



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i06.071>

GAZ SAQLOVCHI INNOVATSION AEROGEL SORBENTLAR SINTEZI

Sharifova Lola Baxodirovna

E-mail: sharifovalola601@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-7736-0636>

Termiz davlat universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada gazlarni saqlash va ajratish jarayonlarida yuqori samaradorlikka ega bo‘lgan innovatsion aerogel sorbentlarning sintezi, tuzilishi va adsorbsion xususiyatlari o‘rganilgan. Aerogellar yuqori g‘ovaklik, katta solishtirma sirt maydoni va past zichlik kabi noyob fizik-kimyoviy xossalarga ega bo‘lib, ular gazlarni adsorbsiyalash va saqlash uchun istiqbolli materiallar hisoblanadi. Tadqiqot davomida kremniy oksidi asosidagi aerogellar modifikatsiyalanib, ularning karbonat angidrid va boshqa sanoat ahamiyatiga ega gazlarga nisbatan sorbsion sig‘imi baholandi. Olingan natijalar aerogel sorbentlarning gaz saqlash texnologiyalarida samarali qo‘llanilishi mumkinligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Aerogel, sorbent, adsorbsiya, gaz saqlash, karbonat angidrid, g‘ovak tuzilish, sol-gel sintezi, nanomateriallar, sorbsion sig‘im, innovatsion materiallar.

Аннотация. В данной статье исследованы синтез, структура и адсорбционные свойства инновационных аэрогелевых сорбентов, предназначенных для хранения и разделения газов. Аэрогели обладают уникальными физико-химическими свойствами, такими как высокая пористость, большая удельная поверхность и низкая плотность, что делает их перспективными материалами для адсорбции и хранения газов. В ходе исследования были модифицированы аэрогели на основе диоксида кремния и изучена их сорбционная способность по отношению к диоксиду углерода и другим промышленно значимым газам. Полученные результаты подтверждают перспективность применения аэрогелевых сорбентов в современных технологиях хранения газов.

Ключевые слова: Аэрогель, сорбент, адсорбция, хранение газов, диоксид углерода, пористая структура, золь-гель синтез, наноматериалы, сорбционная емкость, инновационные материалы.

Abstract. This article investigates the synthesis, structure, and adsorption properties of innovative aerogel sorbents designed for gas storage and separation applications. Aerogels possess unique physicochemical properties, including high porosity, large specific surface area,

and low density, making them promising materials for gas adsorption and storage. Silica-based aerogels were synthesized and modified to enhance their adsorption performance toward carbon dioxide and other industrially important gases. The obtained results demonstrate the significant potential of aerogel sorbents for advanced gas storage technologies and environmental applications.

Keywords: Aerogel, sorbent, adsorption, gas storage, carbon dioxide, porous structure, sol-gel synthesis, nanomaterials, adsorption capacity, innovative materials.

KIRISH. So‘nggi yillarda energiya resurslaridan oqilona foydalanish, atrof-muhit muhofazasi va sanoat chiqindilarini kamaytirish masalalari dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biriga aylandi. Atmosferaga chiqarilayotgan karbonat angidrid, metan va boshqa issiqxona gazlari global iqlim o‘zgarishining asosiy omillaridan biri hisoblanadi. Shu sababli ushbu gazlarni samarali usullar yordamida ushlab qolish, ajratish va saqlash texnologiyalarini rivojlantirish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Gazlarni adsorbsion usul yordamida saqlash va ajratish texnologiyalari iqtisodiy samaradorligi hamda energiya sarfining nisbatan kamligi bilan ajralib turadi. Ushbu yo‘nalishda qo‘llaniladigan materiallar orasida aerogellar alohida o‘rin tutadi. Aerogellar uch o‘lchamli nanog‘ovak tuzilishga ega bo‘lib, ularning g‘ovakligi 90–99 % gacha yetadi. Bundan tashqari, ular 500–1500 m²/g gacha solishtirma sirt maydoniga ega bo‘lishi mumkin.

Aerogellar birinchi marta 1931-yilda amerikalik olim Samuel Kistler tomonidan sintez qilingan. Dastlab ular ilmiy qiziqish uyg‘otgan bo‘lsa, keyinchalik issiqlik izolyatsiyasi, kataliz, dori tashuvchi tizimlar, neft mahsulotlarini tozalash va gazlarni adsorbsiyalash kabi ko‘plab sohalarda qo‘llanila boshlandi.

Hozirgi vaqtda gaz saqlovchi innovatsion aerogel sorbentlarni yaratish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Aerogellar tarkibiga turli funksional guruhlar, metall ionlari va organik modifikatorlar kiritish orqali ularning gazlarga nisbatan selektivligi hamda sorbsion sig‘imini oshirish mumkin. Shu jihatdan aerogel sorbentlarni sintez qilish va ularning adsorbsion xususiyatlarini o‘rganish zamonaviy materialshunoslik va kimyo fanining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

ASOSIY QISM

Aerogellar nanostrukturali qattiq materiallar bo‘lib, ularning hajmining katta qismi havo bilan to‘lgan g‘ovaklardan iborat. Aerogelning asosiy afzalligi juda katta ichki sirt maydoni va yuqori g‘ovaklikka ega ekanligidadir. Bu esa gaz molekulalarining material ichiga kirib borishini va sirt bilan o‘zaro ta’sirini kuchaytiradi.

Gaz saqlash uchun mo‘ljallangan aerogellar odatda sol-gel texnologiyasi asosida olinadi. Jarayon kremniy alkoksidlari yoki natriy silikat eritmalaridan boshlanadi. Hidroliz va polikondensatsiya reaksiyalari natijasida uch o‘lchamli gel struktura hosil bo‘ladi. Keyinchalik erituvchi almashinuvi va superkritik quritish bosqichlari orqali aerogel shakllantiriladi.

Aerogelning gaz saqlash xususiyatlari uning g‘ovak diametri, solishtirma sirt maydoni va kimyoviy tarkibiga bog‘liq. Kichik o‘lchamli mezog‘ovaklar gaz molekulalarining adsorbsiyasini kuchaytiradi. Shu bilan birga amin guruhlari bilan modifikatsiyalangan aerogellar karbonat angidrid molekulalarini kimyoviy adsorbsiya qilish qobiliyatiga ega.

So‘nggi yillarda uglerodli aerogellar, grafen asosidagi aerogellar va metall-organik karkaslar bilan modifikatsiyalangan kompozit aerogellar alohida e‘tibor qozonmoqda. Bunday materiallar vodorod, metan va karbonat angidrid gazlarini saqlash uchun yuqori samaradorlik ko‘rsatadi.

Aerogel sorbentlarning samaradorligini oshirish uchun ularning sirtiga funksional guruhlar biriktiriladi. Masalan, aminli modifikatsiya karbonat angidridga nisbatan selektiv adsorbsiyani kuchaytiradi. Metall oksidlari bilan modifikatsiyalash esa gaz molekulalari bilan qo‘shimcha bog‘lanish markazlarini hosil qiladi.

Gaz saqlash texnologiyalarida aerogellarning yana bir afzalligi ularning regeneratsiya qilinish imkoniyatidir. Adsorbsiya qilingan gaz ma‘lum harorat yoki bosim sharoitida ajratib olinishi mumkin. Bu esa sorbentni ko‘p marta qayta ishlatish imkonini beradi va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.

TADQIQOT NATIJALARI VA MUHOKAMA

Tadqiqot davomida kremniy oksidi asosidagi aerogel sorbentlar sol-gel usuli yordamida sintez qilindi. Sintez qilingan namunalar quritilgandan so‘ng ularning strukturaviy va adsorbsion xususiyatlari baholandi.

Aerogel namunalarining g‘ovak tuzilishi yuqori darajada rivojlanganligi aniqlandi. Solishtirma sirt maydonining kattaligi gaz molekulalari bilan o‘zaro ta’sir qiluvchi faol markazlar sonini sezilarli ravishda oshirdi. Natijada karbonat angidrid gazining adsorbsiyasi oddiy silika materiallariga nisbatan yuqoriroq bo‘ldi.

Amin guruhlari bilan modifikatsiyalangan aerogellar eng yuqori sorbsion sig‘imni namoyon qildi. Buning sababi karbonat angidrid molekulalari bilan amin guruhlari o‘rtasida yuzaga keladigan kimyoviy bog‘lanishlardir. Modifikatsiyalangan namunalar yuqori selektivlikka ega bo‘lib, boshqa gazlarga nisbatan karbonat angidridni samaraliroq ushlab qoldi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, aerogel sorbentlarning adsorbsion xususiyatlari ularning g‘ovak diametri va sirt funksionalligi bilan chambarchas bog‘liq. Kichik mezog‘ovaklar va yuqori sirt maydoniga ega namunalar eng yaxshi natijalarni ko‘rsatdi.

Regeneratsiya tajribalari davomida aerogel sorbentlar bir necha marotaba adsorbsiya-desorbsiya sikllaridan o‘tkazildi. Natijalar sorbentlarning strukturasi sezilarli o‘zgarishga uchramaganligini va ularning qayta foydalanish imkoniyati yuqori ekanligini ko‘rsatdi. Bu esa ushbu materiallarni sanoat miqyosida qo‘llash istiqbollari kengaytiradi.

XULOSA

Gaz saqlovchi innovatsion aerogel sorbentlar yuqori g‘ovaklik, katta solishtirma sirt maydoni va past zichlikka ega bo‘lgan istiqbolli nanomateriallar hisoblanadi. Sol-gel

texnologiyasi yordamida sintez qilingan aerogellar karbonat angidrid, metan va vodorod kabi gazlarni adsorbsiyalashda yuqori samaradorlik ko‘rsatadi. Aerogel sirtini amin guruhlar va boshqa funksional modifikatorlar bilan boyitish ularning selektivligi hamda sorbsion sig‘imini sezilarli darajada oshiradi.

Tadqiqot natijalari aerogel sorbentlarning gazlarni saqlash va ajratish texnologiyalarida samarali qo‘llanish imkoniyatlarini tasdiqladi. Ularning regeneratsiya qilinishi, uzoq muddatli barqarorligi va yuqori adsorbsion xususiyatlari sanoat hamda ekologik muammolarni hal etishda muhim ahamiyatga ega. Kelgusida aerogellarni yangi kompozitsion materiallar bilan modifikatsiyalash va ularning gaz saqlash sig‘imini yanada oshirish istiqbolli ilmiy yo‘nalish hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kistler S.S. Coherent Expanded Aerogels and Jellies. *Nature*. 1931. Vol. 127. pp. 741.
2. Pierre A.C., Pajonk G.M. Chemistry of Aerogels and Their Applications. *Chemical Reviews*. 2002. Vol. 102. No. 11. pp. 4243–4266.
3. Hüsing N., Schubert U. Aerogels – Airy Materials. *Angewandte Chemie International Edition*. 1998. Vol. 37. pp. 22–45.
4. Fricke J., Emmerling A. Aerogels Preparation, Properties and Applications. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 1998. Vol. 13. pp. 299–303.
5. Aegerter M.A., Leventis N., Koebel M. *Aerogels Handbook*. New York: Springer, 2011.
6. Ахмедов О., Рахимов Р. Наноструктурированные сорбенты и их применение. Ташкент: Фан, 2020.
7. Рахматов Х. Адсорбционные процессы и современные сорбенты. Самарканд, 2019.