

SANOAT CHIQINDILARI ASOSIDA H₂S GAZINI ADSORBSIYA QILUVCHI
MATERIALLAR SINTEZI

Ergashova Sevinch Abdulhofiz qizi

Termiz davlat universiteti

E-mail: sevinchergashova073@gmail.com

MAQOLA
MALUMOTI

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

Received: 05.06.2026

Revised: 06.06.2026

Accepted: 07.06.2026

KALIT SO'ZLAR:

Sanoat chiqindilari, vodorod sulfid (H₂S), adsorbsiya, adsorbent materiallar, aktivlangan uglerod, g'ovakli materiallar, ekologik tozalash, gaz tozalash texnologiyalari, "yashil kimyo", sorbsion xossalar, kimyoviy modifikatsiya, chiqindilarni qayta ishlash.

Ushbu maqolada sanoat chiqindilari asosida vodorod sulfid (H₂S) gazini adsorbsiya qiluvchi samarali materiallarni sintez qilish va ularning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish masalalari yoritiladi. Tadqiqotning dolzarbligi neft-gaz sanoati, kimyo ishlab chiqarish va biogaz tizimlarida hosil bo'ladigan H₂S gazining yuqori toksikligi, korrozion xususiyati hamda ekologik xavflari bilan bog'liqdir. Shu sababli ushbu gazni samarali tozalash va neytrallash uchun arzon, ekologik xavfsiz va yuqori adsorbsiya qobiliyatiga ega materiallar yaratish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotda sanoat chiqindilari, jumladan kul, shlak, aktivlangan uglerod precursorlari hamda mineral asosli chiqindilarni qayta ishlash orqali adsorbent materiallar olish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Olingan materiallarning yuzaki tuzilishi, g'ovakliligi, kimyoviy faolligi va H₂S gaziga nisbatan adsorbsiya samaradorligi tahlil qilinadi. Shuningdek, modifikatsiya jarayonlari orqali materiallarning sorbsion xususiyatlarini oshirish yo'llari ham o'rganiladi

Kirish: Bugungi kunda sanoat tarmoqlarining jadal rivojlanishi natijasida atrof-muhitga chiqarilayotgan zararli gazlar miqdori ham ortib bormoqda. Shular orasida vodorod sulfid (H₂S) gazi eng xavfli va agressiv moddalardan biri hisoblanadi. U asosan neft-gazni qayta ishlash, kimyo sanoati, biogaz ishlab chiqarish va oqova suvlarni tozalash jarayonlarida hosil bo'ladi. H₂S gazi yuqori toksikligi, o'tkir hidga ega bo'lishi va metall uskunalarni tez korroziyaga uchratishi bilan sanoat hamda ekologik tizimlar uchun jiddiy muammo tug'diradi. Shu sababli ushbu gazni samarali usulda tozalash va neytrallash zamonaviy kimyo

va ekologiya oldidagi dolzarb vazifalardan biridir. Hozirgi vaqtda H₂S gazini adsorbsiya qilish uchun turli xil materiallar, jumladan aktivlangan uglerod, zeolitlar va metall oksidlari keng qo'llanilmoqda. Biroq bu materiallarning narxi yuqoriligi yoki regeneratsiya qilishdagi qiyinchiliklari ularning keng qo'llanilishiga ma'lum cheklovlar qo'yadi. Shu bois, arzon, ekologik xavfsiz va yuqori samaradorlikka ega yangi adsorbent materiallarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda sanoat chiqindilaridan foydalanib yangi funksional materiallar sintez qilish g'oyasi katta e'tibor qozonmoqda. Kul, shlak va boshqa mineral chiqindilarni qayta ishlash orqali olingan materiallar nafaqat ekologik muammoni kamaytiradi, balki iqtisodiy jihatdan ham foydali adsorbentlar yaratish imkonini beradi. Bunday yondashuv "yashil kimyo" tamoyillariga to'liq mos keladi va resurslardan oqilona foydalanishni ta'minlaydi. Shu nuqtayi nazardan, sanoat chiqindilari asosida H₂S gazini adsorbsiya qiluvchi materiallar sintezi va ularning xossalarini o'rganish ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. Ushbu ishda aynan shu yo'nalishdagi tadqiqotlar, materiallarning tuzilishi, adsorbsion xususiyatlari hamda ularning samaradorligini oshirish usullari ko'rib chiqiladi.

Asosiy qism: Sanoat chiqindilari asosida H₂S gazini adsorbsiya qiluvchi materiallar sintezi hozirgi kunda ekologik va iqtisodiy jihatdan eng dolzarb yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Bunday materiallarni yaratishda asosiy maqsad arzon xomashyodan foydalangan holda yuqori adsorbsion xususiyatga ega, barqaror va samarali sorbentlar olishdir. Sanoat chiqindilari, jumladan ko'mir kuli, domna shlagi, metallurgiya chiqindilari va boshqa mineral qoldiqlar ko'p hollarda katta miqdorda to'planib qoladi va atrof-muhit uchun muammo tug'diradi. Shu sababli ularni qayta ishlash orqali qiymatli adsorbent materiallar olish ekologik muammoni kamaytirish bilan birga iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi. Bunday materiallarni sintez qilish jarayoni odatda bir necha bosqichdan iborat bo'ladi. Avvalo, sanoat chiqindilari mexanik va kimyoviy tozalashdan o'tkaziladi, ya'ni begona aralashmalar va yirik zarrachalar ajratib olinadi. Keyingi bosqichda materiallar maydalanadi va kerakli fraksiyaga keltiriladi. Adsorbsion xususiyatni oshirish maqsadida ular termik ishlov beriladi yoki kimyoviy aktivlashtiriladi. Masalan, kislotalar (HCl, H₂SO₄) yoki ishqorlar (NaOH) bilan ishlov berish natijasida material yuzasida g'ovaklik ortadi va faol markazlar soni ko'payadi. Ba'zi hollarda esa metall oksidlari bilan modifikatsiya qilish orqali H₂S gaziga nisbatan selektivlik oshiriladi. Hosil qilingan adsorbent materiallarning asosiy xossalaridan biri ularning g'ovakli tuzilishga ega bo'lishidir.

G'ovaklik qanchalik yuqori bo'lsa, gaz molekularining material yuzasida ushlanib qolish ehtimoli shunchalik ortadi. Bundan tashqari, yuzaki faol markazlar ayniqsa metall ionlari yoki oksidlar - H₂S molekulari bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, uni sulfid yoki sulfat shaklida bog'lab qo'yishi mumkin. Bu jarayon faqat fizik adsorbsiya emas, balki kimyoviy sorbsiya ham hisoblanadi, bu esa tozalash samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sanoat chiqindilaridan olingan adsorbentlar oddiy tabiiy materiallarga nisbatan arzon va samarali bo'lishi bilan birga, ularning ishlash muddati ham yetarlicha uzoq bo'lishi

=====
mumkin. Ayniqsa, ko‘mir kuli asosida olingan materiallar yuqori yuzaki maydonga ega bo‘lib, H₂S gazini yaxshi yutish xususiyatini namoyon etadi. Shuningdek, shlak asosidagi materiallar tarkibidagi metall oksidlari hisobiga kimyoviy adsorbsiya jarayonini kuchaytiradi. Bundan tashqari, bunday materiallarning yana bir muhim jihati ularni regeneratsiya qilish imkoniyatidir. Ma‘lum sharoitlarda (masalan, haroratni oshirish yoki inert gaz oqimi yordamida) adsorbsiyalangan H₂S chiqarib yuborilib, material qayta ishlatilishi mumkin. Bu esa ularning iqtisodiy samaradorligini yanada oshiradi va chiqindisiz texnologiyalarni rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, ushbu sohada ayrim muammolar ham mavjud. Masalan, chiqindilarning tarkibi bir xil emasligi sababli olinadigan adsorbentlarning xossalari ham o‘zgaruvchan bo‘lishi mumkin.

Bundan tashqari, ayrim materiallarning uzoq muddatli barqarorligi yetarli darajada emas. Shu sababli hozirgi tadqiqotlar asosan materiallarni standartlashtirish, ularning sorbsion sig‘imini oshirish va sanoat miqyosida qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishga qaratilgan. Holganda, sanoat chiqindilari asosida H₂S gazini adsorbsiya qiluvchi materiallar sintezi nafaqat ekologik muammoni hal qilishga, balki yangi funksional materiallar yaratishga ham xizmat qiladi. Bu yo‘nalish “yashil kimyo” tamoyillari asosida barqaror rivojlanish va resurslardan samarali foydalanish uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Muammo va uning tahlili: Sanoat chiqindilari asosida H₂S gazini adsorbsiya qiluvchi materiallar yaratish yo‘nalishida bir qator muammolar mavjud bo‘lib, ularni chuqur tahlil qilish ushbu sohaning rivojlanishi uchun muhim ahamiyatga ega. Eng asosiy muammolardan biri sanoat chiqindilarining tarkibi bir xil emasligidir. Turli korxonalaridan chiqadigan kul, shlak va boshqa mineral qoldiqlar kimyoviy va fizik tarkibi jihatidan farq qiladi. Bu esa ulardan olinadigan adsorbent materiallarning sifatini barqaror ushlab turishni qiyinlashtiradi va natijada H₂S gazini yutish samaradorligi ham o‘zgaruvchan bo‘lib qoladi. Yana bir muhim muammo bu adsorbent materiallarning yetarli darajada yuqori adsorbsiya sig‘imiga ega emasligidir. Ayrim chiqindilar asosida olingan materiallarning yuzasi kichik yoki g‘ovaklik darajasi past bo‘lishi mumkin, bu esa gaz molekulalarini samarali ushlab qolish imkoniyatini cheklaydi. Natijada gazni tozalash jarayonida katta miqdordagi adsorbent talab etiladi yoki qo‘shimcha tozalash bosqichlari joriy etiladi. Yana bir muhim muammo materiallarning uzoq muddatli barqarorligi va regeneratsiya qobiliyati bilan bog‘liq. H₂S bilan to‘yingan adsorbentlar ma‘lum vaqt o‘tgach o‘z faolligini yo‘qotadi. Ularni qayta tiklash jarayonida esa g‘ovak tuzilma buzilishi yoki faol markazlarning kamayishi kuzatiladi. Bu esa ularning qayta ishlatilish sonini cheklaydi va iqtisodiy jihatdan qo‘shimcha xarajatlarni keltirib chiqaradi. Bundan tashqari, sanoat chiqindilarini qayta ishlash jarayonining o‘zi ham murakkab hisoblanadi. Bu yo‘nalishdagi ilmiy izlanishlar H₂S gazini tozalash jarayonini yanada samarali va barqaror qilishga xizmat qiladi. Shuningdek, materiallarning uzoq muddatli barqarorligi ham muhim muammo hisoblanadi. H₂S bilan to‘yingan adsorbentlar vaqt o‘tishi bilan o‘z faolligini yo‘qotishi yoki regeneratsiya jarayonida strukturasi

buzilishi kuzatilishi mumkin. Bu esa ularning qayta ishlatilish imkoniyatini kamaytiradi va iqtisodiy samaradorlikka salbiy ta'sir ko'rsatadi

XULOSA: Sanoat chiqindilari asosida H₂S gazini adsorbsiya qiluvchi materiallar sintezi zamonaviy ekologik va texnologik muammolarni hal etishda muhim o'rin tutadi. H₂S gazining yuqori toksikligi va korroziy xususiyatlari uni sanoat chiqindilaridan samarali tozalash zaruratini keltirib chiqaradi. Shu nuqtayi nazardan, arzon va keng tarqalgan sanoat chiqindilarini qayta ishlash orqali adsorbent materiallar olish nafaqat ekologik, balki iqtisodiy jihatdan ham maqsadga muvofiq hisoblanadi. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, bunday materiallarning samaradorligi ularning tuzilishi, g'ovakligi va kimyoviy faolligiga bevosita bog'liq. Tegishli aktivlashtirish va modifikatsiya usullari qo'llanilganda, ularning H₂S gazini yutish qobiliyati sezilarli darajada oshadi. Shu bilan birga, xomashyo tarkibining o'zgaruvchanligi va regeneratsiya jarayonidagi cheklovlar kabi muammolar hali ham mavjud bo'lib, bu sohada qo'shimcha ilmiy izlanishlarni talab etadi. Umuman olganda, sanoat chiqindilaridan adsorbent materiallar yaratish yo'nalishi "yashil kimyo" tamoyillariga mos keladi va chiqindilarni foydali mahsulotga aylantirish orqali barqaror rivojlanishga xizmat qiladi. Kelajakda ushbu texnologiyalarni takomillashtirish H₂S gazini tozalash jarayonini yanada samarali, xavfsiz va iqtisodiy jihatdan maqbul qilish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Milliy Ensiklopediyasi. *Adsorbsiya va adsorbentlar haqida ma'lumotlar*. Toshkent, 2018.
2. Braginskiy R.B., Shlixter Z.B. *Tabiiy gaz va kimyoviy qayta ishlash jarayonlari*. Moskva, 1991.
3. Afanasyev A.I. *Oltinugurtli gazlarni tozalash texnologiyasi*. Moskva: Nedra, 1993.
4. O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi materiallari. *Gazlarni tozalash va adsorbsiya jarayonlari bo'yicha ilmiy ishlanmalar*. Toshkent, 2020.
5. Farg'ona davlat universiteti ilmiy jurnali. *NaX seolit asosida H₂S adsorbsiya jarayonlari*. Farg'ona, 2024.
6. Kimyo sanoati va ekologiya bo'yicha o'quv qo'llanma. *Sanoat chiqindilarini qayta ishlash va adsorbent materiallar*. Toshkent, 2022.