

**Aliqulova Maftuna Abduraxmon qizi**

E-mail: [maftunaaliqulova309@gmail.com](mailto:maftunaaliqulova309@gmail.com)

**Orolova Gulsevar Mengniqul qizi**

E-mail: [gulsevarorolova77@gmail.com](mailto:gulsevarorolova77@gmail.com)

**ANNOTATSIYA:** Ushbu maqolada atmosferadagi issiqxona gazlarini, xususan karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) va azot oksidlarini ( $\text{NO}_x$ ) kimyoviy usullar yordamida kamaytirish texnologiyalari keng yoritilgan. Issiqxona gazlari global iqlim o'zgarishining asosiy omillaridan biri bo'lib, ularning miqdorini kamaytirish ekologik barqarorlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Maqolada gazlarni tutib qolish (capture), adsorbsiya, absorbsiya, katalitik parchalanish va fotokataliz kabi zamonaviy usullar tahlil qilinadi. Shuningdek,  $\text{CO}_2$  ni foydali kimyoviy mahsulotlarga aylantirish texnologiyalari ham ko'rib chiqiladi.

**KALIT SO'ZLAR:** issiqxona gazlari,  $\text{CO}_2$ , metan, adsorbsiya, absorbsiya, kataliz, fotokataliz, yashil kimyo

**АННОТАЦИЯ:** В данной статье рассматриваются современные химические технологии снижения концентрации парниковых газов в атмосфере, включая углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) и оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ). Парниковые газы являются одной из основных причин глобального изменения климата, поэтому их снижение имеет важное экологическое значение. В работе анализируются методы улавливания газов, адсорбции, абсорбции, каталитического разложения и фотокатализа. Также рассматриваются технологии переработки  $\text{CO}_2$  в полезные химические продукты.

**НА РУССКОМ:** парниковые газы,  $\text{CO}_2$ , метан, адсорбция, абсорбция, катализ, фотокатализ, зелёная химия

**ENGLISH ABSTRACT:** This article presents modern chemical technologies for reducing greenhouse gases in the atmosphere, including carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), methane ( $\text{CH}_4$ ), and nitrogen oxides ( $\text{NO}_x$ ). Greenhouse gases are one of the main drivers of global climate change, making their reduction highly important. The paper analyzes gas capture methods, adsorption, absorption, catalytic decomposition, and photocatalysis. Additionally,  $\text{CO}_2$  conversion into valuable chemical products is discussed.

**IN ENGLISH:** greenhouse gases,  $\text{CO}_2$ , methane, adsorption, absorption, catalysis, photocatalysis, green chemistry.

## ASOSIY QISM

Atmosferadagi issiqxona gazlari miqdorining ortishi global iqlim o'zgarishining asosiy sababi hisoblanadi. Ushbu gazlar orasida karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), azot oksidlari ( $\text{NO}_x$ ) va boshqa sanoat gazlari muhim o'rin tutadi. Ularni kamaytirish uchun zamonaviy kimyoviy va fizik-kimyoviy texnologiyalar ishlab chiqilgan bo'lib, ular gazlarni tutib qolish, tozalash va qayta ishlashga asoslanadi.

### 1. Gazlarni tutib qolish texnologiyalari

Issiqxona gazlarini kamaytirishning birinchi bosqichi ularni manbadan ajratib olishdir. Bu jarayon sanoat korxonalarida, issiqlik elektr stansiyalari va ishlab chiqarish korxonalarida amalga oshiriladi. Gazlarni tutib qolish texnologiyalari uch asosiy yo'nalishga bo'linadi: suyuq erituvchilar yordamida yutish, qattiq sorbentlar yordamida adsorbsiya va membrana orqali ajratish. Adsorbsiya usuli sanoatda eng keng tarqalgan texnologiya hisoblanadi. Bu jarayonda  $\text{CO}_2$  gazlari maxsus kimyoviy eritmalar, asosan aminlar yordamida yutiladi. Keyinchalik eritma qizdirilib,  $\text{CO}_2$  ajratib olinadi. Bu usul yuqori samaradorlikka ega bo'lsa-da, katta energiya sarfini talab qiladi.

Adsorbsiya usulida esa gazlar qattiq moddalar yuzasiga yutiladi. Zeolitlar, aktiv ko'mir va metall-organik karkaslar eng samarali sorbentlar hisoblanadi. Ushbu usulning afzalligi uning qayta ishlanish imkoniyati va nisbatan past energiya sarfi bilan bog'liqdir. So'nggi yillarda nanomateriallar asosidagi sorbentlar ishlab chiqilishi bu usulning samaradorligini sezilarli darajada oshirdi. Membrana texnologiyalari esa gazlarni fizik xususiyatlariga qarab ajratishga asoslanadi. Yarim o'tkazuvchan membranalar  $\text{CO}_2$  ni boshqa gazlardan ajratib olishda samarali hisoblanadi. Bu texnologiya avtomatlashtirishga qulay va ekologik xavfsizligi bilan ajralib turadi.

### 2. Gazlarni kimyoviy qayta ishlash

Tutib olingan gazlar faqat saqlanib qolmay, balki kimyoviy qayta ishlash orqali foydali mahsulotlarga aylantiriladi. Bu yo'nalish "carbon utilization" deb ataladi. Ushbu jarayonlar orqali  $\text{CO}_2$  metanol, metan va boshqa organik birikmalarga aylantirilishi mumkin.

Kimyoviy qayta ishlash jarayonlari katalizatorlar ishtirokida amalga oshiriladi. Katalizatorlar reaksiyalar tezligini oshiradi va energiya sarfini kamaytiradi. Ayniqsa, mis, rux va nikel asosidagi katalizatorlar keng qo'llaniladi. Bundan tashqari,  $\text{CO}_2$  ni polimer materiallarga aylantirish texnologiyalari ham rivojlanmoqda. Bu yo'nalish plastik chiqindilarni kamaytirish va ekologik toza materiallar ishlab chiqarish imkonini beradi.

### 3. Fotokatalitik texnologiyalar

Fotokataliz jarayonlari quyosh energiyasidan foydalanishga asoslangan. Titan dioksid ( $\text{TiO}_2$ ) kabi yarimo'tkazgichlar yorug'lik ta'sirida faollashib, zararli gazlarni parchalaydi. Bu usul energiya tejamkor va ekologik toza hisoblanadi. Fotokatalitik jarayonlar ayniqsa shahar havosini tozalash va sanoat chiqindilarini kamaytirishda istiqbolli yo'nalish sifatida qaralmoqda.

#### 4. Biologik va tabiiy usullar

Tabiiy tizimlar ham issiqxona gazlarini kamaytirishda muhim rol o'ynaydi. O'simliklar va suv o'tlari fotosintez jarayonida  $\text{CO}_2$  ni yutib, kislorod ajratadi. Mikroorganizmlar esa metan va boshqa gazlarni parchalaydi. Bu usullar ekologik jihatdan eng toza hisoblanadi, lekin katta sanoat hajmida cheklangan imkoniyatlarga ega.

#### 5. Zamonaviy materiallar va innovatsion yondashuvlar

So'nggi yillarda nanomateriallar va yangi sorbentlar ishlab chiqilishi gazlarni tutish samaradorligini oshirmoqda. Metall-organik karkaslar (MOF) yuqori yuzaga ega bo'lib,  $\text{CO}_2$  ni juda samarali yutadi. Shuningdek, aqlli materiallar (smart materials) harorat va bosimga qarab o'z xususiyatlarini o'zgartirishi mumkin. Sun'iy intellekt yordamida esa yangi katalizatorlar va sorbentlarni modellashtirish ishlari olib borilmoqda. Bu esa ilmiy tadqiqotlarni tezlashtiradi va samaradorlikni oshiradi.

#### 6. Umumiy yondashuv

Issiqxona gazlarini kamaytirish faqat bitta texnologiyaga tayanib amalga oshirilmaydi. Eng samarali natija bir nechta usullarni kompleks qo'llash orqali erishiladi. Masalan, gazlarni tutib qolish, ularni qayta ishlash va tabiiy tizimlar bilan birlashtirish ekologik muvozanatni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

### **Muammolar va ularning tahlili**

#### 1. Yuqori energiya sarfi

$\text{CO}_2$  ni tutish va qayta ishlash jarayonlari katta energiya talab qiladi. Ayniqsa absorbsiya va regeneratsiya bosqichlari juda qimmat. Agar qayta tiklanuvchi energiya (quyosh, shamol) ishlatilsa, bu muammo kamayadi.

#### 2. Katalizatorlarning qimmatligi

Platina, iridiy kabi katalizatorlar juda qimmat va kam uchraydi. Arzon nanokatalizatorlar ishlab chiqish zarur.

#### 3. $\text{CO}_2$ ning kimyoviy barqarorligi

$\text{CO}_2$  inert modda bo'lgani uchun reaksiyaga kirishi qiyin. Yuqori bosim, harorat va maxsus katalizatorlar talab etiladi.

#### 4. Texnologik infratuzilma yetishmasligi

Ko'plab mamlakatlarda gazlarni tutish va qayta ishlash tizimlari hali rivojlanmagan. Davlat investitsiyalari va ilmiy dasturlar zarur.

#### 5. Ekologik xavflar

Ba'zi erituvchilar toksik bo'lishi mumkin va ikkilamchi ifloslanish keltirib chiqaradi. Yashil kimyo asosidagi erituvchilar ishlab chiqish muhim.

## 6. Iqtisodiy muammo

Texnologiyalar hali to'liq arzon emas. Sanoat masshtabida ishlab chiqarish kengaysa, narxlar pasayadi.

## XULOSA

Xulosa qilib aytganda, atmosferadagi issiqxona gazlarini kimyoviy usulda kamaytirish texnologiyalari zamonaviy ekologik kimyoning eng dolzarb va strategik yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> va NO<sub>x</sub> kabi gazlarning atmosferadagi ortib borishi global iqlim o'zgarishining asosiy omili bo'lib, bu muammoni hal etish nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, gazlarni kamaytirishning eng samarali yo'li ularni bir vaqtning o'zida tutib qolish va qayta ishlash texnologiyalarini kompleks qo'llashdir. Absorbtsiya va adsorbtsiya usullari sanoatda keng qo'llanilayotgan bo'lsa-da, ularning energiya sarfi va iqtisodiy xarajatlari hali ham muammo bo'lib qolmoqda. Shu bilan birga, membrana texnologiyalari, fotokataliz va biologik usullar ekologik tozaligi va energiya tejamkorligi bilan istiqbolli yo'nalishlar sifatida ajralib turadi.

CO<sub>2</sub> ni faqat zararli chiqindi sifatida emas, balki qimmatli xomashyo sifatida qayta ishlash g'oyasi ushbu sohadagi eng muhim ilmiy yondashuvlardan biridir. Metanol, metan va boshqa organik birikmalar ishlab chiqarish orqali karbonat anhidriddan foydali mahsulotlar olish mumkinligi isbotlangan. Bu esa "yashil kimyo" tamoyillarini amaliyotga joriy etishda muhim rol o'ynaydi.

Shuningdek, mavjud muammolar — yuqori energiya sarfi, katalizatorlarning qimmatligi, texnologik infratuzilmaning yetarli emasligi va ekologik xavflar — ushbu yo'nalishning to'liq rivojlanishiga to'sqinlik qilayotgan asosiy omillardir. Biroq zamonaviy ilm-fan yutuqlari, xususan nanomateriallar, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va yangi avlod katalizatorlarining ishlab chiqilishi bu muammolarni bosqichma-bosqich hal etish imkonini bermoqda.

Umuman olganda, issiqxona gazlarini kamaytirish texnologiyalari nafaqat ekologik muammolarni yumshatishga, balki yangi energiya manbalarini yaratishga ham xizmat qiladi. Kelajakda ushbu yo'nalishning rivojlanishi global barqarorlikni ta'minlash, energiya xavfsizligini oshirish va atrof-muhitni muhofaza qilishda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Sodiqov B.X. Fizik kimyo asoslari. Toshkent: "Fan va texnologiya", 2019.
2. Abdurahmonov A.A. Umumiy kimyo. Toshkent: "O'qituvchi", 2020.

3. Xudoyberdiyev F.R. Analitik kimyo. Toshkent: “Yangi asr avlodi”, 2018.
4. To‘xtayev S.T. Ekologik kimyo va atrof-muhit muhofazasi. Toshkent: “Universitet”, 2021.
5. Rahimov O.Q. Atmosfera kimyosi va ekologik jarayonlar. Toshkent: “Fan”, 2022.