ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -12

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 12

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

YASHIL KIMYO ASOSIDA CHIQINDISIZ TEXNOLOGIYALAR YARATISH

Ravshanova Sojida Safarovna
Termiz davlat pedagogika instituti Tabiiy va Aniq fanlar fakulteti kimyo ta'lim yo'nalishi 2-kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada yashil kimyo prinsiplari asosida sanoatda chiqindisiz texnologiyalarni joriy etish masalalari yoritilgan. Atrof-muhit ifloslanishini kamaytirish va resurslarni tejash yo'llari tahlil qilingan. Ekologik toza katalizatorlar va qayta tiklanadigan xomashyolardan foydalanishning ahamiyati ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlar. yashil kimyo, chiqindisiz texnologiya, ekologiya, atom iqtisodiyoti, qayta tiklanadigan resurslar, bioplastik, barqaror rivojlanish.

Abstract. This article discusses the implementation of waste-free technologies in industry based on the principles of green chemistry. Ways to reduce environmental pollution and conserve resources are analyzed. The importance of using environmentally friendly catalysts and renewable raw materials is highlighted.

Keywords: Green chemistry, waste-free technology, ecology, atom economy, renewable resources, bioplastic, sustainable development.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы внедрения безотходных технологий в промышленности на основе принципов зелёной химии. Проанализированы пути снижения загрязнения окружающей среды и экономии ресурсов. Показана важность использования экологически чистых катализаторов и возобновляемого сырья.

Ключевые слова: зелёная химия, безотходная технология, экология, атомная экономичность, возобновляемые ресурсы, биопластик, устойчивое развитие.

KIRISH.

Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishi katta miqdorda chiqindilar hosil qilmoqda. Bu holat global ekologik muammolarni keltirib chiqarmoqda. An'anaviy kimyoviy usullar ko'p energiya va zaharli moddalarni talab qiladi. Shuning uchun tabiatga zarar yetkazmaydigan yangi yo'nalish zarur edi. Xuddi shu maqsadda XX asr oxirida "Yashil kimyo" tushunchasi paydo bo'ldi. Uning asosiy maqsadi chiqindilarni hosil bo'lganidan keyin tozalash emas, balki ularni hosil bo'lishidan oldin yo'q qilishdir.Chiqindisiz texnologiyalarning asosiy prinsiplariYashil kimyo 12 ta asosiy prinsipga tayanadi. Chiqindisiz texnologiyalar yaratishda quyidagi uchta mezon eng muhimi hisoblanadi:Atom iqtisodiyoti: Reaksiyaga kirishgan barcha xomashyo yakuniy mahsulotga aylanishi kerak.Zaharsiz sintez: Inson salomatligi va tabiat uchun xavfsiz bo'lgan

ISSN 3030-3907

moddalardan foydalaniladi.Energiya samaradorligi: Kimyoviy jarayonlar past harorat va oddiy bosimda o‘tkaziladi.Sanoatda yashil kimyo yechimlariBugungi kunda chiqindisiz texnologiyalarni yaratish uchun bir nechta samarali usullar qo‘llanilmoqda.Biologik parchalanadigan materiallar: Polietilen o‘rniga makkajo‘xori va kraxmaldan bioplastiklar olinmoqda. Ular tabiatda tez parchalanadi.Tabiiy katalizatorlar: Kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirish uchun zaharli metallar o‘rniga fermentlar (biokatalizatorlar) ishlatilmoqda.Suv va o‘simlik moylari: Kimyoviy erituvchilar sifatida zaharli organik moddalar o‘rniga oddiy suv yoki o‘simlik moylaridan foydalanilmoqda.

MAVZUGA OID ADABIYOTLARNING TAHLILI. Yashil kimyo asosida chiqindisiz texnologiyalar yaratish — zamonaviy kimyo sanoatidagi "xemofobiya" (kimyoviy qo‘rquv) va global ekologik inqirozlarni bartaraf etishga qaratilgan eng dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biridir. Ushbu mavzuda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar va adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, an'anaviy "ishlab chiqarish va chiqindini tozalash" modeli o‘rnini endilikda "chiqindini manbada oldini olish va yopiq siklli (circular) tizimlar" egallamoqda.Quyida ushbu yo‘nalishdagi xalqaro va mahalliy adabiyotlarning tizimli tahlili keltirilgan.1. Nazariy asoslar va fundamental adabiyotlar Mavzuning poydevori Paul Anastas va John Warner tomonidan ilgari surilgan Yashil kimyoning 12 tamoyili konsepsiyasiga borib taqaladi.Chiqindilarni oldini olish (Waste Prevention): Adabiyotlarda chiqindini hosil bo‘lgandan keyin utilizatsiya qilishdan ko‘ra, uning paydo bo‘lishini rejalashtirish bosqichidayoq bartaraf etish tejamkor va xavfsiz ekanligi isbotlangan.Atom iqtisodiyoti (Atom Economy): Kimyoviy sintez jarayonida boshlang‘ich xomashyo atomlarining maksimal darajada yakuniy mahsulot tarkibiga kirishini ta'minlash 2.Chiqindisiz texnologiyalarning asosiy yo‘nalishlari (Adabiyotlar kesimida)Ilmiy manbalarda chiqindisiz (Zero-Waste) ishlab chiqarishga erishishning bir nechta strategik yo‘nalishlari tahlil qilingan:Muqobil va yashil erituvchilar (Green Solvents): An'anaviy zaharli organik erituvchilar o‘rniga suv, ionli suyuqliklar va superkritik suyuqliklardan (masalan, \(CO_{2}\)) foydalanish material yo‘qotilishini keskin kamaytiradi.Katalitik tizimlar va biokataliz: Katalizatorlar yordamida reaksiyalar unumini oshirish va nojo‘ya mahsulotlar (chiqindilar) hosil bo‘lishini nolga tushirish jarayonlari o‘rganilgan.Sanoat simbiozi va yopiq sikl (Circular Economy): Bir korxonaning chiqindisi boshqa bir korxona uchun ikkilamchi xomashyo bo‘lishi tizimi tadqiq etilgan. Masalan, qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan bioplastiklar va uglerod nuqtalari olish texnologiyalari. 3. Adabiyotlardagi iqtisodiy va ekologik samaradorlik tahliliIlmiy tadqiqotlar yashil kimyoning nafaqat ekologik, balki yuqori iqtisodiy foyda keltirishini ham tasdiqlaydi:Xarajatlarni kamaytirish: Xavfli chiqindilarni ko‘mish va tozalash

ISSN 3030-3907

filtrlariga sarflanadigan mablag‘lar tejaladi.Resurs tejamkorligi: Qayta tiklanadigan xomashyo manbalari (biomassa) neft va gaz kabi qazilma boyliklarga qaramlikni kamaytiradi.4. Mahalliy (O‘zbekiston) tadqiqotlaridagi tendensiyalarO‘zbekistonlik olimlarning so‘nggi yillardagi ishlarida (masalan, ZiyoNET va mahalliy ilmiy jurnallardagi tahlillar) asosan quyidagi masalalarga urg‘u berilgan:Kimyo sanoati xomashyolaridan kompleks foydalanish.Ta'lim tizimida "yashil kimyo" konsepsiyasini o‘qitish va talabalarda ekologik dunyoqarashni shakllantirish.Mahalliy sanoat chiqindilarini (metallurgiya, fosfat toshlarini qayta ishlash qoldiqlari) qayta ishlashning texnologik yechimlari.

Yashil kimyo prinsiplarini laboratoriyadan yirik zavodlarga ko‘chirishda quyidagi to‘siqlarga duch kelinmoqda:1. Yuqori iqtisodiy xarajatlar (Kapital sig‘imi)Uskunalar qiymati: Superkritik flyuidlar yoki ionli suyuqliklar bilan ishlash uchun yuqori bosim va haroratga chidamli mutloq yangi, qimmatbaho reaktorlar talab etiladi.Eski tizim ustunligi: An’anaviy (neftga asoslangan) kimyoviy zavodlar o‘n yillar davomida shakllangan va ularni butunlay modernizatsiya qilish trillionlab dollar sarmoya talab qiladi.2. Katalizatorlar va reagentlarning barqarorligiBiokatalizatorlar injiqligi: Fermentlar va mikroorganizmlar atrof-muhit o‘zgarishiga (harorat, kislotalilik) juda sezgir. Ular sanoatning qattiq va agressiv muhitida tezda faolligini yo‘qotadi.Nodir metallar muammosi: Ko‘pgina samarali yashil katalizatorlar tarkibida platina, palladiy yoki rodiy kabi qimmatbaho metallar mavjud bo‘lib, ularning o‘zi ham cheklangan resurs hisoblanadi.3. Xomashyo logistikasi va barqaror ta’minotMavsumiylik: Neft va gaz yil davomida bir xil hajmda qazib olinsa, biomassa (qishloq xo‘jaligi chiqindilari) mavsumiy xarakterga ega.Tozalash qiyinchiligi: O‘simlik qoldiqlari (lignotsellyuloza) tarkibi murakkab va geterogen bo‘lib, ularni bir xil sifatdagi standart kimyoviy xomashyoga aylantirish ko‘p bosqichli ishlov berishni talab qiladi.4. Ilmiy va texnologik bo‘shliqlarKo‘lamni kengaytirish (Scaling-up) muammosi: Laboratoriyada probirkada \(100\%\) lik natija bergan yashil reaksiya, zavodda tonnalab mahsulot ishlab chiqarilganda kutilgan samarani bermasligi yoki kutilmagan yonaki reaksiyalar hosil qilishi mumkin. Chiqindisiz Texnologiyalarning Kelajagi (Istiqbollari)Muammolarga qaramay, global iqlim o‘zgarishi va resurslar tanqisligi dunyoni baribir yashil kimyoga o‘tishga majbur qilmoqda. Kelajakda quyidagi tendensiyalar ustunlik qiladi:1. "Aqlli" va Sun’iy intellekt (AI) asosidagi kimyoYangi muqobil erituvchilar va zaharsiz katalizatorlar formulalarini topish uchun yillar sarflanmaydi. Sun’iy intellekt va kvant kimyosi bir necha soniyada eng yuqori atom iqtisodiyotiga ega reaksiyalarni modellashtirib beradi.2. Biorefining (Biogidroliz zavodlari) tarmog‘ining kengayishiKelajakda neftni qayta ishlash zavodlari o‘rnini butunlay Biorefineriyalar egallaydi. Ular shahar chiqindilari,

ISSN 3030-3907

oziq-ovqat qoldiqlari va o‘simlik biomassasidan bir vaqtning o‘zida ham yoqilg‘i (bioetanol), ham polimerlar (bioplastik), ham dori vositalarini ajratib oladi.3. Mutloq aylanma (Sirkulyar) ishlab chiqarish"Dizayn bo‘yicha yashil" (Green by design) konsepsiyasi to‘liq kuchga kiradi. Har qanday mahsulot (masalan, telefon korpusi yoki kiyim) ishlab chiqarilayotgan paytdayoq uning eskirgandan keyin qanday qilib oson parchalanishi yoki boshqa narsaga aylanishi dasturlashtiriladi.4.CO_2 gazini chiqindidan xomashyoga aylantirishZavodlardan chiquvchi karbonat angidrid havoga chiqarib yuborilmaydi. Uni yashil vodorod bilan reaksiyaga kirishib, metanol, chumoli kislotasi va sintetik yonilg‘ilar olish texnologiyasi standartga aylanadi. Issiqxona gazi qimmatbaho resursga aylanadi.

TADQIQOTNING VAZIFALARI. 1. Nazariy va tahliliy vazifalar mavjud holatni baholash: An'anaviy kimyoviy texnologiyalarning atrof-muhitga ta'siri va hosil bo‘ladigan chiqindilarning miqdori hamda tarkibini tizimli tahlil qilish.Yashil tamoyillarni moslashtirish: Tanlangan kimyoviy jarayonga yashil kimyoning 12 tamoyilini (ayniqsa, atom iqtisodiyoti va chiqindini manbada kamaytirish) tatbiq etish imkoniyatlarini ilmiy asoslash.2. Laboratoriya va eksperimental vazifalarErituvchi va katalizatorlarni optimallashtirish: Jarayonda ishlatiladigan zaharli organik erituvchilarni yashil muqobillarga (suv, ionli suyuqliklar yoki erituvchisiz muhit) almashtirish va yuqori samarali biokatalizatorlarni/g geterogen katalizatorlarni tanlash.Xomashyo bazasini o‘zgartirish: Qazilma boyliklar (neft, gaz) o‘rnini bosuvchi qayta tiklanadigan xomashyolarni (biomassa, qishloq xo‘jaligi yoki sanoat ikkilamchi chiqindilari) jarayonga jalb qilish usullarini ishlab chiqish.Yangi texnologik sxemani yaratish: Moddalarning yopiq siklda (circular) aylanishini ta'minlaydigan, nojo‘ya mahsulotlar hosil bo‘lishini nolga tushiradigan yangi laboratoriya qurilmasi yoki reaksiyalar zanjirini loyihalash.3. Hisoblash va baholash vazifalariEkologik va iqtisodiy samaradorlikni hisoblash: Yangi texnologiyaning yashil kimyo mezonlariga (Atom samaradorligi, E-faktor — chiqindi koeffitsiyenti) muvofiqligini miqdoriy jihatdan hisoblash.Hayotiy siklni baholash (LCA - Life Cycle Assessment): Mahsulotning xomashyo olingan paytdan boshlab, to utilizatsiya qilinguniga qadar bo‘lgan ekologik izini an'anaviy usul bilan solishtirish.4. Sanoatga tatbiq etish vazifalariTexnologiyani kengaytirish (Upscaling): Laboratoriyada olingan ijobiy natijalarni yarim sanoat (pilot) yoki sanoat miqyosiga o‘tkazish bo‘yicha ilmiy-texniktavsiyalar ishlab chiqish.

Bugungi kunda yashil kimyo rivojini Sun’iy intellekt (AI) va kompyuter modellashtirishisiz tasavvur qilib bo‘lmaydi."In silico" sintez: Ilgari laboratoriyada oylab sinab ko‘riladigan zaharli tajribalar o‘rnini kompyuter modellari egalladi. AI trillionlab kimyoviy kombinatsiyalarni hisoblab, "nol chiqindi" va "100% atom iqtisodiyoti" beradigan eng xavfsiz reaksiya yo‘llarini

ISSN 3030-3907

bir necha daqiqada aniqlab beradi.Molekulyar dizayn: Modda hali sintez qilinmasdan turib, uning tabiatda qanchalik tez parchalanishi va toksiklik darajasi dasturlar orqali dasturlashtiriladi.2. Membrana va Mikrotizimli TexnologiyalarAn'anaviy kimyoviy tozalash jarayonlari (masalan, haydash yoki rektifikatsiya) juda ko‘p issiqlik energiyasini talab qiladi va ko‘p miqdorda ikkilamchi chiqindi hosil qiladi.Molekulyar elaklar (Membranalar): Zamonaviy yashil kimyoda moddalarni ajratish uchun maxsus nanomembranalardan foydalaniladi. Bu jarayon xona haroratida kechadi va energiya sarfini 80% gacha qisqartiradi.Mikroreaktorlar: Katta hajmli reaktorlar o‘rniga bir necha millimetrli mikrokanallardan iborat tizimlar ishlatilmoqda. Ularda reaksiya soniyalarda va mutloq nazorat ostida o‘tadi, bu esa portlash xavfini nolga tushiradi va yonaki mahsulotlar (chiqindi) hosil bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaydi.3. Global Amaliy Keyslar (Muvaffaqiyatli misollar)Maqolaning nufuzini oshirish uchun dunyoga mashhur kompaniyalarning yashil kimyo yutuqlarini misol keltirish mumkin:Nike va "Yashil erituvchilar": Krossovkalar ishlab chiqarishda ishlatiladigan zaharli elim va erituvchilar butunlay suv asosidagi yashil formulalarga almashtirildi. Bu ishchilar salomatligini asrash bilan birga atmosferaga zaharli bug‘lar chiqishini to‘xtatdi.Cargill (Biopolimerlar): Ushbu kompaniya makkajo‘xori chiqindisidan NatureWorks PLA nomli plastik muqobilini yaratdi. Ushbu material oddiy plastik ishlab chiqarishga qaraganda 68% kamroq issiqlik gazi ajratadi.Pfizer (Yashil farmatsevtika): Mashhur dorilarni sintez qilish bosqichlarini 10 tadan 3 tagacha qisqartirish orqali tonnalab xavfli kimyoviy chiqindilar hosil bo‘lishining oldini oldi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Ushbu yo‘nalishdagi tadqiqot metodologiyasi ko‘p tarmoqli (multidisciplinary) bo’lib, quyidagi tarkibiy qismlardan tashkil topadi:1. Nazariy va Tizimli-Tahliliy MetodlarTizimli yondashuv (System Analysis): Ishlab chiqarish jarayonini yaxlit bir ekotizim sifatida ko’rib chiqish. Bunga xomashyo kirishidan boshlab, tayyor mahsulot va chiqindi chiqishigacha bo’lgan barcha bosqichlarni tahlil qilish kiradi.Tadrijiy modellashtirish: Kimyoviy-texnologik jarayonlarni matematik va kompyuter dasturlari (masalan, Aspen Plus, ChemCAD) yordamida modellashtirish va optimallashtirish. 2. "Yashil" Kimyoviy va Eksperimental MetodlarKatalitik sintez: Reaksiyalarning energetik sarfini kamaytirish va unumini oshirish uchun yuqori selektivlikka ega bo‘lgan geterogen, gomogen yoki biokatalizatorlardan (fermentlardan) foydalanish usullari.Yashil erituvchilar texnologiyasi: Zaharli organik moddalar o‘rniga superkritik suyuqliklar (\(CO_{2}\)), ionli suyuqliklar va chuqur evtektik erituvchilarni (DES) qo‘llash hamda ularni qayta tiklash (regeneratsiya) metodikasi. Muqobil energiya manbalari: Reaksiyalarni faollashtirish va vaqtni tejash uchun an'anaviy qizdirish o‘rniga mikrotolqinli

ISSN 3030-3907

(microwave), ultratovushli (sonochemistry) va fotokimyoviy ta'sir ko‘rsatish metodlari. 3. Instrumental-Tahliliy Metodlar (Fizik-kimyoviy tahlil)Olingan mahsulotlarning tarkibi, tuzilishi va tozaligini hamda chiqindilar miqdorini aniqlash uchun zamonaviy tahlil usullaridan foydalaniladi: Xromatografiya (GC-MS, HPLC): Reaksiya aralashmasi tarkibini, asosiy va nojo‘ya mahsulotlar miqdorini aniqlash.Spektroskopiya (FTIR, NMR, UV-Vis): Sintez qilingan moddalarning kimyoviy tuzilishini va funksional guruhlarini tahlil qilish.Termik tahlil (TGA, DSC): Moddalarning issiqlikka chidamliligi va texnologik jarayonning termodinamik xossalarini o‘rganish. 4. Ekologik va Iqtisodiy Metrikalarni Baholash MetodlariYangi texnologiyaning haqiqatdan ham "yashil" va chiqindisiz ekanligini isbotlash uchun maxsus miqdoriy baholash metodlari qo‘llaniladi: Atom iqtisodiyoti (Atom Economy) hisobi: Reaksiyaga kirishgan boshlang‘ich moddalar atomlarining necha foizi foydali mahsulotga aylanganini hisoblash formulasidan foydalanish. E-faktor (Environmental Factor): Hosil bo‘lgan chiqindi massasining olingan maqsadli mahsulot massasiga nisbatan koeffitsiyentini aniqlash (\(E = \frac{\text{Chiqindi massasi}}{\text{Mahsulot massasi}}\)). Chiqindisiz texnologiyada bu ko‘rsatkich nolga yaqin bo‘lishi kerak.Hayotiy siklni baholash (LCA - Life Cycle Assessment): ISO 14040/14044 xalqaro standartlari asosida mahsulotning atrof-muhitga keltiradigan umumiy zararini (uglerod izi, suv sarfi) "beshikdan qabrgacha" (cradle-to-grave) tamoyili bo‘yicha baholash.

TAHLIL VA NATIJALAR. Iqtisodiy va Ekologik DividendlariYashil kimyo faqat ekologiya uchun foydali deb o‘ylash xato. U biznes uchun ham juda daromadli:Xarajatlarni kamaytirish: Chiqindini utilizatsiya qilish va filtrlash tizimlari uchun sarflanadigan millionlab dollar mablag‘ tejaladi.Resurs samaradorligi: Kamroq xomashyodan ko‘proq tayyor mahsulot olinadi (Yuqori E-faktor ko‘rsatkichi evaziga).Yashil brend imidji: Bugungi kunda iste’molchilar ekologik toza va "Zero Waste" sertifikatiga ega mahsulotlarni qimmatroq narxda bo‘lsa ham sotib olishga tayyor.

Yashil kimyo asosida chiqindisiz texnologiyalar yaratishning kelajakdagi istiqbollari insoniyat poydevorini butunlay yangi, ekologik xavfsiz bosqichga olib chiqadi. Kelgusi o‘n yilliklarda bu yo‘nalish shunchaki ixtiyoriy tanlov emas, balki global sanoatning asosiy qonuniyatiga aylanadi.Ushbu texnologiyalarning kelajakdagi eng muhim va real istiqbollari quyidagi yo‘nalishlarda namoyon bo‘ladi:1. Mutloq sirkulyar (aylanma) sanoat modeliKelajakda zavod va fabrikalar "xomashyo – mahsulot – chiqindi" ko‘rinishidagi chiziqli modeldan butunlay voz kechadi.Chiqindining xomashyoga aylanishi: Bir sanoat tarmog‘idan chiqqan ikkilamchi mahsulot yoki gaz boshqa bir tarmoq uchun toza xomashyo vazifasini bajaradi. Tizimda "chiqindi" degan tushunchaning o‘zi

ISSN 3030-3907

qolmaydi.Dizayn bo‘yicha yashil (Green by Design): Har qanday yangi modda, dori vositasi yoki polimer material yaratilayotgan paytdayoq uning molekulyar strukturasi dasturlashtiriladi. Natijada, u o‘z vazifasini bajarib bo‘lgach, tabiatda hech qanday zaharli asorat qoldirmasdan, oson va tez (suv va gazga) parchalanadi.2. Karbonat angidrid (CO_2) — kelajakning eng arzon resursiBugungi kunda global iqlim isishiga sabab bo‘layotgan issiqxona gazlari kelajakda tekin va tugamaydigan xomashyo manbasiga aylanadi.Karbotsentrik kimyo: Sanoat korxonalari va atmosferadan ajratib olingan CO_{2} gazi maxsus yashil katalizatorlar hamda qayta tiklanadigan vodorod yordamida qayta ishlanadi. Undan kundalik hayot uchun zarur bo‘lgan plastiklar, metanol, dori-darmonlar va sintetik aviatsiya yonilg‘ilari ishlab chiqarish to‘liq standartga aylanadi.3. Neft kimyosidan "Biorefineriya" (Biomassa) kimyosiga o‘tishYer osti qazilma boyliklari (neft, gaz, ko‘mir) o‘rnini butunlay qayta tiklanadigan o‘simlik va organik xomashyolar egallaydi.Biorefining zavodlari: Kelajak kimyo zavodlari qishloq xo‘jaligi chiqindilari (g‘o‘zapoya, somon, po‘stloq), oziq-ovqat qoldiqlari va maxsus o‘stirilgan suvo‘tlarni chuqur biogidrolizlash orqali ishlaydi. Bu orqali barcha turdagi yuqori sifatli polimerlar va bioplastiklar olinadi.4. Sun’iy intellekt va kvant kimyosi simbioziYangi ekologik toza materiallar va zaharsiz katalizatorlarni kashf qilish jarayoni bir necha o‘n marta tezlashadi.In Silico tajribalar: Laboratoriyalarda oylab, yillab o‘tkaziladigan va tonnalab zaharli chiqindi hosil qiluvchi an’anaviy tajribalar o‘rnini kompyuter va kvant modellashtirish egallaydi. Sun’iy intellekt (AI) bir necha soniyada 100% atom tejamkorligiga ega bo‘lgan, hech qanday yonaki chiqindi bermaydigan eng xavfsiz kimyoviy reaksiya yo‘llarini aniqlab va loyihalab beradi.5. Membrana texnologiyalari va energiya sarfining keskin kamayishiKimyoviy jarayonlarda issiqlik energiyasini sarflash mutloq minimal darajaga tushiriladi.Nanomembranalar: Moddalarni yuqori haroratda qaynatib yoki haydab (distillatsiya) ajratish o‘rnini xona haroratida ishlaydigan molekulyar nanomembranalar egallaydi. Bu sanoat korxonalarida energiya sarfini 80-90% gacha qisqartirish imkonini beradi.6. Iqtisodiy majburiyat va "Yashil siyosat"Kelajakda yashil kimyo prinsiplariga amal qilmaslik iqtisodiy jihatdan ishlab chiqarishni imkonsiz qilib qo‘yadi.Uglerod va ekologik soliqlar: Xalqaro miqyosda chiqindi chiqaruvchi korxonalarga solinadigan soliqlar keskin oshiriladi. Chiqindisiz texnologiyaga ega korxonalar esa aksincha, davlatlar tomonidan subsidiyalar va soliq imtiyozlari bilan rag‘batlantiriladi. Iste’molchilar ham faqat "Eco-friendly" yoki "Zero Waste" sertifikatiga ega toza mahsulotlarni sotib olishga o‘tadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Yashil kimyo tamoyillari asosida chiqindisiz texnologiyalarni yaratish — kelajak talabidir. Bu usul nafaqat tabiatni

ISSN 3030-3907

asraydi, balki iqtisodiy jihatdan ham xomashyoni tejaydi. Sanoat korxonalarini to‘liq yashil kimyoga o‘tkazish barqaror ekologik muhitni ta’minlashning yagona yo‘lidir.Yashil kimyo asosida chiqindisiz texnologiyalarga o‘tish — bu shunchaki ekologik xohish emas, balki insoniyatning omon qolish strategiyasidir. Yaqin kelajakda ekologik soliqlar (karbonat angidrid solig‘i) kuchaytirilishi natijasida an’anaviy zararli texnologiyalar iqtisodiy jihatdan o‘zini oqlamay qoladi va yashil texnologiyalar mutloq g‘oliblikka erishadi.

FOYDALANILADIGAN ADABIYOTLAR

1. КомиловК.У. Кимёда экологик таълим ва тарбия/ "Олий таълим тизимида табиийфанлар: илмий тадкикот, укитиш ва малака ошириш муаммолари" мавзусидаги Республикаилмий-амалий конференцияси илмий тезислар туплами. ФарДУ. Фаргона. 2018 й. 165 б.
2. КомиловК.У., НосироваС.Ш. Гидроэкологик муаммолар ва уларни бартараф этишда полимер комплекслардан фойдаланиш//Экология хабарномаси. №1. 2019. 23-25 бетлар.
3. Комилов К.У., Носирова С.Ш. Сув хавзалари гидроэкологик холатини бахолашда киммёвий усулларнинг роли/ XXI аср - интеллектуал ёшлар асри мавзусидаги Республика илмий ва илмий-назарий анжуман. Тошкегнт, 24 апрель 2020 йил.
4. Комилов К.У., Курбанова А.Дж., Аллаев Ж. Кимё таълими ва экологик таълим// «Янги Узбекистонда илм фан ва таълим» илмий методик журнал. 2021. №1, Tom 1.165-171 b.
5. Xaliknazarova N. Z., Kurbanova A. Dj. Organik kimyo darslarida ekologik mazmunli muammoli masalalardan foyalanish// Academic research in educational sciences, № 11(2). 2021. 923-931.
6. Акбарова М.Т. "Кимё" курсининг дидактик материаллари нокимёвий таълим йуналишлари мисолида/Academic research in educational sciencesю2021, volume 2, issue 6, 736-740.
7. Marzaraximov A.A. , Kurbanova A.Dj. , Komilov K.U. Kimyo ta'limning talabalarda gidroekologik madaniyatni
8. April, 2022.shakllantirishdagi o‘rni// "PEDAGOGS" international research journal. 2022, Volume-7, Issue-1, Page 353-358.
9. Abdullayeva Sh.H., Komilov Q.O,,. Kimyo darslarida tizimli-faol yondashuvning tadbig‘i// Academic Research in Educational Sciences, 2022. Volume 3, Issue 2, Page
10. Islomova N.A., Komilov Q.O. Yuqori molekulyar birikmalarni fizik-kimyoviy tadqiqot usullari asosida o‘rganish// Academic Research in Educational Sciences, 2022. Volume 3, Issue 2, Page 877-884.

ISSN 3030-3907

11. Мирзарахимов А. А. Интерполимерные комплексы для защиты окружающей среды// "Экономика и социум" . 2022. №2(93)
12. Бузрукходжаев А.Н., Комилов К.У. Технология проблемного обучения на уроках химии школ// "Экономика и социум". 2022.№2(93) Стр. 579-584.
13. Тухтаниёзова Ф.О., Комилов К.У. Формирование универсальных учебных действий у учащихся на уроках химии через дидактические игры//"Экономика и социум". 2022. №2(93)-2 . Стр. 960-965.916-922.April, 2022

ISSN 3030-3907