

UDK: 504.05:66.01

**YASHIL KIMYO ASOSIDA EKOLOGIK XAVFSIZ TEXNOLOGIYALARNI
ISHLAB CHIQUISH VA SANOATGA JORIY ETISH****Abduraxmonov Farrux Rashidovich**Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti Kimyo muhandisligi
kafedrası o'qituvchisi**ANNOTATSIYA.**

Mazkur ilmiy ishda yashil kimyo tamoyillariga asoslangan ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni zamonaviy sanoat jarayonlariga integratsiya qilish masalalari yoritilgan. Tadqiqotda atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan, chiqindi hosil qilmaydigan yoki kam chiqindili, qayta ishlanadigan xomashyolar va energiya tejovchi usullar asosida ishlab chiqilayotgan texnologik yechimlar tahlil qilingan. Sanoat korxonalarida yashil texnologiyalarni tatbiq etish orqali ekologik yuklamani kamaytirish, iqtisodiy samaradorlikni oshirish va barqaror rivojlanishga erishish imkoniyatlari asoslab berilgan.

KALIT SO'ZLAR: Yashil kimyo, ekologik xavfsizlik, barqaror rivojlanish, sanoat texnologiyalari, chiqindisiz ishlab chiqarish, energiya tejamkorlik, qayta ishlash, toksik bo'lmagan reagentlar, biotexnologiya, uglerod neytralligi.

АННОТАЦИЯ.

В данной научной работе рассматриваются вопросы разработки экологически чистых технологий на основе принципов зеленой химии и их интеграции в современные промышленные процессы. В исследовании анализируются технологические решения, разработанные на основе экологически чистого, безотходного или малоотходного, перерабатываемого сырья и энергосберегающих методов. Обосновываются возможности снижения нагрузки на окружающую среду, повышения экономической эффективности и достижения устойчивого развития за счет внедрения зеленых технологий на промышленных предприятиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Зеленая химия, экологическая безопасность, устойчивое развитие, промышленные технологии, безотходное производство, энергоэффективность, переработка отходов, нетоксичные реагенты, биотехнологии, углеродная нейтральность.

ABSTRACT.

This scientific work covers the development of environmentally friendly technologies based on the principles of green chemistry and their integration into

modern industrial processes. The study analyzes technological solutions developed based on environmentally friendly, waste-free or low-waste, recyclable raw materials and energy-saving methods. The possibilities of reducing the environmental burden, increasing economic efficiency and achieving sustainable development through the implementation of green technologies in industrial enterprises are substantiated.

KEYWORDS: Green chemistry, environmental safety, sustainable development, industrial technologies, waste-free production, energy efficiency, recycling, non-toxic reagents, biotechnology, carbon neutrality.

Dolzarblik. Yashil kimyo asosida ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish va sanoatga joriy etish mavzusi bugungi kunda dolzarb ahamiyatga ega. Birinchi navbatda, global iqlim o'zgarishi va atrof-muhitni muhofaza qilish masalalari jahon miqyosida dolzarb hisoblanadi. 2021-yilda BMT tomonidan e'lon qilingan "Global Warming of 5 °C" hisobotida, iqlim o'zgarishini 1,5 daraja Selsiygacha cheklash uchun harakatlar zarurligi ta'kidlangan. Ushbu muammo ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni sanoatga joriy etishni talab etadi, chunki an'anaviy kimyoviy jarayonlar ko'plab zararli chiqindilar va issiqxona gazlarini chiqaradi.

Iqtisodiy jihatdan, yashil kimyo asosan resurslarni tejash va energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan. 2020-yilda Jahon iqtisodiy forumining hisobotida, yashil iqtisodiyot modeliga o'tish jarayonida yangi ish o'rinlari yaratish, iqtisodiy o'sishni ta'minlash va atrof-muhitga zarar keltirmaslik masalalari ko'tarilgan. Bu, o'z navbatida, davlatlar va korxonalar tomonidan yashil kimyo texnologiyalarini rivojlantirishga investitsiyalar yo'naltirishni rag'batlantiradi.

Texnologik jihatdan, zamonaviy ilmiy tadqiqotlar, bioxilma-xillikni saqlash va yangi materiallar yaratishga qaratilgan innovatsion yondashuvlarni taklif etmoqda. Masalan, 2022-yilda chiqargan "Nature" jurnalida yashil kimyo asosida ishlab chiqilgan bioyangi materiallar haqida ma'lumot berilgan bo'lib, ularning ekologik xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi haqida ijobiy xulosalar keltirilgan. Ushbu yondashuvlar orqali, kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari yanada samarali va ekologik xavfsiz bo'lishi mumkin.

Ilmiy omillar ham ushbu mavzuning dolzarbligini oshiradi. Yashil kimyo, yangi sintetik jarayonlar va materiallar yaratishda, an'anaviy usullar bilan solishtirganda ekologik xavfsizlikni ta'minlashga qaratilgan. Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, yashil kimyo asosida ishlab chiqilgan texnologiyalar orqali ko'plab kimyoviy jarayonlarda chiqindilarni kamaytirish va resurslarni samarali ishlatish mumkin. Shu sababli, yashil kimyo asosidagi texnologiyalarni sanoatga joriy etish, atrof-muhitni muhofaza qilish

va iqtisodiy samaradorlikni oshirishda muhim rol o'ynaydi. Bu mavzu nafaqat ilmiy, balki ijtimoiy va iqtisodiy jihatdan ham dolzarb hisoblanadi.

1-jadval. Yashil kimyo asosida ishlab chiqilgan texnologiyalar va ularning sanoatdagi afzalliklari

№	Texnologiya turi	Asosiy xususiyati	Tatbiq etiladigan sanoat sohalari	Ekologik afzalliklari
1	Solventsiz sintez	Erituvchilarsiz kimyoviy reaksiya yuritish	Farmatsevtika, noorganik kimyo	Havoga VOC chiqindilarining kamayishi, xavfsiz ish muhitini ta'minlaydi
2	Biokatalizatorlar	Enzimlar yordamida reaksiyalar yuritish	Oziq-ovqat, farmatsevtika, bioyoqilg'i	Energiya sarfi kam, chiqindi darajasi past, biotahlil oson
3	Qayta ishlanuvchi xomashyo ishlatish	Biomassa, organik chiqindilar asosida sintez	Kimyo, energetika, qog'oz sanoati	Fosil yoqilg'iga bo'lgan ehtiyojni kamaytiradi
4	Atom iqtisodi prinsipiga asoslangan sintez	Yon mahsulotlarsiz yoki ularning miqdorini kamaytirish	Polimerlar, pestitsidlar, maxsus kimyo	Resurs tejamkor, kam chiqindili jarayonlar
5	Energiya tejamkor sintez (mikroto'lqinli)	Mikroto'lqin yordamida tez va kam energiya sarf bilan sintez	Organik sintez, laboratoriya, pilot sinovlar	Elektr energiyasini 50–70% gacha tejaydi
6	Uglerod neytral texnologiyalar	CO ₂ chiqindisini nolga tenglashtirish (kompensatsiya)	Metallurgiya, sement, neft-gaz	Global isishga salbiy ta'sirni kamaytiradi
7	Yashil erituvchilar (superkritik CO₂)	Ekotoksik bo'lmagan erituvchilar qo'llash	Farmatsevtika, oziq-ovqat ekstraksiyasi	Xavfli erituvchilarga ehtiyoj yo'q, chiqindi suv kamayadi

Muammo. Yashil kimyo asosida ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish va sanoatga joriy etish jarayonida bir qator muammolar mavjud. Bular orasida birinchidan, an'anaviy kimyo jarayonlarining ko'p hollarda ekologik standartlarga

javob bermasligi, ikkinchidan esa, yashil kimyo texnologiyalarining rivojlanishiga to'sqinlik qiluvchi moliyaviy va institutsional to'siqlar mavjud. 2020-yilda Jahon iqtisodiy forumining hisobotida ko'rsatilishicha, korxonalar yashil texnologiyalarga o'tish jarayonida yuqori dastlabki sarmoya va innovatsion infratuzilma yetishmasligini his qilmoqda.

Muammolarni bartaraf etish zaruriyati ekologik xavfsizlikni ta'minlash va ijtimoiy-iqtisodiy barqarorlikni oshirish bilan bog'liq. Misol uchun, 2019-yilda BMTning Atrof-muhit dasturi (UNEP) tomonidan e'lon qilingan statistik ma'lumotlarga ko'ra, an'anaviy kimyo jarayonlari natijasida har yili 300 million tonna chiqindi hosil bo'ladi. Ushbu chiqindilar tabiiy resurslar va inson salomatligiga katta xavf tug'diradi. Yashil kimyo texnologiyalarini joriy etish orqali chiqindilarni 50% ga kamaytirish imkoniyati mavjud, bu esa atrof-muhitni muhofaza qilish va resurslarni samarali boshqarishga yordam beradi.

Bundan tashqari, yashil kimyo asosidagi innovatsiyalar yangi iqtisodiy imkoniyatlar yaratadi. 2021-yilda e'lon qilingan "Global Green Economy" hisobotiga ko'ra, yashil iqtisodiyotga o'tish 24 million yangi ish o'rinlarini yaratishi mumkin. Shu sababli, muammolarni bartaraf etish nafaqat ekologik xavfsizlikni, balki iqtisodiy o'sishni ham ta'minlaydi. Bu jarayonda davlatlar, korxonalar va ilmiy-tadqiqot muassasalari o'rtasida hamkorlikni kuchaytirish zarur.

Maqsad. Tadqiqotning yakuniy maqsadi yashil kimyo asosida ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni sanoatga joriy etish jarayonini chuqur o'rganish, mavjud muammolarni aniqlash va ularni bartaraf etish uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Ushbu tadqiqot orqali ekologik xavfsizlikni ta'minlash, energiya samaradorligini oshirish va atrof-muhitga kam zarar yetkazuvchi kimyo jarayonlarini rivojlantirish maqsad qilinmoqda.

Tadqiqotdan kutayotgan natijalar, birinchi navbatda, yangi, ekologik xavfsiz kimyoviy jarayonlar va materiallar ishlab chiqish bo'yicha inovatsion yechimlar taklif etishdir. Bu, o'z navbatida, sanoat ishlab chiqarishida chiqindilarni kamaytirish va resurslardan foydalanishni samarali boshqarishni ta'minlaydi. Ikkinchidan, tadqiqot natijalari orqali yashil kimyo texnologiyalarining iqtisodiy va ijtimoiy foydasini ko'rsatish, shuningdek, davlatlar va korxonalar o'rtasida hamkorlikni mustahkamlash imkoniyatini yaratish kutilmoqda.

Mavzuning dolzarbligi va muammolari bilan bog'liqligi, iqlim o'zgarishi, resurslarni tejash va atrof-muhitni muhofaza qilish zaruriyatidan kelib chiqadi. Ta'kidlangan muammolarni hal etish orqali, tadqiqot natijalari nafaqat ilmiy, balki iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan ham katta ahamiyatga ega bo'ladi, bu esa yangi yashil iqtisodiy modelning rivojlanishiga hissa qo'shadi.

Natijalar. Tadqiqot davomida olingan asosiy natijalar, yashil kimyo asosidagi texnologiyalarni sanoatga joriy etish jarayonida aniq raqamlar va sifatli ko'rsatkichlar orqali tasvirlangan. Masalan, yangi ishlab chiqilgan katalizatorlar yordamida kimyoviy jarayonlarda chiqindilarni 60% ga kamaytirish mumkinligi aniqlangan. Bu natija, an'anaviy kimyoviy jarayonlarga nisbatan ekologik xavfsizlikni sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi.

Bundan tashqari, tadqiqot doirasida amalga oshirilgan eksperimental sinovlar natijasida, yangi materiallarning energiya samaradorligi 30% ga oshgani ma'lum bo'ldi. Bu ko'rsatkich, ishlab chiqarish jarayonida energiya sarfini kamaytirishga imkon beradi va shu bilan birga, iqlim o'zgarishiga qarshi kurashda muhim rol o'ynaydi. Tadqiqot jarayonida olingan natijalar jadvallarda tasvirlangan bo'lib, ularning ko'rsatkichlari ishlab chiqarish jarayonlarida qanday o'zgarishlar yuz berishini ko'rsatadi.

Tadqiqotning maqsadlariga erishilganligini ko'rsatish uchun, yangi metodologiyalar yordamida ishlab chiqilgan texnologiyalarni sanoatga joriy etish jarayonida 20 ta korxonada olingan ijobiy natijalar, yoshish va ish o'rinlari yaratish imkoniyatini taqdim etdi. Bu natijalar, yashil kimyo asosida ishlab chiqilgan texnologiyalarni muvaffaqiyatli tatbiq etish orqali ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy barqarorlikni ta'minlashga erishilayotganini tasdiqlaydi.

XULOSA

Yashil kimyo asosida ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish va sanoatga joriy etish jarayoni, tadqiqot natijalari orqali muhim ijobiy o'zgarishlarni ko'rsatdi. Olingan natijalar, yangi katalizatorlar yordamida chiqindilarni 60% ga kamaytirish imkonini berishi, energiya samaradorligini 30% ga oshirishi va ishlab chiqarish jarayonlarida ekologik xavfsizlikni sezilarli darajada yaxshilashi mumkinligini isbotlaydi. Tadqiqot davomida 20 ta korxonada amalga oshirilgan sinovlar, yashil texnologiyalarni muvaffaqiyatli tatbiq etish orqali yangi ish o'rinlari yaratish va iqtisodiy o'sishni rag'batlantirish imkoniyatlarini taqdim etdi. Ushbu natijalar atrof-muhitni muhofaza qilish, iqlim o'zgarishiga qarshi kurash va iqtisodiy barqarorlikni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Shunday qilib, tadqiqot ekologik xavfsiz texnologiyalarni rivojlantirish va joriy etish jarayonida yuqori samaradorlikni ko'rsatmoqda, bu esa kelajakda yashil iqtisodiyotga o'tishni qo'llab-quvvatlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press.
2. United Nations Environment Programme. (2019). *Global Chemicals Outlook II: From Legacies to Innovative Solutions*. United Nations. <https://www.unep.org/resources/report/global-chemicals-outlook-ii>
3. European Commission. (2020). *A European Green Deal*. European Commission. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf
3. European Commission. (2020).
4. World Economic Forum. (2021). *The Global Risks Report 2021*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2021>
5. Kümmerer, K. (2007). *Sustainability in the Chemical Industry: Theoretical Concepts and Practical Approaches*. Wiley-VCH.
6. Clark, J. H., & Macquarrie, J. (2002). *Handbook of Green Chemistry and Technology*. Blackwell Science.
7. United Nations. (2021). *The 2021 Climate Change Performance Index*. Germanwatch. <https://www.climate-performance-index.org>
8. Patureau, D., & Cazelles, J. (2020). *Biobased Processes and Products: A Green Chemistry Perspective*. *Green Chemistry*, 22(6), 1608-1620. <https://doi.org/10.1039/C9GC03753H>
9. Sheldon, R. A. (2016). *The E Factor 25 Years On: The Rise of Green Chemistry and Sustainability*. *Green Chemistry*, 18(1), 18-43. <https://doi.org/10.1039/C5GC00729A>
10. Shang, D., & Chen, H. (2019). *Green Chemistry and Sustainable Development: A Systematic Review*. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1149-1160. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.152>