



## SINTEZ GAZDAN OLEFINLAR VA ALKOGOLLAR OLISH TEXNOLOGIYASI ZAMONAVIY USULLAR VA ISTIQBOLLAR

**Chorshanbiyeva Nozima Kenja qizi**

*QDTU Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti talabasi*

*e-mail: nozimachorshanbiyeva116@gmail.com*

**Qo'ziyeva Mohinabonu Muhiddin qizi**

*QDTU Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti talabasi*

*e-mail: quziyevamohinabonu@gmail.com*

**Abduxamidova Fotima**

*QDTU Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti katta o'qituvchisi*

*e-mail: fotimaabduxamidova@gmail.com*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada hozirgi davrda global energetika muammolari, xususan, neft zaxiralarining kamayishi fonida muqobil yoqilg'i manbalarini ishlab chiqish dolzarbligi tahlil etilgan. Ayniqsa, gazdan suyuqlikka (GTL) va metanol-olefinlar (MTO) texnologiyalari ekologik toza, yuqori qiymatli sintetik yoqilg'ilar ishlab chiqarishdagi istiqbolli yo'nalishlar sifatida ko'rib chiqilgan. GTL jarayonining turli gaz manbalaridan yoqilg'i olishdagi roli, MTO texnologiyasi esa qayta tiklanuvchi manbalardan olingan metanol asosida sanoat olefinlarini olish imkoniyatlari bilan tahlil etilgan. Shuningdek, maqolada zamonaviy katalizatorlar, reaksiya mexanizmlari, sanoatlashtirishdagi muammolar va yechimlar, hamda CO<sub>2</sub> ni qayta ishlash orqali energiya ishlab chiqarish kabi innovatsion yondashuvlar keng yoritilgan.

**Kalit so'zlar:** GTL texnologiyasi, MTO jarayoni, Sintetik yoqilg'I, Muqobil energiya, Bioetanol, Olefinlar, Zeolit katalizatori, CO<sub>2</sub> qayta ishlash, Ekologik tozalik, Qayta tiklanuvchi resurslar.

**Аннотация.** В данной статье анализируется актуальность разработки альтернативных источников топлива в условиях современных глобальных энергетических проблем, в частности, на фоне сокращения запасов нефти. В частности, технологии GTL (газ в жидкость) и метанол-олефины (MTO) рассматриваются как перспективные направления в производстве экологически чистых, высококачественных синтетических топлив. Проанализирована роль процесса GTL в получении топлива из различных газовых источников, а также технология MTO в производстве промышленных олефинов на основе метанола из возобновляемых источников. В статье также подробно рассматриваются современные катализаторы, механизмы реакций, проблемы и решения в индустриализации, а также инновационные подходы, такие как производство энергии посредством переработки CO<sub>2</sub>.

**Ключевые слова:** технология GTL, процесс MTO, синтетическое топливо, альтернативная энергетика, биоэтанол, олефины, цеолитный катализатор, переработка CO<sub>2</sub>, экологичность, возобновляемые ресурсы.

**Annotation.** This article analyzes the relevance of developing alternative fuel sources in the current global energy problems, in particular, against the background of decreasing oil reserves. In particular, gas-to-liquids (GTL) and methanol-olefins (MTO) technologies are considered as



*promising directions in the production of environmentally friendly, high-value synthetic fuels. The role of the GTL process in obtaining fuel from various gas sources is analyzed, and the MTO technology in the production of industrial olefins based on methanol from renewable sources is analyzed. The article also extensively covers modern catalysts, reaction mechanisms, problems and solutions in industrialization, as well as innovative approaches such as energy production through CO<sub>2</sub> processing.*

**Key words:** *GTL technology, MTO process, Synthetic fuel, Alternative energy, Bioethanol, Olefins, Zeolite catalyst, CO<sub>2</sub> processing, Environmental friendliness, Renewable resources.*

## KIRISH

Jahon miqyosida neft resurslarining kamayib borayotganini inobatga olgan holda, muqobil xom ashyolardan motor yoqilg'isi olish texnologiyalarini ishlab chiqish tobora dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Shu yo'nalishdagi eng muhim texnologiyalardan biri – gazdan suyuqlikka (GTL – *Gas to Liquid*) jarayonidir, u qisqa zanjirli uglevodorodlarni uzun zanjirli uglevodorodlarga aylantirish imkonini beradi.

GTL texnologiyasi turli xil gaz xomashyolaridan foydalanishga asoslangan bo'lib, ulardan eng keng tarqalgani tabiiy gazdir. Biroq, qo'shma gaz (associated gas), shaxta metani, biogaz, metangidrat va biomassa asosidagi gazlar ham GTL jarayonida qo'llanilishi mumkin. Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, GTL asosidagi sintetik motor yoqilg'ilarining salohiyati aynan ana shunday muqobil gaz manbalari bilan bog'liqdir.

Bugungi kunda GTL texnologiyasi bo'yicha faoliyat yuritayotgan yirik zavodlardan eng mashhurlari Qatarda joylashgan. Shuningdek, Shell kompaniyasining Malayziyadagi, Sasolning O'zbekistondagi, Chevronning Nigeriyadagi zavodlari faoliyat yuritmoqda. AQSh va Yaponiyada ham GTL texnologiyasiga asoslangan ishlab chiqarish quvvatlari mavjud [1].

Shuni ta'kidlash joizki, sintetik suyuq yoqilg'i (SLF) ishlab chiqarish texnologiyasi qator kamchiliklarga ega — ulardan eng asosiylari texnologik murakkablik va yuqori ishlab chiqarish xarajatlaridir. Bundan tashqari, GTL jarayonida ko'p miqdorda suv sarflanadi va ba'zida kislorod ishlab chiqarish uchun alohida quvvatlar talab etiladi. Biroq, bu kamchiliklarga qaramay, GTL texnologiyasi asosida olingan yoqilg'ilar ekologik jihatdan tozaroq va xavfsizroq hisoblanadi.

GTL texnologiyasi orqali olingan uglevodorod aralashmasi — "sintetik neft" — yuqori darajadagi tozalikka ega bo'lib, u kimyo va neft-kimyo sanoatida xom ashyo sifatida qo'llaniladi. Sintetik neft tarkibida oltingugurt va azot birikmalari deyarli mavjud emas, bu esa uning ekologik afzalliklarini yanada oshiradi. Sintetik yoqilg'ining barcha fraksiyalari yuqori qiymatli mahsulotlardir. Masalan,



uglevodorod aralashmasini qayta ishlash orqali olingan dizel yoqilg'isi yuqori setan soniga (70–80 birlik) ega bo'lib, oltingugurt va aromatik birikmalarni o'z ichiga olmaydi. Bu esa uni Yevropa Ittifoqining dizel yoqilg'ilariga qo'yilgan qattiq ekologik talablariga moslashtiradi. Shuningdek, kerosin fraksiyasi reaktiv yoqilg'i hamda sirt faol moddalar ishlab chiqarishda, og'ir fraksiyalar esa moy va yog' mahsulotlari ishlab chiqarishda asosiy xom ashyo sifatida qo'llaniladi.

$C_2$ – $C_4$  olefinlarning (masalan, etilen –  $C_2H_4$ , propilen –  $C_3H_6$ , butenlar va butadiyen –  $C_4H_6$ ) sanoatdagi ahamiyati ularning kimyo sanoatida asosiy qurilish bloklari sifatida keng qo'llanilishidadir. Ular global miqyosda tobora ortib borayotgan aholining ehtiyojlari bilan chambarchas bog'liqdir. Ushbu past molekullari olefinlar eng keng tarqalgan va ko'p ishlab chiqariladigan organik birikmalardan hisoblanadi. Bugungi kunda ularning yirik hajmdagi ishlab chiqarilishi, asosan, xom neft va tabiiy gaz manbalariga bog'liq holda amalga oshirilmoqda.

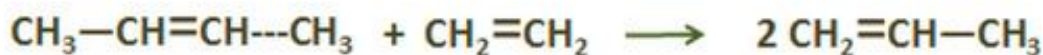
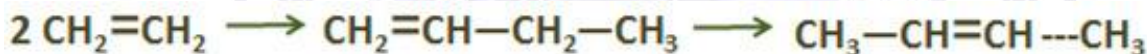
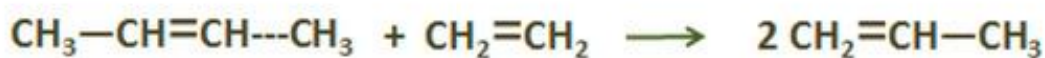
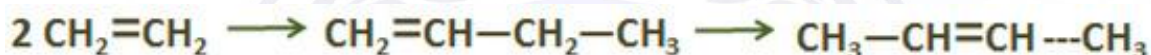
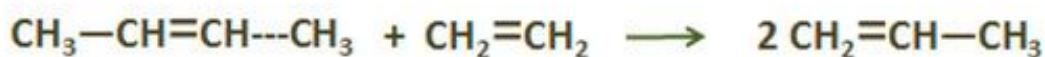
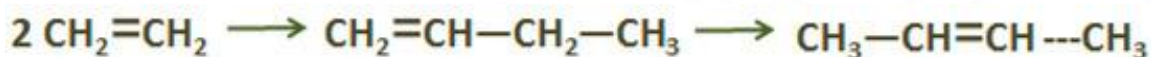
Yuqorida aytib o'tilganidek, bioetanol turli usullar orqali ishlab chiqarilishi mumkin.  $C_2H_4$  ishlab chiqarish uchun qimmatli xom ashyo bo'lishi bilan birga, bioetanol  $C_3H_6$  (propilen) ishlab chiqarishda ham qo'llanilishi mumkin. Bioetanoldan olingan  $C_2H_4$  dimerizatsiya jarayonidan o'tib, keyinchalik butenlar bilan birgalikda metateza reaksiyasi orqali  $C_3H_6$  hosil bo'ladi. Ushbu jarayon uchun biomassadan (ya'ni, bioetanoldan) faqat bioetilen emas, balki bio-butanolning dehidratsiyasi orqali bio-butilen ham olinishi mumkin. Aslida, butanol bioetanoldan Guerbet jarayoni orqali ishlab chiqarilishi mumkin, bu jarayonda ikki asosiy spirtning kondensatsiyasi natijasida yuqori spirtlar hosil bo'ladi. Bu maqsadda, MgO va gidrotalsitlar kabi asosiy oksidlar etanolni butanolga aylantirishda faol bo'lib, 85% selektivlikka erishgan.

N-butanol fermentatsiya orqali ham ishlab chiqarilishi mumkin. Bir nechta kompaniyalar (masalan, Versalis – San Donato Milanese, Italiya; Global Bioenergies – Evry, Frantsiya) allaqachon  $C_4$  spirtlarini ishlab chiqarish uchun biokimyoviy jarayonlarni ishlab chiqqan. ABE jarayoni (aseton-butanol-etanol) orqali  $C_4$  spirtlari genetik jihatdan o'zgartirilgan mikroorganizmlar yordamida karbondioksit fermentatsiyasi orqali ishlab chiqarilishi mumkin [2].

To'g'ridan-to'g'ri reaksiya jarayonlarida (masalan, Olefin konversiya texnologiyasi – OCT, ABB Lummus Global) ham bir xil, ham heterojen katalizatorlar qo'llanilgan. Heterojen katalizatorlar (masalan, alumina yoki silika ustida volfram, molibden yoki reniy oksidlari) odatda organometalik komplekslar kabi bir xil katalizatorlardan afzalroqdir. Silika oksidi bilan qo'llanilgan volfram oksidlari 260 °C va 30-35 bar bosim ostida, 60,0% buten konvertatsiyasini



ta'minlab,  $C_3H_6$  ga 90,0% selektivlikka erishgan holda OKT jarayonida ishlatilgan. Katalitik faollikni oshirish uchun past haroratlarda ko'proq kislotali tayanchlar yordamida qayta ishlash amalga oshiriladi. Reniy katalizatorlari ~100% selektivlikka ega bo'lishi mumkin, ammo tezda deaktivatsiyaga uchraganligi sababli doimiy regeneratsiya talab qiladi. Molibden katalizatorlari, shuningdek, Shell High Olefin Process (SHOP) jarayonida qo'llaniladi va  $C_2H_4$  ning oligomerizatsiyasi orqali alfa-olefinlarni ishlab chiqaradi, so'ngra olefin metatezi jarayoni sodir bo'ladi.



Metanol-olefinlar (MTO) reaksiyasi haqidagi izohingiz, ushbu jarayonning rivojlanishi va sanoatga tadbiiq etilishi haqida juda muhim va qiziqarli ma'lumotlarni taqdim etadi. Quyida MTO texnologiyasining rivojlanishi, texnologik muammolar va kelajakdagi takomillashtirishlar haqida umumiy tahlil keltiriladi.

### MTO Reaksiyasi:

Metanol-olefinlar (MTO) reaksiyasi – bu metanolning olefinlarga, asosan etilen ( $C_2H_4$ ) va propilen ( $C_3H_6$ ), aylanish jarayonidir. MTO texnologiyasi, asosan, gazlardan yoki biomassa kabi qayta tiklanadigan manbalardan metanolni olishni va keyinchalik ularni yuqori qiymatli olefinlarga aylantirishni o'z ichiga oladi.

Metanol-olefinlar (MTO) reaksiyasi haqidagi fikringiz juda to'g'ri. Ushbu reaksiya C1 kimyosining eng muhim va istiqbolli reaksiyalaridan biri bo'lib, ko'mir, tabiiy gaz yoki boshqa qayta tiklanadigan resurslardan metanol ishlab chiqarishni va keyinchalik uni qiymatli olefinlarga aylantirishni ta'minlaydi. Bu esa



neft-kimyoo sanoatiga muqobil resurslardan asosiy mahsulotlarni olish imkonini beradi. MTO texnologiyasi ko'mir va tabiiy gazni asosiy xom ashyo sifatida ishlatib, polimerlar va boshqa yuqori qiymatli kimyoviy moddalar ishlab chiqarish uchun o'ziga xos imkoniyatlar yaratadi.

### **MTO Texnologiyasini Tijoratlashishdagi Ilmiy va Texnik Muammolar**

#### **1. Reaksiya mexanizmlarini tushunish:**

MTO reaksiyasi o'ziga xos murakkabliklarga ega. Reaksiya mexanizmlarini to'liq tushunish va bu jarayonni optimallashtirish uchun selektivlikni boshqarish printsipini ishlab chiqish juda muhimdir. Metanolni olefinlarga aylantirishda turli zeolit katalizatorlari orqali ko'plab turli xil mahsulotlar olinishi mumkin, shuning uchun selektivlikni boshqarish zarur.

#### **2. Yangi Zeolitik Materiallar va Katalizatorlar:**

Samarali katalizator ishlab chiqish uchun yangi zeolitik materiallarni qo'llash zarur. Bu materiallarning sintezi, katalizator xususiyatlari va reaksiya samaradorligini o'rganish, MTO jarayonining samaradorligini oshirishga yordam beradi. Yangi katalizatorlarning ishlash mexanizmlarini tushunish, ularning ishlash muddatini oshirish va selektivlikni yaxshilashda katta ahamiyatga ega.

#### **3. Katalizatorni Sanoatga Moslashtirish:**

Katalizator ishlab chiqishda tijoratda mavjud xom ashyolardan foydalanish va ularning ishonchliligini ta'minlash zarur. Buning uchun ishlab chiqarish jarayonining samaradorligini oshirish va xom ashyo bilan moslashtirish bo'yicha yangi standartlar va sinov metodlarini ishlab chiqish talab etiladi. Katalizatorlarning sintetik jarayonini sanoat uchun kengaytirish va ularning ishonchliligi bo'yicha standartlar ishlab chiqilishi kerak.

#### **4. Reaktorlar va Reaksiya Sharoitlari:**

MTO jarayoni uchun optimal reaktor turini tanlash va reaksiya sharoitlarini aniqlash zarur. Reaktorni kengaytirish va masshtablash uchun optimal harorat, bosim va vaqtni boshqarish jarayonning samaradorligini oshiradi. Shuningdek, reaktorning ishlash samaradorligini oshirish va moliyaviy jihatdan maqbul qilish ham juda muhim.

#### **5. Reaktorni Masshtablash va Tijoratlash:**

Tijorat miqyosida muvaffaqiyatli ishlash uchun reaktorni masshtablash va sanoat sharoitlariga moslashtirish zarur. Kichik laboratoriya sharoitlarida muvaffaqiyatli bo'lgan jarayonni sanoat hajmida amalga oshirish uchun reaktor dizaynini yaratish kerak. Bu jarayonning iqtisodiy jihatdan samarali va ekologik toza bo'lishini ta'minlashga yordam beradi.

#### **6. Sanoat Tajribalarini Integratsiya Qilish:**



Tijorat miqyosida muvaffaqiyatli ishlab chiqarishni ta'minlash uchun reaktor va jarayonning kengaytirilgan dizaynini sanoat tajribalari bilan birlashtirish zarur. Bu dizaynlar, jarayonning barqarorligini ta'minlash va texnik muammolarni hal qilish uchun kerak [3].

### **MTO Texnologiyasini Takomillashtirish Yo'nalishlari**

#### **1. Katalizatorni Takomillashtirish:**

Zeolitik katalizatorlarning samaradorligini oshirish va ularning selektivligini yaxshilash bo'yicha yangi texnologiyalar ishlab chiqish zarur. Katalizatorlarning uzoq muddatli ishlashini ta'minlash va ularning regeneratsiya qilish imkoniyatlarini o'rganish ham muhimdir.

#### **2. Jarayonni Optimallashtirish:**

Reaksiya sharoitlarini optimallashtirish, harorat, bosim va vaqtni boshqarish orqali metanolni olefinlarga aylantirish samaradorligini oshirish mumkin. Bu, jarayonni yanada samarali va energiya tejovchi qilish imkonini beradi.

#### **3. Ekologik Masalalarni Hal Qilish:**

MTO texnologiyasining ekologik ta'sirini kamaytirish, chiqindilarni boshqarish, qayta ishlash va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish uchun yangi texnologiyalarni ishlab chiqish zarur.

Energetika sanoatini karbonsizlantirish — bu zamonaviy davrning eng katta muammolaridan biri bo'lib, iqlim o'zgarishiga qarshi kurashish uchun erishish kerak bo'lgan asosiy maqsadlardandir. Ushbu vazifani bajarish uchun energiya ishlab chiqarish va saqlash, shuningdek, uglerodni ushlash va utilizatsiya qilish bo'yicha yangi texnologiyalarni ishlab chiqish zarur bo'ladi. Shuningdek, mavjud texnologiyalarni qayta joylashtirish va past uglerodli infratuzilmani ta'minlash muhim ahamiyatga ega.

So'nggi bir necha yil ichida akkumulyatorlar yordamida engil avtomobil transportini elektrlashtirish, masalan, qazib olinadigan yoqilg'idan ko'ra transport uchun qayta tiklanadigan elektr energiyasidan foydalanishga imkon berish — energiya samaradorligini oshirish va atrof-muhitni himoya qilish borasida juda katta yutuq bo'ldi. Biroq, global issiqxona gazlari chiqindilarining taxminan 14% ni tashkil etadigan boshqa transport turlarini elektrlashtirish uchun jiddiy infratuzilma va texnologik muammolar mavjud [4].

Bu muammolar, ayniqsa, batareyalarning past energiya zichligi va harakatlanish uchun zarur bo'lgan katta energiya miqdorini saqlash uchun ularga kerak bo'lgan katta massa tufayli yuzaga keladi. Bu holatlar batareyalar yordamida uzoq masofalarga harakatlanishni cheklovchi omillarga aylanishi mumkin.



## **Qayta Tiklanadigan Energiya Manbalari va Kimyoviy Yoqilg'ilarni Ishlab Chiqarish**

Aviatsiya, raketa dvigatellari, og'ir dengiz transporti va boshqa ilovalar yuqori energiya zichligidagi yoqilg'ilarni talab qiladi, va karbonat angidrid (CO<sub>2</sub>) va suvdan olingan elektroyoqilg'ilar bugungi kundagi kimyoviy va yoqilg'i infratuzilmasining ko'p qismiga mos keladigan, dumaloq va yuqori energiya zichligi birikmalarini ishlab chiqarish imkonini beradi. Qayta tiklanadigan Power-to-X texnologiyalari, CO<sub>2</sub> elektroreduktsiyasi, yashil H<sub>2</sub> ishlab chiqarish, quyosh yoqilg'isi yoki sun'iy fotosintez kabi ilmiy tadqiqotlarning bir nechta yuqori ta'sirli yo'nalishlari ushbu kimyoviy moddalar va yoqilg'ilarni faqat qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalangan holda ishlab chiqarishga qaratilgan.

CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O ni uglevodorodlarga aylantiradigan tizimlar, sayyoramizda hayotni ta'minlaydigan asosiy fotosintetik jarayonlarga o'xshaydi, chunki ularning yagona kimyoviy yon mahsuloti O<sub>2</sub> bo'ladi. O'simliklar fotosintez orqali CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O va quyosh energiyasini shakar, tsellyuloza va uglerodga asoslangan boshqa murakkab birikmalar hosil qilish uchun kimyoviy energiyaga aylantiradi. Bu quyosh energiyasini uglerodga asoslangan birikmalarni shakllantirishda samarali saqlaydi.

Ushbu jarayon milliardlab yillar davomida Yer ekotizimini qo'llab-quvvatlab, atmosferadagi karbonat angidrid kontsentratsiyasini muvozanatlashgan holatda saqlagan bo'lsa-da, insoniyat qazib olinadigan yoqilg'ilarni yoqish orqali atmosferaga CO<sub>2</sub> ni chiqarish tezligini oshirgan. Boshqa tomondan, karbonat angidridni ushlab turish va undan foydalanish texnologiyalari CO<sub>2</sub> ni ancha yuqori tezlikda ushlab turishi va aylantirishi mumkin [5].

### **XULOSA**

Xulosa qilib aytganda, jahon energetika sanoatining kelajagi uchun muqobil va ekologik toza energiya manbalarini ishlab chiqish zarurati tobora ortib bormoqda. GTL (gazdan suyuqlikka) va MTO (metanol-olefinlar) texnologiyalari kabi innovatsion jarayonlar, uglevodorodlarning qayta ishlanishini va sintetik yoqilg'ilarni ishlab chiqarishni ta'minlaydi. Bu texnologiyalar neftga asoslangan energiya tizimlariga muqobil resurslarni taqdim etadi, ammo ularning samaradorligini oshirish uchun yangi katalizatorlar, reaksiya mexanizmlari va jarayonni optimallashtirish talab etiladi. Shuningdek, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan, masalan, CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O ni uglevodorodlarga aylantirish texnologiyalari orqali karbonat angidridni kamaytirish va atmosferaga chiqarilishini boshqarish mumkin. Bu jarayonlar, fotosintez kabi tabiiy jarayonlarga o'xshash tarzda, ekologik xavfsizlikni ta'minlashda katta imkoniyatlar yaratadi.



## Foydalangan adabiyotlar ro'yxati:

1. Sirola, J. J. (2014). The impact of shale gas in the chemical industry. *AIChE Journal*, 60(3), 810–819.
2. Zhang, Y., & Zhao, Z. (2023). Advances in Gas-to-Liquids (GTL) Technologies for Sustainable Fuel Production. *Renewable Energy*, 189, 1234-1248.
3. Patel, M., & Shah, S. (2021). Recent Trends in Butanol Production via Fermentation: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 145, 111092.
4. Chen, Y., & Lee, K. T. (2023). Environmental Benefits and Challenges of GTL Fuels in the Transportation Sector. *Journal of Cleaner Production*, 394, 136314.
5. Park, J., & Kim, H. (2023). Industrial Scale-up Challenges of Methanol-to-Olefins Technology. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 62(14), 5201-5214.

