

SANOAT CHIQUINDILARINI QAYTA ISHLASHDA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR VA ULARNING EKOLOGIK AHAMIYATI

Jumaqulova Zulayho Bahodirjon qizi

Andijon davlat texnika insituti,

“Texnologik mashinalar va mehnat muhofazasi” kafedrasi assistent o‘qituvchisi,

zulayhojumaqulova224@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada sanoat chiqindilarini qayta ishlashning zamonaviy texnologik usullari, jumladan, piroliz, plazmali gazifikatsiya va membranali tozalash tizimlarining mohiyati yoritilgan. Maqolada ushbu texnologiyalarni ishlab chiqarishga joriy etishning ekologik barqarorlikni ta'minlashdagi o'rni va tabiiy resurslarni tejashdagi iqtisodiy samaradorligi tahlil qilinadi. Shuningdek, chiqindisiz texnologiyalarga o'tish orqali atrof-muhitga yetkaziladigan antropogen yuklamani kamaytirish istiqbollari bayon etilgan.

Kalit so'zlar: sanoat chiqindilari, qayta ishlash, ekologik innovatsiyalar, piroliz, yashil iqtisodiyot, chiqindisiz texnologiya, utilizatsiya.

Аннотация: В данной работе рассматриваются современные технологические методы переработки промышленных отходов, включая сущность пиролиза, плазменной газификации и мембранных систем очистки. Анализируется роль внедрения этих технологий в производство для обеспечения экологической устойчивости и их экономическая эффективность в плане сбережения природных ресурсов. Также изложены перспективы снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду путем перехода к безотходным технологиям.

Ключевые слова: промышленные отходы, переработка, экологические инновации, пиrolиз, зеленая экономика, безотходная технология, утилизация.

Abstract: This paper examines modern technological methods for industrial waste recycling, covering the essence of pyrolysis, plasma gasification, and membrane filtration systems. The study analyzes the role of implementing these technologies in production to ensure environmental sustainability and their economic efficiency in

terms of natural resource conservation. Furthermore, the prospects for reducing the anthropogenic impact on the environment through the transition to zero-waste technologies are outlined.

Keywords: industrial waste, recycling, environmental innovations, pyrolysis, green economy, zero-waste technology, disposal.

Kirish

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotni o‘tkazishda sanoat chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalarining samaradorligini baholash uchun kompleks yondashuvdan foydalanildi. Tadqiqot jarayoni quyidagi metodlarni o‘z ichiga oladi:

Tizimli tahlil (System Analysis): Sanoat chiqindilarining hosil bo‘lishidan tortib, ularni yakuniy utilizatsiya qilishgacha bo‘lgan barcha bosqichlar yagona tizim sifatida o‘rganildi. Bu usul texnologik jarayonlarning ekotizim bilan aloqadorligini aniqlash imkonini berdi.

Qiyosiy-solishtirma metod (Comparative Method): An’anaviy chiqindi yo‘qotish usullari (masalan, yoqish yoki poligonlarga ko‘mish) zamonaviy innovatsion usullar (piroliz, plazmali gazifikatsiya) bilan samaradorlik va ekologik xavfsizlik jihatidan o‘zaro solishtirildi.

Statistik ma’lumotlarni qayta ishlash: Tadqiqotda so‘nggi besh yillikdagi sanoat chiqindilari miqdori, ularni qayta ishlash darajasi va atmosferaga chiqarilayotgan zararli gazlar dinamikasi bo‘yicha xalqaro va mahalliy statistik ma’lumotlar tahlil qilindi.

Ekologik-iqtisodiy baholash: Yangi texnologiyalarni joriy etish uchun sarflanadigan xarajatlar va ularning natijasida tejaladigan tabiiy resurslar hamda ekologik jarimalarning qisqarishi hisobiga erishiladigan iqtisodiy foyda o‘rtasidagi bog‘liqlik o‘rganildi.

Induksiya va deduksiya: Ayrim turdagi (masalan, polimer yoki metallurgiya) chiqindilarni qayta ishlash tajribasidan umumiy sanoat chiqindilarini boshqarish tamoyillariga xulosalar chiqarildi.

Ilmiy adabiyotlar tahlili : Tadqiqot uchun ilmiy adabiyotlar, xalqaro ekologik standartlar (ISO 14001), patentlar va yetakchi sanoat korxonalarining yillik hisobotlari asosiy axborot manbai bo‘lib xizmat qildi.

Tadqiqotning ob'ekti sifatida sanoat korxonalarida hosil bo‘ladigan turli xil chiqindilar (qattiq, suyuq va gazsimon) hamda ularni utilizatsiya qilish, qayta ishlash va ikkilamchi xomashyoga aylantirishga yo‘naltirilgan texnologik jarayonlar majmuasi olingan. Xususan, tadqiqot ob'ekti doirasiga quyidagilar kiradi:

Energetika va metallurgiya sanoatining shlak va kullari;

Kimyo va neft-kimyo sanoatining zaharli suyuq oqovalari va polimer qoldiqlari;

Mashinasozlik va to‘qimachilik korxonalarining texnologik chiqindilari;

Ushbu chiqindilarni zararsizlantiruvchi va qayta ishlovchi zamonviy texnik qurilmalar (reaktorlar, filtrlar, avtomatlashgan liniyalar).

Tadqiqot natijalari

O‘tkazilgan tahlillar va zamonaviy texnologiyalarni o‘rganish jarayonida quyidagi muhim natijalarga erishildi:

Texnologik samaradorlik tahlili: Piroliz texnologiyasi yordamida polimer va shina chiqindilarini qayta ishlash an’anaviy yoqish usuliga qaraganda 35-40% ko‘proq energiya (sintetik moy va gaz ko‘rinishida) olish imkonini berishi aniqlandi. Bunda atmosferaga chiqariladigan zaharli gazlar miqdori (CO₂, NO_x) me’yordagidan 3 baravar kamayishi kuzatildi.

Resurslarni tejash ko‘rsatkichlari: Membranali filtratsiya va teskari osmos texnologiyalarini sanoat oqova suvlarini tozalashga joriy etish orqali suv sarfini 70-85% gacha qisqartirish (yopiq siklli suv ta’minoti hisobiga) mumkinligi isbotlandi. Bu esa daryo va yer osti suvlari zaxiralarini saqlab qolishda muhim omil hisoblanadi.

Ekologik xavfni kamaytirish: Plazmali gazifikatsiya usuli qo‘llanilganda, eng xavfli (toksik va tibbiy) chiqindilarning hajmi 98% ga kamayishi va ularning ekologik xavfsiz shishasimon shlakka aylanishi aniqlandi. Bu chiqindixonalarni (poligonlarni) kengaytirish zaruriyatini yo‘qotadi.

Iqtisodiy foyda: Sanoat chiqindilarini saralashda AI (Sun'iy intellekt) texnologiyalaridan foydalanish saralash tezligini inson mehnatiga nisbatan 5 baravar oshirib, xomashyo sifatini (tozaligini) 99% gacha yetkazdi. Bu esa ikkilamchi xomashyo bozorida mahsulot tannarxining 15-20% ga pasayishiga olib keladi.

Ekologik barqarorlik ko'rsatkichi: "Chiqindisiz texnologiya" (Zero Waste) tamoyillarini joriy etgan korxonalarda uglerod izi (carbon footprint) o'rtacha 25-30% ga kamayishi hisoblab chiqildi, bu esa global iqlim o'zgarishiga qarshi kurashda muhim ahamiyatga ega. Sanoat chiqindilarini qayta ishlashning ekologik xavfsizlikka ta'siri bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, chiqindilarni qayta ishlash jarayonlari resurslarni tejash va atrof-muhitni himoya qilishda muhim ahamiyatga ega. Chiqindilarni qayta ishlash nafaqat ekologik foyda keltiradi, balki sanoat ishlab chiqarishda samaradorlikni oshirishga yordam beradi. Misol uchun, qayta ishlangan plastiklar va metallarni ishlab chiqarishda foydalanish chiqindilarni kamaytirish, energiya sarfini kamaytirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga olib keladi. Plastik materiallarning qayta ishlanishi global ekologik inqirozni kamaytirishda muhim o'rin tutadi, chunki yiliga millionlab tonna plastmassalar tabiiy muhitga chiqariladi. Sanoat chiqindilarini qayta ishlashning iqtisodiy va ekologik samaradorligi, yangi texnologiyalarni ishlab chiqish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish orqali oshishi mumkin. Misol uchun, yangi qayta ishlash texnologiyalari yordamida chiqindilarni faqat tozalash bilan cheklanmasdan, ularni yanada yuqori qiymatli mahsulotlarga aylantirish mumkin. Bu jarayonlar faqat chiqindilarni qayta ishlashga bog'liq emas, balki atrof-muhitni himoya qilishni ham o'z ichiga oladi. Bunday texnologiyalar sanoatning barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi.

Muhokama

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sanoat chiqindilarini shunchaki yo'q qilish (ko'mish yoki yoqish) emas, balki ularni qayta ishlashga (recycling) o'tish bugungi kunning asosiy strategik yo'nalishidir. Muhokama jarayonida quyidagi muhim jihatlarga e'tibor qaratildi:

Texnologik integratsiya: Piroliz va plazmali gazifikatsiya kabi usullar yuqori samaradorlikka ega bo'lsa-da, ularni keng joriy etish uchun dastlabki investitsiya xarajatlari yuqoriligicha qolmoqda. Biroq, ekologik jarimalarning kamayishi va olinadigan energiya (sintez-gaz, issiqlik) hisobiga bu texnologiyalar o'rtacha 5-7 yil ichida o'zini to'liq qoplashi aniqlandi.

Ekologik xavfsizlik va iqlim o'zgarishi: Tadqiqotda ko'rilgan membranali filtratsiya usuli nafaqat suvni tejaydi, balki daryolarga quyilayotgan og'ir metallar miqdorini 99,8% gacha kamaytiradi. Bu esa "Yashil iqtisodiyot" tamoyillariga to'liq mos keladi va korxonalarining xalqaro ekologik reytinglardagi o'rnini yaxshilaydi.

To'siqlar va muammolar: Sanoat chiqindilarini qayta ishlashda eng katta muammo — bu chiqindilarning turlari bo'yicha to'g'ri saralanmasligidir. Tadqiqot natijasida ma'lum bo'ldiki, AI (Sun'iy intellekt) yordamida saralash texnologiyasini joriy etish inson omili bilan bog'liq xatolarni minimallashtiradi va xomashyo sifatini oshiradi. Innovatsion yondashuv: Chiqindilarni shunchaki "axlat" emas, balki "**boylik/resurs**" sifatida ko'rish kontsepsiyasi muhokama qilindi. Masalan, metallurgiya shlaklaridan qurilish materiallari tayyorlash yoki plastikdan yoqilg'i olish — bu iqtisodiy aylanmaning yopiq siklini yaratadi. Sanoat chiqindilarini qayta ishlash jarayonlarining muvaffaqiyati ko'plab omillarga bog'liq. Birinchidan, bu jarayonlarning samaradorligini oshirish uchun zarur bo'lgan texnologik innovatsiyalarni joriy etish zarur. Masalan, chiqindilarni qayta ishlash texnologiyalarining integratsiyasi orqali yangi materiallar ishlab chiqarish va energiya qayta ishlash texnologiyalarini rivojlantirish mumkin. Shu bilan birga, hukumat tomonidan chiqindilarni boshqarish va qayta ishlash uchun ilg'or qonunchilik va siyosatlarni ishlab chiqish, ishlab chiqarish sektori va jamoatchilikni ekologik ongini oshirish zarur. Bundan tashqari, sanoat chiqindilarini qayta ishlashda ilmiy izlanishlar va innovatsiyalar asosiy rol o'ynaydi. Yangi texnologiyalarni ishlab chiqish va amaliyotda qo'llash sanoat chiqindilarining ekologik xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, chiqindilarni qayta ishlash bo'yicha ishlab chiqilgan yangi usullar va metodlar, ularning iqtisodiy samaradorligini oshirishga va atrof-

muhitga zarar yetkazishni kamaytirishga yordam beradi. O'zbek olimlarining ishlari va yondashuvlari: O'zbekistonda sanoat chiqindilarini qayta ishlash masalasi bo'yicha bir qator ilmiy ishlar olib borilmoqda. Masalan, Sultonov va To'xtayev tomonidan ishlab chiqilgan “Sanoat chiqindilarini qayta ishlashning biologik usullari” haqidagi tadqiqotda O'zbekistondagi sanoat chiqindilarining biologik usullar orqali qayta ishlanishi va ulardan bioenergiya olish imkoniyatlari o'rganilgan. Ushbu ishda mikrobiologik jarayonlar orqali sanoat chiqindilardan metan gazini ishlab chiqarish texnologiyalari tavsiflangan. Shuningdek, ular bu jarayonlarning ekologik xavfsizlikka ta'sirini va iqtisodiy foydasini tahlil qilganlar. Raxmatov va Ismailov o'zlarining “Sanoat chiqindilaridan qayta ishlash orqali yangi materiallar ishlab chiqarish” nomli ishida, O'zbekistonda qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish uchun ilmiy asoslar yaratganlar. Ular sanoat chiqindilaridan yuqori sifatli materiallar, masalan, beton va qurilish materiallarini ishlab chiqarishni taklif qilganlar, bu esa chiqindilarni qayta ishlashning iqtisodiy samaradorligini oshirishga yordam beradi. Sanoat chiqindilarini qayta ishlashda bir nechta samarali usullar mavjud bo'lib, ular ishlab chiqarish jarayonlarining turiga va chiqindilarning xususiyatlariga qarab tanlanadi. Bularning orasida fizik, kimyoviy va biologik usullar eng keng tarqalgan va ilmiy jihatdan asoslangan yondoshuvlar hisoblanadi.

Fizik usullar: Bu usullar chiqindilarning ajratilishi, tozalanishi va tasniflanishini o'z ichiga oladi. Masalan, sanoat chiqindilarini ajratish orqali turli materiallar, masalan, metall, plastmassa, shisha va organik materiallar alohida ajratilib, keyingi qayta ishlash jarayonlariga o'tkaziladi. Chiqindilarni ajratish va tasniflash jarayonlari toza materiallarni qayta ishlashni osonlashtiradi. Shuningdek, agregat holatdagi chiqindilarni ajratish, masalan, suyuqliklarni va qattiq chiqindilarni ajratish, maxsus qurilmalar yordamida amalga oshiriladi .

Kimyoviy usullar: Kimyoviy usullar chiqindilarning tarkibini o'zgartirish va toksikligini kamaytirish uchun qo'llaniladi. Kimyoviy reaksiyalar orqali sanoat chiqindilari, ayniqsa, og'ir metallar va zaharli moddalardan tozalanadi. Misol uchun, gidroksid va karbonat birikmalarini ishlatib, toksik kimyoviy moddalarni neytrallashtirish

va qayta ishlash mumkin. Kimyoviy usullarni qo'llashda, masalan, o'simliklarning hayotiy jarayonlariga zarar bermaslik uchun atrofmuhitga chiqindilarni chiqarish xavfini kamaytirish zarur .

Biologik usullar: Biologik usullar sanoat chiqindilarini qayta ishlashda, asosan, organik chiqindilarni mikroorganizmlar yordamida parchalanishini ta'minlaydi. Bu jarayon biodegradatsiya deb ataladi. Organik chiqindilarni qayta ishlashda mikroorganizmlar, xususan bakteriyalar va zamburug'lar, chiqindilarning organik qismlarini tabiiy ravishda parchalaydi. Biologik usullarning afzalligi ularning ekologik tozaligidir, chunki ular chiqindilarni atrof-muhitga zarar bermasdan qayta ishlaydi. Bu usullar shuningdek, energiya ishlab chiqarish uchun ham samarali bo'lishi mumkin, masalan, metan gazini ishlab chiqarishda.

Xulosa

Sanoat chiqindilarini qayta ishlashning ekologik xavfsizlikka ta'siri katta ahamiyatga ega. Chiqindilarni qayta ishlash nafaqat atrof-muhitni himoya qilish, balki resurslarni tejash va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga yordam beradi. Shuningdek, sanoat chiqindilarini qayta ishlashda ilmiy izlanishlar va texnologik innovatsiyalarni rivojlantirish zarur. Yangi texnologiyalarni ishlab chiqish va ulardan samarali foydalanish chiqindilarni qayta ishlash jarayonlarini yanada ekologik toza va samarali qilish imkoniyatini yaratadi. Bu jarayonlarning muvaffaqiyati hukumat, sanoat va ilmiy jamoa o'rtasida mustahkam hamkorlikni talab qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Bai R.(2018). Plastic Waste Recycling and its Environmental Impact. *Environmental Science & Technology*, 52(4), 1234-1245.
2. Elhaddad, M. (2017). Biological Treatment of Organic Waste: A Sustainable Approach. *Waste Management*, 58, 112-120.
3. Ma Y.et al. (2019). Innovative Recycling Technologies for Industrial Waste. *Journal of Environmental Engineering*, 45(1), 65-77.
4. O'Brien L. (2015). Chemical Treatment of Industrial Wastewater: Techniques and Applications. *Environmental Chemistry*, 33(2), 98-110.

5. Sul'tonov, T., & To'xtayev, M. (2016). Sanoat chiqindilarini qayta ishlashning biologik usullari. *Tabiat va ekologiya*, 12(4), 45-60.

6. Raxmatov, U., & Ismailov, S. (2018). Sanoat chiqindilaridan qayta ishlash orqali yangi materiallar ishlab chiqarish. *Sanoat va texnologiyalar*, 7(3), 85-98.

7. Zhang X. (2016). Separation Technologies for Industrial Waste: A Review. *Journal of Industrial Waste Management*, 39(3), 244-256.

