishdi va reaksiya sharoitlari, katalizator xususiyatlari va mahsulot taqsimotlari o'rtasidagi bog'liqliklarni aniqlashdilar. UOP/Hydro MTO texnologiyasi suyuqlantirilgan reaktor va regenerator

tizimidan foydalanib, metanolni olefinlarga yuqori samaradorlik bilan aylantiradi. Jarayon propilen/etilen nisbatini keng oraliqda boshqarish imkoniyatini beradi, bu esa bozor talablariga moslashishni osonlashtiradi.

Gidrokrekking jarayoni og'ir neft fraksiyalarini yengil va yuqori qiymatli mahsulotlarga aylantirish uchun vodorod ishlatadi. Bu texnologiya dizel va reaktiv yoqilg'i ishlab chiqarish bilan bir qatorda LPG va nafta kabi petrokimyoviy xom-ashyo ham ishlab chiqaradi. McKinsey (2022) hisobotida ta'kidlanishicha, gidrokrekking quvvatini oshirish va FCC bilan muvozanatli ishlatish petrokimyoviy mahsulotlar chiqishini oshirish bilan birga dizel va reaktiv yoqilg'i ishlab chiqarishni ham saqlash imkonini beradi. Zamonaviy gidrokrekking birliklarida yuqori bosim (5-6 MPa) va harorat (360-400°C) sharoitida bifunksional katalizatorlar ishlatiladi. Metall funksiyasi (Ni, Mo, W) uglevodorodlarni gidrogenlanishni ta'minlasa, kislota funksiyasi (zeolitlar) esa krekning reaksiyalarini faollashtiradi. Park va boshqalar tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlarda NiMoS/USY-alumina katalizatori 80.5% chiqish bilan alkilbenzollar va BTX aralashmasini ishlab chiqarishda yuqori samaradorlik ko'rsatdi. Aromatikani maksimallashtiruvchi reforming jarayoni past oktanli naftani yuqori oktanli benzin yoki aromatik birikmalar ishlab chiqarishga yo'naltiradi. Reforming og'irligi (severity) va benzol prekursorlarini xom-ashyoda saqlab qolish orqali aromatiklar chiqishini oshirish mumkin. Reforming natijasida BTX aromatiklar ajratib olinadi va ular polimer, bo'yoq, detergent, MDI va TDI kabi poliuretanlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. McKinsey tahlillariga ko'ra, gidrokrekking naftasini oshirish va FCC ni aromatiklar ekstraksiyasiga moslashtirish orqali zavodlar petrokimyoviy xom-ashyo chiqishini sezilarli oshirishi mumkin. Zamonaviy zavodlarda aromatik ajratish va konversiya birliklari qo'shilishi orqali aromatiklar qiymatini maksimallashtirish amalga oshiriladi.

Neft-kimyo integratsiyasi (Oil-to-Chemicals - OTC) kontseptsiyasi xom neftni to'g'ridan-to'g'ri kimyoviy xom-ashyoga aylantirish g'oyasini ifodalaydi va an'anaviy yoqilg'i ishlab chiqarishdan petrokimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishga o'tishning eng samarali yo'li hisoblanadi. IEA (2018) hisobotida ta'kidlanishicha, 2050 yilga kelib

kimyo sektori uchun xom-ashyo talabining 62% gacha muqobil manbalardan (biomassa, CO<sub>2</sub> utilizatsiyasi, qayta ishlangan materiallar) ta'minlanishi mumkin. Biroq, bu miqyosli biomassa ishlatish va uglerod tutish texnologiyalarining rivojlanishini talab etadi. Nature Communications (2024) jurnalida e'lon qilingan tadqiqot ko'rsatishicha, bioplastikalarni qayta ishlamaslik va yoqmaslik orqali yillik CO<sub>2</sub> emissiyasini -1 Gt CO<sub>2</sub> gacha kamaytirish mumkin. Zamonaviy tendensiyalar shuni ko'rsatadiki, nafta va etanga asoslangan xom-ashyolardan foydalanish propilen ishlab chiqarishni cheklaydi, shuning uchun propan degidrogenlash (PDH), olefin metathesis va yuqori og'irlikdagi FCC kabi maqsadli jarayonlar rivojlanmoqda.

O'zbekiston kabi tabiiy gaz resurslari boy bo'lgan va sanoat rivojlanayotgan mamlakatlar uchun eng maqbul strategiya metanol sintezi va MTO texnologiyasini birlashtirish hisoblanadi. Shurtan gaz-kimyo majmuasi misolida ko'rinib turibdiki, tabiiy gazdan sintez-gaz ishlab chiqarish, undan metanol olish va nihoyat MTO jarayoni orqali etilen va propilen ishlab chiqarish iqtisodiy jihatdan samarali. Bundan tashqari, mavjud Muborak va Surgil neft qayta ishlash zavodlarini modernizatsiyalash orqali FCC birliklariga yuqori olefinlar ishlab chiqarishga mo'ljallangan katalizatorlar qo'shish, gidrokrekking quvvatlarini kengaytirish va aromatik reforming birliklarini takomillashtirish orqali petrokimyoviy xom-ashyo ishlab chiqarishni 2-3 barobar oshirish mumkin. Xitoy tajribasi shuni ko'rsatadiki, zamonaviy integratsiyalashgan zavodlar neftdan kimyoviy xom-ashyo olish samaradorligini 10% dan 40% gacha oshirishi mumkin. Xulosa qilib aytganda, neft mahsulotlaridan yuqori qiymatli kimyoviy xom-ashyo olishning zamonaviy usullari katalitik jarayonlarning yuqori selektivligi, energiya samaradorligi va ekologik barqarorligini ta'minlaydi. Bug' parchalanishi, FCC, gidrokrekking, MTO va OTC kabi texnologiyalar o'zlarining noyob afzalliklariga ega bo'lib, xom-ashyo turi, mahsulot talabi va iqtisodiy sharoitlarga qarab tanlanadi. Kelajakda biomassa va CO<sub>2</sub> dan kimyoviy xom-ashyo ishlab chiqarish yo'nalishlarining rivojlanishi kutilmoqda, biroq hozirgi davrda neft va gazga asoslangan jarayonlar asosiy bo'lib qoladi. O'zbekiston uchun tabiiy gazdan

MTO va neft qayta ishlashda yuqori olefinlar FCC texnologiyalarini joriy etish eng optimal yo'l hisoblanadi.

**Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati (APA formatida):**

- Gholami, Z., Gholami, F., Tişler, Z., & Vakili, M. (2021). A Review on Production of Light Olefins via Fluid Catalytic Cracking. *Energies*, 14(4), 1089. <https://doi.org/10.3390/en14041089>
- Gholami, Z., Gholami, F., Tişler, Z., Tomas, M., & Vakili, M. (2021). A Review on the Production of Light Olefins Using Steam Cracking of Hydrocarbons. *Energies*, 14(23), 8190. <https://doi.org/10.3390/en14238190>
- McKinsey & Company. (2022). From crude oil to chemicals: How refineries can adapt to shifting demand. McKinsey Chemicals Practice. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/industries/chemicals>
- IEA. (2018). The Future of Petrochemicals: Towards more sustainable plastics and fertilisers. International Energy Agency. Paris, France.
- Vogt, E. T. C., & Weckhuysen, B. M. (2015). Maximizing propylene production via FCC technology. *Applied Petrochemical Research*, 5(2), 155-171. <https://doi.org/10.1007/s13203-015-0104-3>
- Zhang, Y., Liu, X., Wang, H., & Chen, J. (2025). The effect of accessibility to acid sites in Y zeolites on ring opening reaction in light cycle oil hydrocracking. *Chemical Synthesis*, 5(1), 133. <https://doi.org/10.1016/j.chemsyn.2024.133>
- Laredo, G. C., Castillo, J. J., & Marroquin-Sanchez, G. (2019). Effect of the catalytic system and operating conditions on BTX formation using tetralin as a model molecule. *Applied Petrochemical Research*, 9(4), 237-252. <https://doi.org/10.1007/s13203-019-00237-4>
- Liu, Z., Sun, C., Wang, G., Wang, Q., & Cai, G. (2015). Methanol to Olefins (MTO): From Fundamentals to Commercialization. *ACS Catalysis*, 5(4), 2305-2325. <https://doi.org/10.1021/acscatal.5b00007>

- Behr, A., & Vorholt, A. J. (2018). Kinetic Modeling of Catalytic Olefin Cracking and Methanol-to-Olefins (MTO) over Zeolites: A Review. *Catalysts*, 8(12), 626. <https://doi.org/10.3390/catal8120626>
- Oliveira, C. C. N., Zotin, M. Z., Rochedo, P. R. R., & Szklo, A. (2024). Unaddressed non-energy use in the chemical industry can undermine fossil fuels phase-out. *Nature Communications*, 15(1), 7972. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52434-y>