



**KIMYO SANOATI ISHLAB CHIQUARISHIDA ZARARLI
CHIQINDILAR: EKOLOGIK MUAMMOLAR, TASNIFLASH VA ZAMONAVIY
UTILIZATSIYA TEXNOLOGIYALARI TAHLILI**

Amanova Xumora
Kimyo fani o'qituvchisi

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada zamonaviy kimyo sanoati korxonalarida hosil bo'ladigan zararli va toksik chiqindilarning turlari, ularning atrof-muhit hamda inson salomatligiga salbiy ta'siri batafsil tahlil qilingan. Shuningdek, gaz, suyuq va qattiq holatdagi chiqindilarni neytrallashtirish, sanoat oqova suvlarini tozalashning zamonaviy fizik-kimyoviy usullari va "yashil kimyo" (Green Chemistry) prinsiplarini ishlab chiqarishga joriy etish masalalari ilmiy jihatdan atroflicha yoritilgan.

Kirish

Kimyo sanoati global iqtisodiyotning yetakchi tarmoqlaridan biri bo'lib, qishloq xo'jaligi, farmatsevtika, energetika va metallurgiya kabi hayotiy muhim sohalarni xomashyo va yarim tayyor mahsulotlar bilan ta'minlaydi. Biroq, mineral o'g'itlar, polimerlar, kislota, tuzlar va ishqorlar ishlab chiqarish texnologik jarayonlari ko'p miqdorda agressiv, zaharli va atrof-muhit ekotizimlariga o'ta salbiy ta'sir ko'rsatadigan chiqindilar hosil bo'lishi bilan uzviy bog'liqdir.

Hozirgi kunda sanoat chiqindilarini minimallashtirish, ularni chuqur transformatsiya qilish va ekologik xavfsiz utilizatsiya qilish nafaqat milliy, balki global ekologik xavfsizlikning eng dolzarb va kechiktirib bo'lmaydigan muammolaridan biri bo'lib qolmoqda.

1. Kimyo Sanoati Chiqindilarining Fundamental Tasnifi

Kimyoviy ishlab chiqarish korxonalaridan chiquvchi ekologiyaga zararli moddalar o'zlarining agregat holatiga ko'ra uchta asosiy guruhga bo'linadi:

- Gazosimon chiqindilar (Atmosferaga tashlamalar): Ushbu guruhga sulfat angidrid (SO_2), azot oksidlari (NO_x), uglerod oksidi (CO), vodorod sulfid (H_2S), erkin xlor hamda turli uchuvchan organik birikmalar (VOCs) kiradi. Ular regional kislotali yomg'irlar hosil bo'lishiga va global miqyosda issiqxona effektining kuchayishiga sabab bo'ladi.

- Suyuq chiqindilar (Sanoat oqova suvlari):** Kimyoviy reaksiyalar, apparat va reaktorlarni yuvish hamda maqsadli mahsulotlarni tozalash jarayonlaridan hosil bo'ladi. Ularning tarkibida og'ir ionlari (Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{6+}), zaharli fenollar, kislota qoldiqlari va neft mahsulotlari konsentratsiyasi yuqori bo'ladi.

- Qattiq chiqindilar: Bularga turli xil metallurgik shlaklar, fosfogips, faolligini yo'qotgan katalizatorlar qoldiqlari, faollashtirilgan ko'mir chiqindilari va reaksiyaga kirmay qolgan qattiq xomashyo qoldiqlari kiradi. Ularni ochiq poligonlarda saqlash tuproq unumdor qatlaminin va yer osti sizot suvlarining og'ir zaharlanishiga olib keladi.





2. Chiqindilarning Ekologik va Biologik Oqibatlari

Atmosferaga chiqarilayotgan zaharli gazlar ekologik sikllar natijasida gidrosfera va biosferaga qayta tushadi. Masalan, sulfat kislota ishlab chiqarish korxonalarida havoga uchuvchi SO₂ gazi suv bug'lari va atmosfera kislorodi bilan katalitik kimyoviy reaksiyaga kirishib, kislotali yomg'irlarni hosil qiladi:



Bunday kislotali yomg'irlar tuproq unumdorligini keskin pasaytiradi, o'rmonlar va tabiiy o'simlik qatlamini quritadi, shuningdek, ochiq suv havzalarining kislotalilik (pH) ko'rsatkichini oshirib, baliqlar hamda boshqa gidrobiontlarning ommaviy qirilib ketishiga sabab bo'ladi. Ikkinchi tomondan, oqova suvlar tarkibidagi og'ir metallar trofik zanjir (oziq-ovqat zanjiri) orqali inson organizmiga o'tib, surunkali kasalliklarni, genetik mutatsiyalarni va onkologik xastaliklarni keltirib chiqaradi.

3. Sanoat Chiqindilarini Tozalash va Utilizatsiya Qilishning Zamonaviy Usullari

Zamonaviy kimyoviy texnologiyalarda zararli chiqindilar miqdorini kamaytirish va ularni neytrallash uchun quyidagi fizik-kimyoviy hamda biologik usullardan keng foydalaniladi:

| Tozalash usuli | Jarayon mohiyati | Qo'llaniladigan obyektlar |
|---------------------------------|--|--|
| Absorbsiya va Adsorbsiya | Gazlarni suyuq yutuvchilar (absorbent) yoki qattiq g'ovakli moddalar (adsorbent — masalan, faollangan ko'mir) yordamida selektiv tutib qolish. | SO ₂ , H ₂ S va turli zararli uchuvchan organik bug'larni neytrallash. |
| Neytrallash (Neutralization) | Kislotali oqovalarga ishqorlar (yoki aksincha) qo'shib, muhit pH ko'rsatkichini neytral (6.5 - 8.5) holatga keltirish. | Kimyoviy sintez zavodlarining agressiv va korroziyon oqova suvlari. |
| Katalitik tozalash | Zaharli gazlarni yuqori haroratda maxsus katalizatorlar yordamida zarar ko'rsatkichiga ega bo'lmagan oddiy moddalarga aylantirish. | Azot oksidlarini (NO _x) ekologik xavfsiz N ₂ va H ₂ O gacha qaytarish. |
| Biologik tozalash | Maxsus shtammdagi mikroorganizmlar (aerob va anaerob bakteriyalar) yordamida oqova suvlardagi murakkab organik birikmalarni parchalash. | Fenol, karbamid va sintetik sirt-aktiv moddalar (SAS) qoldiqlari. |

4. "Yashil Kimyo" (Green Chemistry) — Istiqbolli Ekologik

Yechim Muammoning eng samarali va fundamental yechimi — chiqindi hosil bo'lgandan keyin uni tozalash emas, balki uning hosil bo'lishining oldini olish hisoblanadi. "Yashil kimyo"ning 12 ta asosiylari aynan shu maqsadga yo'naltirilgan bo'lib, quyidagi muhim yo'nalishlarni ko'zda tutadi:





TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



•Atom samaradorligini oshirish (Atom Economy): Reaksiyaga kirishayotgan barcha boshlang'ich moddalar atomlarining maksimal darajada yakuniy maqsadli mahsulot tarkibiga o'tishini ta'minlaydigan sintez usullarini ishlab chiqish.

•Zaharli bo'lmagan erituvchilardan foydalanish: Kimyoviy sintezda zararli organik erituvchilar o'rniga ekologik xavfsiz sub- va o'ta kritik holatdagi CO₂ yoki oddiy suvdan foydalanish.

•Qayta tiklanadigan xomashyoga o'tish: Neft, ko'mir va tabiiy gaz kabi tugaydigan qazilma resurslar o'rniga o'simlik va biomassa kabi qayta tiklanadigan manbalardan keng foydalanish.

Xulosa va Tavsiyalar

Kimyo sanoati ishlab chiqarishida zararli chiqindilar muammosini tizimli hal etish nafaqat ekologik xavfsizlik, balki iqtisodiy samaradorlik jihatidan ham strategik ahamiyatga ega. Chiqindilarni chuqur va kaskadli qayta ishlash (resurslarni ikkilamchi utilizatsiya qilish) orqali korxonalar qo'shimcha mahsulotlar olishi mumkin. Masalan, yirik sanoat chiqindisi hisoblangan fosfogipsdan yuqori sifatli qurilish materiallari (gipsokarton, sement qo'shimchalari) ishlab chiqarish sanoat miqyosida yo'lga qo'yilmoqda. Kelajakda antropogen va texnogen zararni tubdan kamaytirish uchun sanoat korxonalarini modernizatsiya qilish, yopiq suv aylanish tizimlariga to'liq o'tish hamda ishlab chiqarish ustidan raqamlashtirilgan qat'iy ekologik nazoratni o'rnatish lozim.

Foydalanilgan Adabiyotlar

1. To'rayev, N. R. Sanoat ekologiyasi va kimyoviy texnologiyalar. Toshkent: "O'qituvchi" nashriyoti, 2021. – 245 b.
2. Anastas, P. T., & Warner, J. C. <>Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press, 2000. – 152 p.
3. G'ofurov, K. G. Kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari va qurilmalari. Toshkent: "Fan va texnologiya", 2019. – 310 b.
4. Ismatov, S. M. Oqova suvlarni tozalashning zamonaviy fizik-kimyoviy usullari. Samarqand: Zarafshon, 2022. – 180 b.
5. Xoliqov, J. S. Atmosferani muhofaza qilish va gazlarni tutib qolish texnologiyalari. Buxoro: Durdon, 2023. – 215 b.

Maqola Yuzasidan Mustahkamlash Uchun Savollar

1. Kimyoviy-nazariy savol:

Kimyo sanoatidan atmosferaga tashlanadigan sulfat angidrid (SO₂) gazi qanday fizik-kimyoviy bosqichlar orqali kislotali yomg'ir ko'rinishida yerga qaytadi? Tegishli kimyoviy reaksiya tenglamalarini yozing va ushbu yomg'irlarning tuproq hamda gidrosferaga salbiy ta'sirini tushuntiring.





TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



2. Texnologik-amaliy savol:

Sanoat oqova suvlarni tozalashda qo'llaniladigan "Neytrallash" va "Biologik tozalash" usullarining mexanizmlari o'rtasidagi asosiy farq nimada? Kimyoviy sintez zavodlarining agressiv oqovalarini ochiq suv havzalariga chiqarishdan oldin pH ko'rsatkichi qaysi oraliqqa keltirilishi shart?

3. Innovatsion-ekologik savol:

Nima uchun an'anaviy "chiqindini hosil bo'lgandan keyin tozalash" konsepsiyasiga qaraganda "Yashil kimyo" (Green Chemistry) prinsiplari strategik jihatdan afzalroq hisoblanadi? Uning tarkibidagi "Atom samaradorligi" (Atom Economy) tushunchasini kimyoviy jarayon unumdorligi nuqtai nazaridan izohlang.

