



**DUNYO MIQYOSIDAGI ASOSIY POLIETILEN ISHLAB CHIQRISH
TEXNOLOGIYALARI**

Narzullaeva Munavvar Farhod qizi

106-22 KT gurux talabasi Buxoro Davlat Texnika Universiteti, Buxoro sh., O`zbekiston

Ilmiy rahbar:

Sadirova Saodat Nasretdinovna

Buxoro Davlat Texnika Universiteti dotsenti, Buxoro sh., O`zbekiston

MAIN POLYETHYLENE PRODUCTION TECHNOLOGIES WORLDWIDE

Narzullayeva Munavvar Farhod qizi

Student of Group 106-22 KT Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan

Scientific Supervisor:

Sadirova Saodat Nasretdinovna

Associate Professor, Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan

ANNOTATION

This article analyzes the main polyethylene production technologies used worldwide in modern petrochemical industries. The study examines the technological characteristics, production processes, catalysts, and operational advantages of LDPE, LLDPE, HDPE, and MDPE manufacturing methods. Special attention is given to globally recognized technologies such as Basell Spherilene, Borealis Borstar, BP Innovene, ExxonMobil, Mitsui CX Process, Chevron Phillips, Unipol, Hostalen, and Stamicarbon processes. The article also discusses reactor systems, polymerization conditions, energy consumption, product quality, and industrial efficiency of different polyethylene production methods. Furthermore, the research highlights the role of advanced catalysts and innovative polymerization technologies in improving productivity, reducing environmental impact, and increasing the competitiveness of petrochemical enterprises in the global market.

Keywords: polyethylene production, LDPE, HDPE, LLDPE, polymerization technology, petrochemical industry, Ziegler–Natta catalyst, gas-phase process, slurry process, tubular reactor, polymer engineering, chemical technology, industrial polymers, polyethylene processing, catalyst systems

Hozirgi kunda butun dunyo bo'ylab polietilen texnologiyasiga ega ko'plab kompaniyalar mavjud. Ko'plab kompaniyalar LDPE texnologiyasi, LLDPE va to'liq zichlikdagi texnologiya hamda HDPE texnologiyasidan foydalanadilar. Texnologik rivojlanish nuqtai nazaridan, yuqori bosimli LDPE ishlab chiqarish polietilen qatronini ishlab chiqarishning eng yetuk usuli hisoblanadi. Rivojlangan mamlakatlar odatda quvur jarayonidan foydalanadilar.

Bundan tashqari, xalqaro kompaniyalar odatda polimerizatsiya tizimini ishga tushirish uchun past haroratli va yuqori faol katalizatorlardan foydalanadilar, bu esa reaksiya harorati va bosimini pasaytirish imkonini beradi. Yuqori bosimli LDPE ishlab chiqarish keng ko'lamli va quvurli ishlab chiqarishga yo'naltiriladi. Titan asosidagi va murakkab katalizatorlar asosan past bosimli HDPE va LLDPE ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Titan asosidagi Ziegler katalizatorlari asosan Yevropa va Yaponiyada, murakkab katalizatorlar esa asosan Qo'shma Shtatlarda qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda butun dunyo bo'ylab asosan 10 dan ortiq turdagi polietilen ishlab chiqarish texnologiyalari qo'llanil kelishyapdiki, ularga quyida qisqacha tavsif keltiramiz:

Bazel gaz fazasi sferilen jarayoni. Chiziqli PE ishlab chiqarish juda past zichlikdagi PE (VLDPE) dan LLDPE gacha bo'lishi mumkin va HDPE ham ishlab chiqarilishi mumkin. U Ziegler-Natta turidagi titan asosidagi katalizator va gaz fazali Sferilen jarayonidan foydalanadi. Yengil inert uglevodorodlar mavjud bo'lganda, katalizator va xom ashyoning ommaviy polimerizatsiyasi sodir bo'ladi, ommaviy polimerizatsiya esa yumshoq sharoitlarda sodir bo'ladi. Suyultirilgan aralashma



birinchi gaz fazali reaktorga kiradi, issiqlikni olib tashlash uchun qayta aylanadigan gaz sovutgichidan foydalanadi va keyin ikkinchi gaz fazali reaktorga kiradi. Ishlab chiqarilgan mahsulotlarning zichligi LDPE (900 kg/m^3 dan kam) dan HDPE (960 kg/m^3 dan ortiq) gacha o'zgaradi va eritma oqim tezligi (MFR) 0,01 dan 100 gacha. Ikki gaz fazali reaktordan foydalanib, bimodal va maxsus polimerlar ishlab chiqarish mumkin.

Borealis Bastar jarayoni. Shimoliy Yulduz PE jarayoni bimodal va unimodal LLDPE, MDPE (o'rta zichlikdagi polietilen) va HDPE ishlab chiqaradi. U ketma-ket past bosimli gaz fazali halqa reaktoridan foydalanadi. PE zichligi $\{ \{0\} \}$ kg/m^3 ni tashkil qiladi va erish indeksi 0,1 dan 100 gacha ZN yoki SSC (bitta joyli) katalizatorlar ishlatiladi.

Katalizator propan suyultiruvchisi bilan ixcham prepolimerizatsiya reaktorida kokatalizator, etilen, komonomer va vodorod bilan aralashtiriladi. Keyin prepolimerlangan shlam o'ta kritik sharoitlarda (75-100 daraja, 5,5-6,5 MPa) ishlaydigan ikkinchi, kattaroq shlam halqa reaktoriga kiradi. Bimodal sifatli mahsulotlar ishlab chiqarilishi mumkin. Keyin bug'langan polimer gomopolimer hosil qilish uchun yangi katalizator qo'shmasdan gaz fazali suyuqlashtirilgan qatlamli reaktorga yuboriladi. Birinchi sanoat zavodi 1995-yilda Finlyandiyada ishga tushirildi va Abu-Dabida qurilgan ikkita ishlab chiqarish liniyasi (yiliga 450 000 tonna bimodal mahsulotlar) 2001-yilning ikkinchi yarmida ishga tushirildi.

Xitoyning Shanxay neft-kimy o kompaniyasida yiliga 250 000 tonna quvvatga ega beshinchi blok (ikkinchi Twin Peaks bloki) ham qurildi va bu Xitoydagi eng yirik polietilen ishlab chiqarish zavodiga aylandi. Ushbu jarayonning maksimal loyihalash quvvati bitta liniya uchun yiliga 300 000 tonnaga

BP Innovene gaz fazasi jarayoni. U asosan titan, xrom yoki metallotsen asosidagi ZN katalizatorlaridan foydalangan holda LLDPE va HDPE mahsulotlarini ishlab chiqarishi mumkin. Xrom katalizatorlari keng molekulyar og'irlik taqsimotiga ega mahsulotlarni ishlab chiqaradi, Ziegler-Natta (ZN) katalizatorlari esa tor molekulyar og'irlik taqsimotiga ega mahsulotlarni ishlab chiqaradi. Qavat reaktori o'rtacha sharoitlarda, $75-100^\circ\text{C}$ va 2,0 MPa da ishlaydi. Buten yoki geksen komonomerlar sifatida ishlatilishi mumkin. O'ttizta ishlab chiqarish liniyalari to'plami ishga tushirildi, loyihalashtirilmoqda yoki qurilmoqda. Quvvatlari yiliga 50 000 dan 350 000 tonnagacha.

Technip, BP bilan hamkorlikda, Yevropa, sobiq Sovet Ittifoqi, Janubiy Amerika, Xitoy va Malayziyada polietilen ishlab chiqarish uchun BP Innovene jarayoniga egalik qiladi. BP Innovening polietilen ishlab chiqarish quvvati hozirda yiliga 8 million tonnadan oshadi, jumladan, Eronning Bandar Iman, Shotlandiyaning Grangemouth, Indoneziyaning Merak va Malayziyaning Kertih shaharlaridagi polietilen zavodlari. China Dushanzi Petrokimyoviy Kompaniyasining ikkinchi LLDPE/HDPE zavodini kengaytirish loyihasi ham Innovene jarayonidan foydalanadi, bu esa quvvatni yiliga 120 000 tonnadan 200 000 tonnagacha oshiradi. Secco kompaniyasining yangi 600 000 tonnalik polietilen ishlab chiqarish zavodi ushbu texnologiyadan foydalanadi.

ExxonMobil quvurli va choynakli reaksiya jarayonlari. LDPE gomopolimeri va EVA (etilen vinil asetat) kopolimeri yuqori bosimli erkin radikal jarayon yordamida ishlab chiqariladi. Yirik quvurli reaktorlar (yiliga 13 000-350 000 tonna quvvatga ega) va aralashtirilgan tankli reaktorlar (yiliga taxminan 100 000 tonna quvvatga ega) ishlatiladi. Quvurli reaktorlarning ish bosimi 300 MPa ga, tankli reaktorlarniki esa 200 MPa dan past. Yuqori bosimli jarayonning afzalligi shundaki, turish vaqti qisqaradi va xuddi shu reaktorni gomopolimerlar ishlab chiqarishdan kopolimerlar ishlab chiqarishga o'tkazish mumkin. Gomopolimerning polimer zichligi $912-935 \text{ kg/m}^3$ va erish indeksi 0,2-150 ga teng. Vinil asetat miqdori 30% ga yetishi mumkin. Polimer mahsulotlarining bir tonnasi uchun material va energiya sarfi: etilen 1,008 tonna, elektr energiyasi 800 kVt/soat, bug' 0,35 tonna, azot 5 m^3 . Yiliga 1,7 million tonna ishlab chiqarish quvvatiga ega yigirma uchta yuqori bosimli



reaktorlar to'plami ishga tushirildi. Ular gomopolimerlar va turli xil kopolimerlarni ishlab chiqaradilar. Hozirda yiliga 200 000 tonna past zichlikdagi polietilen ishlab chiqarish quvvatiga ega Yanshan neft-kimyoviy zavodi kompaniyaning quvur texnologiyasidan foydalanadi.

Mitsui Chemicals past bosimli shlam CX jarayoni. HDPE va MDPE past bosimli CX shlam jarayoni yordamida ishlab chiqarilishi mumkin. Bimodal molekulyar og'irlik taqsimotiga ega mahsulotlar olinishi mumkin. Etilen, vodorod, komonomer va o'ta yuqori faollik katalizatorlari reaktorga kiritiladi va polimerlanish reaksiyasi suspenziya holatida sodir bo'ladi. Avtomatik polimer xossalarini boshqarish tizimi mahsulot sifatini samarali kuzatib boradi va o'ta yuqori faollik katalizatorini mahsulotdan olib tashlash shart emas. Suspenziyadan ajratilgan erituvchining to'qson foizi hech qanday ishlov bermasdan to'g'ridan-to'g'ri reaktorga qayta ishlanishi mumkin. Tor yoki keng molekulyar og'irlik taqsimotiga, zichligi $930-970 \text{ kg/m}^3$ va erish indeksi $0,01-50$ bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarilishi mumkin. Bir tonna mahsulot uchun material va energiya sarfi: 1010 kg etilen va komonomer, 305 kVt/soat elektr energiyasi, 340 kg bug', 190 tonna sovutish suvi va 30 m^3 azot. Umumiy yillik quvvati 3,6 million tonna bo'lgan o'ttiz beshta ishlab chiqarish liniyasi ishga tushirildi yoki qurilmoqda. Hozirgi vaqtda ushbu texnologiyani asosan qo'llaydigan mahalliy korxonalar qatoriga Daqingdagi 220 000 tonnalik zavod, Yangtze va Yanshandagi 140 000 tonnalik zavod va Lanzhoudagi 70 000 tonnalik zavod kiradi.

Chevron-Philips ikki halqali reaktor LPE jarayoni. Philips Petroleum LPE jarayoni chiziqli polietilen (LPE) ishlab chiqaradi. Polimerizatsiya izobutan shlamasi va yuqori faol katalizator yordamida halqali reaktorda amalga oshiriladi. Mahsulotning erish indeksi va molekulyar og'irlik taqsimoti katalizator, ish sharoitlari va vodorod yordamida sozlanishi va boshqarilishi mumkin. Komonomerlar buten, 1-geksen, 1-okten va boshqalarni o'z ichiga olishi mumkin. Yuqori faol katalizator katalizatorning yo'q qilinishini yo'q qiladi va polimerizatsiya paytida parafin yoki boshqa yon mahsulotlar hosil bo'lmaydi, bu esa qochqin chiqindilarini sezilarli darajada kamaytiradi. Etilen, izobutan, komonomer va katalizator halqali reaktorga doimiy ravishda kiritilib, 100°C dan past haroratlarda va taxminan 4,0 MPa da taxminan 1 soatlik yashash vaqti bilan reaksiyaga kirishdi. Bir martalik etilen konversiyasi 97 foizdan oshadi. Bir tonna mahsulot uchun material va energiya sarfi: etilen 1,007 tonna, katalizatorlar va kimyoviy moddalar $\$2-\10 (turli mahsulotlar uchun), elektr energiyasi 350 kVt/soat, bug' 0,25 tonna, sovutish suvi 185 tonna, azot 30 m^3 . Sakson ikkita ishlab chiqarish liniyasi ishga tushirildi va qurildi, bu global polietilen quvvatining 34% ni tashkil qiladi. Ushbu texnologiya Shanxayning Jinfei kompaniyasining 135 tonnalik zavodida qo'llaniladi.

Univation Technology tomonidan ishlab chiqarilgan unipol past bosimli gaz fazali jarayoni. LLDPE-HDPE Unipol PE past bosimli va havo bosimi texnologiyasi yordamida ishlab chiqariladi. Suyultirilgan katalizatorlar va gaz fazali suyuq qatlamli reaktorlar qo'llaniladi. An'anaviy va metallotsen katalizatorlaridan foydalanganda katalizatorni olib tashlash bosqichi talab qilinmaydi. Investitsiya va ekspluatatsiya xarajatlari pastroq va atrof-muhit ifloslanishi kamayadi. Etilen, komonomer va katalizator taxminan 100°C va 2,5 MPa da ishlaydigan suyuq qatlamli reaktorga kiritildi. Mahsulot zichligi 915 dan 970 kg/m^3 gacha, erish indeksi esa 0,1 dan 200 gacha bo'lgan. Katalizator turiga qarab, tor yoki keng molekulyar og'irlik taqsimotini sozlash mumkin edi. Sakson to'qqizta ishlab chiqarish liniyasi ishga tushirildi yoki qurilmoqda. Bitta liniyaning quvvati yiliga 40 000 dan 450 000 tonnagacha bo'lishi mumkin.

Hozirda Xitoyda ushbu texnologiyadan foydalanadigan ko'plab zavodlar mavjud, asosan Maoming, Jihua, Yangtse, Tyanjin, Zhongyuan, Guangzhou, Daqing, Qilu va boshqa shaharlarda.

Stamicarbon COMPACT jarayoni. Jarayon $900-970 \text{ kg/m}^3$ zichlikdagi polietilen ishlab chiqarish uchun ilg'or ZN katalizatori va COMPACT Solution texnologiyasidan foydalanadi. Aralashtirilgan bak reaktori ishlatilgan va polimerizatsiya harorati 200°C bo'lgan. Polimer



molekulyar og'irligini boshqarish uchun vodorod ishlatiladi. Katalizatorni olib tashlash bosqichi talab qilinmaydi. Mahsulotning bir tonnasi uchun material va energiya sarfi: etilen va komonomer 1,016 t, elektr energiyasi 500 kVt/soat, bug' 400 kg, sovutish suvi 230 m³, past bosimli bug' (chiqish) 330 kg. Umumiy quvvati 650 000 t/yil bo'lgan beshta qurilma ishlamoqda.

Hostalen Process Bazel poliolefinlari jarayoni. HDPE aralashtirilgan bakda Hostalen jarayoni yordamida ishlab chiqariladi. Parallel yoki ketma-ket ulangan ikkita reaktor shlam polimerizatsiyasi uchun ishlatiladi. Bir tonna mahsulot uchun material va energiya sarfi: 1015 tonna etilen va komonomer, 400 kg bug', 350 kVt/soat elektr energiyasi va 165 m³ sovutish suvi. O'ttiz bitta ishlab chiqarish liniyasi ishlamoqda yoki rejalashtirilmoqda, ularning quvvati yiliga taxminan 3,4 million tonnani tashkil etadi. Hozirda Xitoyda ushbu texnologiyadan foydalanadigan yagona kompaniya Liaoning Chemical Company bo'lib, uning ishlab chiqarish quvvati atigi 40 000 tonnani tashkil qiladi. Ushbu texnologiyadan foydalanadigan bitta liniyaning hozirgi maksimal ishlab chiqarish quvvati yiliga 350 000 tonnaga yetishi mumkin va u deyarli barcha mahsulotlarni, jumladan, plyonka, ichi bo'sh va naychali mahsulotlari butun dunyoda obro'ga ega bo'lgan Shuangfengni ishlab chiqarishi mumkin.

Eni Chemical yuqori bosimli jarayoni. LDPE va EVA avtoklav yoki naychali jarayonlar yordamida ishlab chiqariladi. LDPE zichligi 918-935 kg/m³ ni tashkil qiladi va EVA tarkibidagi VAM (vinil asetat monomer) miqdori 3 foizdan 40 foizgacha bo'lishi mumkin. Hozirda 24 ta ishlab chiqarish liniyasi faoliyat yuritmoqda yoki ishlab chiqilmoqda, bitta liniya yiliga 200 000 tonnagacha mahsulot ishlab chiqarish imkoniyatiga ega. Hozirda uskunalarining investitsiya xarajatlari va energiya sarfi nisbatan yuqori va bu texnologiya odatda yangi qurilmalarda qo'llanilmaydi.

Stamicarbon yuqori bosim jarayoni. Yuqori bosimli quvurli reaktorlardan foydalangan holda LDPE va EVA interpolimerlarini ishlab chiqarish. Mahsulotning bir tonnasi uchun material va energiya sarfi: 1,005 tonna etilen, 800 kVt/soat elektr energiyasi, 230 kg yuqori bosimli bug', 120 m³ sovutish suvi va 650 kg past bosimli bug' (ishlab chiqarish quvvati). 1996 yildan beri yiliga 150 000-300 000 tonna bitta poyezdli quvvatga ega bir nechta agregatlar ishga tushirildi, ularning umumiy quvvati yiliga 1,8 million tonnadan ortiqdir.

ADABIYOTLAR

1. Ляпков А.А., Юсубов М.С. "Современные химические технологии: производство полиолефинов" (2023) — актуальное пособие по производству полиэтилена.
2. Positioning of HPPE Production on Post Soviet Space by Technology Development and Output / I.G. Klimov, Yu.N. Kondratiev, A.V. Vlasov, E.O. Koval, E.A. Mayer // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2010.
3. Particularities of HPPE Production in Tubular Reactors at Mixed Initiation / I.G. Klimov, V.V. Kolyagin, E.O. Koval, N.V. Maksimova, E.A. Mayer // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2010.
4. Прокопчук Н.Р. "[Технология пластических масс] - Технология полиолефинов, 2023)" — учебник для химических специальностей.
5. Производство ПЭВП (низкого давления): методы на суспензионных и газофазных катализаторах.
6. Производство ПЭНП (высокого давления): процессы в трубчатых реакторах и автоклавах.
7. Andrew J. Peacock. Handbook of Polyethylene. Structures, Properties, and Application. – New York: Marcel Dekker, 2000.
8. Макаров В.А., Контенармусов В.Б. «Промышленные термопласты» (М.: Химия, 2003) — справочное издание.