

Orolova Gulsevar Mengniqul qizi

E-mail: gulsevarorolova77@gmail.com

Termiz davlat universiteti talabasi

ANNOTATSIYA : Mazkur ilmiy maqolada uglerod neytrallikni ta'minlashda kimyo fanining o'rni va ahamiyati tahlil qilinadi. Atmosferadagi karbonat angidrid miqdorining ortishi va uning global iqlim o'zgarishiga ta'siri ko'rib chiqiladi. CO₂ ni kamaytirish, qayta ishlash va undan foydali mahsulotlar olishga qaratilgan zamonaviy kimyoviy texnologiyalar, jumladan katalitik, elektrokimyoviy va fotokimyoviy usullar tahlil etiladi. Shuningdek, yashil kimyo prinsiplari, nanokatalizatorlar va qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosidagi innovatsion yondashuvlar yoritiladi. Tadqiqot natijalari kimyo fanining uglerod chiqindilarini kamaytirishdagi muhim rolini ko'rsatadi.

KALIT SO'ZLAR: Uglerod neytrallik, karbonat angidrid, yashil kimyo, nanokataliz, qayta tiklanuvchi energiya, ekologik muvozanat, CO₂ qayta ishlash.

ABSTRACT: This scientific article analyzes the role and importance of chemistry in achieving carbon neutrality. The increase of carbon dioxide concentration in the atmosphere and its impact on global climate change are discussed. Modern chemical technologies aimed at reducing, recycling, and converting CO₂ into valuable products are reviewed, including catalytic, electrochemical, and photochemical methods. In addition, innovative approaches based on green chemistry principles, nanocatalysts, and renewable energy sources are highlighted. The results demonstrate that chemistry plays a crucial role in reducing carbon emissions and ensuring environmental sustainability.

KEYWORDS: Carbon neutrality, carbon dioxide, green chemistry, nanocatalysis, renewable energy, environmental sustainability, CO₂ conversion.

АННОТАЦИЯ: В данной научной статье анализируется роль химии в обеспечении углеродной нейтральности. Рассматривается рост концентрации углекислого газа в атмосфере и его влияние на глобальные климатические изменения. Описываются современные химические технологии, направленные на снижение, переработку и преобразование CO₂ в полезные продукты, включая каталитические, электрохимические и фотохимические методы. Также освещаются инновационные подходы, основанные на принципах зелёной химии,

нанокатализаторах и возобновляемых источниках энергии. Результаты исследования показывают, что химия играет важную роль в снижении выбросов углерода.

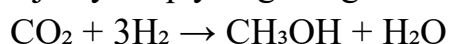
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Углеродная нейтральность, углекислый газ, зелёная химия, нанокатализ, возобновляемая энергия, экологическая устойчивость, переработка CO₂.

ASOSIY QISM

Uglerod neytrallikka erishish zamonaviy ilm-fan va texnologiyaning ustuvor yoʻnalishlaridan biri boʻlib, bunda kimyo fani markaziy oʻrin egallaydi. Atmosferada karbonat angidrid miqdorining ortishi global iqlim oʻzgarishining asosiy sabablaridan biri hisoblanadi. Shu sababli CO₂ ni kamaytirish, ushlab qolish, qayta ishlash va undan qayta foydalanish texnologiyalarini rivojlantirish zarur.

Kimyoviy nuqtai nazardan karbonat angidrid termodinamik jihatdan barqaror modda hisoblanadi, bu esa uning reaktivligini past qiladi. Shu sababli CO₂ ni foydali mahsulotlarga aylantirish uchun yuqori samarali katalizatorlar va energiya manbalari talab etiladi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda CO₂ ni qayta ishlashning bir nechta istiqbolli yoʻnalishlari mavjud boʻlib, ular orasida katalitik, elektrokimyoviy va fotokimyoviy jarayonlar alohida oʻrin tutadi.

Katalitik jarayonlar CO₂ ni qayta ishlashning eng keng tarqalgan usullaridan biridir. Bu usullarda maxsus katalizatorlar yordamida karbonat angidrid vodorod bilan reaksiyaga kiritilib, metanol, metan va boshqa organik birikmalar olinadi. Masalan, CO₂ ning vodorod bilan gidrogenlanishi orqali metanol sintezi sanoatda muhim ahamiyatga ega boʻlib, ushbu jarayon quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Metanol muhim kimyoviy xomashyo va energiya tashuvchi modda sifatida ishlatiladi. Ushbu jarayonni samarali amalga oshirish uchun mis, rux va alyuminiy oksidlariga asoslangan katalizatorlar qoʻllaniladi. Soʻnggi yillarda esa nanostrukturalangan katalizatorlar qoʻllanilishi natijasida reaksiyaning selektivligi va tezligi sezilarli darajada oshdi.

Nanokataliz asosida ishlab chiqilgan yangi materiallar CO₂ ni qayta ishlashda yuqori samaradorlik koʻrsatmoqda. Nanooʻlchamdagi zarrachalar katta sirt maydoniga ega boʻlib, ular reaksiyaga kirishuvchi moddalarning faol markazlarga yetib borishini osonlashtiradi. Bu esa reaksiyaning tezligini oshirib, energiya sarfini kamaytiradi. Masalan, oltin va kumush nanozarrachalari asosidagi katalizatorlar CO₂ ni elektrokimyoviy qayta ishlashda yuqori samaradorlikka ega.

Elektrokimyoviy usullar ham uglerod neytrallikka erishishda istiqbolli yoʻnalish hisoblanadi. Bu usullarda elektr energiyasi yordamida CO₂ qayta ishlanadi. Jarayon

odatda elektroliz tizimlarida amalga oshiriladi, bunda karbonat angidrid suv bilan reaksiyaga kirishib, uglerod oksidi, metan yoki etilen kabi mahsulotlar hosil qiladi. Ushbu usulning asosiy afzalligi shundaki, u qayta tiklanuvchi energiya manbalari, masalan quyosh va shamol energiyasi bilan integratsiya qilinishi mumkin. Natijada karbonat angidridni qayta ishlash jarayoni yanada ekologik toza bo'ladi.

Fotokimyoviy va fotokatalitik jarayonlar ham CO₂ ni qayta ishlashning muhim yo'nalishlaridan biridir. Ushbu usullarda quyosh nuri energiyasidan foydalanib karbonat angidridni foydali moddalarga aylantirish mumkin. Bu jarayon tabiiy fotosintezga o'xshash bo'lib, unda yorug'lik energiyasi kimyoviy energiyaga aylantiriladi. Fotokatalizator sifatida titan dioksidi (TiO₂) va boshqa yarimo'tkazgich materiallar keng qo'llaniladi. Ushbu texnologiya hali rivojlanish bosqichida bo'lsa-da, kelajakda katta imkoniyatlarga ega.

Yashil kimyo prinsiplari uglerod neytrallikka erishishda muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi. Ushbu prinsiplar asosida ishlab chiqilgan texnologiyalar chiqindilarni kamaytirish, energiya samaradorligini oshirish va atrof-muhitga zararli ta'sirni minimallashtirishga qaratilgan. Yashil kimyo nafaqat ekologik muammolarni hal qilishga yordam beradi, balki iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi.

CO₂ ni ushlab qolish va saqlash texnologiyalari ham muhim ahamiyatga ega. Bu jarayonlarda karbonat angidrid sanoat chiqindilaridan ajratib olinib, yer osti qatlamlarida yoki maxsus materiallarda saqlanadi. Metall-organik karkaslar (MOF), zeolitlar va aerogellar kabi materiallar yuqori adsorbsiya xususiyatiga ega bo'lib, CO₂ ni samarali ushlab qolish imkonini beradi. Ayniqsa, aerogellar juda yengil va katta sirt maydoniga ega bo'lgani sababli istiqbolli material hisoblanadi.

Kimyo fanining yana bir muhim yo'nalishi — vodorod energetikasi hisoblanadi. Vodorod ekologik toza yoqilg'i bo'lib, uning yonishi natijasida faqat suv hosil bo'ladi. Agar vodorod qayta tiklanuvchi energiya manbalari yordamida ishlab chiqarilsa, u holda bu jarayon deyarli nol darajada karbon chiqindilarini hosil qiladi. Kimyoviy texnologiyalar yordamida suvni elektroliz qilish orqali vodorod olish keng qo'llanilmoqda.

Shuningdek, bioyoqilg'ilar ishlab chiqarish ham uglerod neytrallikka erishishda muhim rol o'ynaydi. Biomassa asosida olingan yoqilg'ilar karbon aylanishida muvozanatni saqlashga yordam beradi, chunki ular yonishda ajratgan CO₂ miqdori o'simliklar tomonidan fotosintez jarayonida yutiladi.

Umuman olganda, kimyo fanining zamonaviy yutuqlari uglerod neytrallikka erishishda muhim ilmiy va texnologik asos yaratmoqda. CO₂ ni qayta ishlash, yangi materiallar yaratish, energiya samaradorligini oshirish va ekologik toza texnologiyalarni joriy etish orqali global ekologik muammolarni hal qilish mumkin.

Shu bilan birga, ushbu yoʻnalishdagi tadqiqotlarni yanada rivojlantirish, yangi katalizatorlar yaratish va sanoat miqyosida qoʻllash imkoniyatlarini kengaytirish muhim vazifa boʻlib qolmoqda.

MUAMMOLAR VA ULARNING TAHLILI

Uglerod neytrallikka erishish global miqyosda dolzarb vazifa boʻlishiga qaramay, ushbu yoʻnalishda bir qator ilmiy, texnologik va iqtisodiy muammolar mavjud. Bu muammolarni chuqur tahlil qilish ularni bartaraf etish uchun samarali strategiyalar ishlab chiqishga imkon beradi.

Birinchi va eng muhim muammolardan biri karbonat angidridning kimyoviy barqarorligidir. CO_2 molekulasida past reaktivlikka ega boʻlib, uni kimyoviy jihatdan oʻzgartirish uchun yuqori energiya talab etiladi. Bu esa CO_2 ni qayta ishlash jarayonlarini energiya jihatdan samarasiz qilib qoʻyadi. Koʻplab katalitik reaksiyalar yuqori harorat va bosim sharoitida amalga oshiriladi, bu esa energiya sarfini oshirib, jarayonning iqtisodiy samaradorligini pasaytiradi. Shu nuqtai nazardan, past energiya talab qiluvchi yangi katalizatorlar yaratish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Ikkinchi muammo katalizatorlarning samaradorligi va barqarorligi bilan bogʻliq. Zamonaviy katalizatorlar, ayniqsa nanooʻlchamdagi materiallar yuqori faollikka ega boʻlsa-da, ularning uzoq muddatli ishlash barqarorligi yetarli darajada emas. Nanokataliz tizimlarida katalizator zarrachalarining aglomeratsiyasi, zaharlanishi va faol markazlarning yoʻqolishi kuzatiladi. Natijada katalizatorlarning ishlash muddati qisqaradi va ularni tez-tez almashtirish zarurati tugʻiladi. Bu esa sanoat miqyosida qoʻllashni qiyinlashtiradi.

Uchinchi muammo — iqtisodiy samaradorlik masalasidir. CO_2 ni qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish katta investitsiyalarni talab qiladi. Zamonaviy qurilmalar, yuqori sifatli katalizatorlar va energiya manbalari qimmatga tushadi. Bundan tashqari, koʻplab qayta ishlash mahsulotlari (masalan, metanol yoki sintetik yoqilgʻilar) bozorda mavjud anʻanaviy yoqilgʻilar bilan raqobatlasha olmaydi. Shu sababli iqtisodiy jihatdan arzon va samarali texnologiyalarni ishlab chiqish zarur.

Toʻrtinchi muammo energiya manbalari bilan bogʻliq. CO_2 ni qayta ishlash jarayonlari koʻpincha katta miqdorda energiya talab qiladi. Agar bu energiya qazilma yoqilgʻilardan olinadigan boʻlsa, umumiy ekologik foyda kamayadi. Shu sababli ushbu jarayonlarni qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan integratsiya qilish zarur. Biroq quyosh va shamol energiyasining uzluksiz emasligi kimyoviy jarayonlarning barqaror ishlashiga salbiy taʼsir koʻrsatadi. Energiya saqlash texnologiyalarining yetarli darajada rivojlanmaganligi ham muhim muammolardan biridir.

Yuqorida keltirilgan muammolarni tahlil qilish shuni koʻrsatadiki, uglerod neytrallikka erishish kompleks yondashuvni talab qiladi. Bu jarayonda kimyo fanining rivojlanishi

bilan bir qatorda iqtisodiy, texnologik va ijtimoiy omillarni ham hisobga olish zarur. Innovatsion katalizatorlar yaratish, energiya samaradorligini oshirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini keng joriy etish va xalqaro hamkorlikni kuchaytirish ushbu muammolarni hal qilishning asosiy yo'nalishlari hisoblanadi.

XULOSA

Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, bugungi kunda uglerod neytrallikka erishish global ekologik muammolarni hal etishning eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Atmosferada karbonat angidrid miqdorining ortishi nafaqat iqlim o'zgarishiga, balki biosfera barqarorligining buzilishiga ham olib kelmoqda. Shu sababli CO₂ chiqindilarini kamaytirish, ularni qayta ishlash va foydali mahsulotlarga aylantirish zamonaviy ilm-fan oldida turgan asosiy vazifalardan biri hisoblanadi.

Mazkur jarayonda kimyo fanining roli beqiyosdir. Kimyoviy texnologiyalar yordamida karbonat angidridni ushlab qolish, saqlash va qayta ishlash imkoniyatlari kengayib bormoqda. Ayniqsa, katalitik, elektrokimyoviy va fotokimyoviy usullar orqali CO₂ ni metanol, metan va boshqa foydali organik birikmalarga aylantirish istiqbolli yo'nalish sifatida qaralmoqda. Ushbu jarayonlar nafaqat ekologik muammolarni kamaytiradi, balki iqtisodiy jihatdan ham qo'shimcha qiymat yaratadi.

bilan birga, zamonaviy ilmiy tadqiqotlar Nanokataliz asosida yuqori samarali katalizatorlar yaratishga qaratilgan. Nanoo'lchamdagi materiallarning yuqori sirt maydoni va reaktivligi CO₂ ni qayta ishlash jarayonlarining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, metall-organik karkaslar, aerogellar va boshqa innovatsion materiallar karbonat angidridni samarali ushlab qolish va saqlash imkonini bermoqda.

Yashil kimyo prinsiplari asosida ishlab chiqilayotgan texnologiyalar ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu yondashuv chiqindilarni kamaytirish, energiya samaradorligini oshirish va qayta tiklanuvchi resurslardan foydalanishni kengaytirishga xizmat qiladi. Natijada sanoat jarayonlarining atrof-muhitga salbiy ta'siri sezilarli darajada kamayadi.

Biroq olib borilgan tahlillar shuni ham ko'rsatadiki, uglerod neytrallikka erishish yo'lida hali ko'plab muammolar mavjud. CO₂ ning kimyoviy barqarorligi, yuqori energiya talabi, katalizatorlarning cheklangan barqarorligi va iqtisodiy samaradorlik masalalari ushbu yo'nalishdagi asosiy to'siqlar hisoblanadi. Bundan tashqari, qayta tiklanuvchi energiya manbalarining uzluksiz emasligi va sanoat infratuzilmasini modernizatsiya qilish zarurati ham muhim omillar sirasiga kiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Rahmatullayev N.X. **“Umumiy kimyo”**. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2018.
2. Abdullayev R.Yo. **“Noorganik kimyo”**. – Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti, 2017.
3. Nabiyev M.A. **“Organik kimyo”**. – Toshkent: O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2019.
4. Sattorov Q.S. **“Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi”**. – Toshkent: O‘qituvchi nashriyoti, 2020.
5. Abdurahmonov A. **“Fizik kimyo”**. – Toshkent: Universitet nashriyoti, 2018.
6. Toshpo‘latov S.T. **“Analitik kimyo”**. – Toshkent: Fan nashriyoti, 2016.
7. Beglov B.A. **“Kimyoviy texnologiya asoslari”**. – Toshkent: Cho‘lpon nashriyoti, 2017.
8. Xolmatov D.E. **“Atrof-muhitni muhofaza qilish texnologiyalari”**. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
9. Karimov Sh.M. **“Energetika va ekologiya”**. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti, 2020.
10. Yuldashev U.O. **“Zamonaviy kimyo va ekologiya muammolari”**. – Toshkent: Tafakkur nashriyoti, 2022.