

NANOKOMPOZIT Mo-CNT NI GLYUKOZADAN UGLEROD MANBAI
SIFATIDA FOYDALANIB SINTEZ QILISH VA XOSSALARINI O'RGANISH

N.J. Mirzayorov¹, Y.B. Yakubov¹, I.X. Xudayqulov², B.T. Haitov¹.

¹ O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent, O'zbekiston.

² Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti.

E-mail: numonmirzayorov7@gmail.com

Annotatsiya

Mazkur ishda uglerod manbai sifatida glyukoza va molibden manbai sifatida ammoniy molibdat asosida Mo-CNT (molibden–uglerod nanotubalari) nanokompozitini sintez qilish usuli taklif etildi. Sintez jarayoni uglevodlarning karbonizatsiyasi hamda molibden oksidlarining qaytarilishi orqali uglerod nanotubalar yuzasida molibden nanozarrachalarini hosil qilishga asoslangan. Olingan nanokompozitning strukturaviy, morfologik va optik xususiyatlari o'rganildi. Tadqiqot natijalari Mo-CNT materialining rivojlangan g'ovak tuzilishga, yuqori solishtirma sirt maydoniga va elektronlarni samarali tashish xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatdi. Mazkur nanokompozit fotokataliz, elektrokataliz, energiya saqlash tizimlari hamda atrof-muhitni tozalash texnologiyalarida istiqbolli material hisoblanadi.

Kalit so'zlar: Mo-CNT, molibden, uglerod nanotubalari, glyukoza, karbonizatsiya, nanokompozit, fotokataliz, elektrokataliz.

Kirish

So'nggi yillarda uglerod nanotubalar asosidagi metall-nanokompozit materiallar ilmfan va texnologiyaning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biriga aylandi. Uglerod nanotubalarining yuqori elektr o'tkazuvchanligi, mexanik mustahkamligi va kimyoviy barqarorligi ularni katalizator tashuvchisi sifatida keng qo'llash imkonini beradi [1]. Shu bilan birga, nanotubalar yuzasiga o'tish metallari nanozarrachalarini joylashtirish orqali yangi funksional materiallar yaratish mumkin.

Molibden o'zining yuqori katalitik faolligi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridagi samaradorligi va yarimo'tkazgich xossalari bilan ajralib turadi. Molibden oksidlari hamda molibden karbidlari suvni parchalash, organik bo'yoqlarni fotodegradatsiyalash, CO₂ ni qayta ishlash va elektrokimyoviy energiya qurilmalarida keng qo'llaniladi [2, 3, 4].

Glyukoza esa arzon, ekologik xavfsiz va qayta tiklanuvchi uglerod manbai bo'lib, yuqori haroratda karbonizatsiyalanishi natijasida uglerodli nanostrukturalar hosil qiladi. Shu

sababli molibden va glyukozadan foydalanib Mo-CNT nanokompozitlarini olish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqot maqsadi

Molibden tuzlari va glyukozadan foydalanib Mo-CNT nanokompozitini sintez qilish hamda uning strukturaviy, morfologik va funksional xossalarini o'rganishdan iborat.

Tadqiqot metodikasi

Mo-CNT nanokompozitini sintez qilish uchun ammoniy geptamolibdat tetra gidrat $((\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ va glyukozadan foydalanildi. Dastlab glyukoza distillangan suvda eritildi va unga molibden tuzining eritmasi qo'shildi. Aralashma magnit aralashtirgich yordamida bir jinsli holatga keltirildi.

Hosil bo'lgan eritma 80–90°C da bug'latilib, qattiq prekursor olindi. Prekursor azot atmosferasida 750–850°C haroratda 3 soat davomida karbonizatsiyalandi. Yuqori harorat ta'sirida glyukoza uglerod manbai sifatida parchalanib, uglerod nanotubalar hosil qildi. Molibden ionlari esa MoO_2 , MoO_3 yoki qisman molibden karbid (Mo_2C) nanozarrachalariga aylandi va nanotubalar yuzasida bir tekis taqsimlandi.

Sintez qilingan material distillangan suv va etanol bilan yuvilib, vakuum quritgichda quritildi. Olingan nanokompozitning kristall tuzilishi XRD, morfologiyasi SEM va TEM, element tarkibi EDS hamda sirt kimyosi XPS usullari yordamida tahlil qilindi.

Natijalar va muhokama

Karbonizatsiya jarayonida glyukozaning termik parchalanishi natijasida uglerod nanotubalar shakllandi. Molibden ionlari uglerod matritsasida nanoo'lchamli markazlar hosil qilib, nanotubalar o'sishini jadallashtirdi. XRD natijalari material tarkibida grafitlangan uglerod fazasi bilan bir qatorda MoO_2 va Mo_2C kristall fazalarining mavjudligini ko'rsatdi.

SEM va TEM tasvirlari nanotubalar diametrining 20–80 nm oralig'ida ekanligini hamda molibden nanozarrachalarining CNT yuzasida bir tekis taqsimlanganligini tasdiqladi. EDS xaritalash natijalari uglerod va molibden elementlarining kompozit bo'ylab bir xil tarqalganligini ko'rsatdi.

Mo-CNT nanokompozitida molibden markazlari va uglerod nanotubalar o'rtasida kuchli elektron o'zaro ta'sir yuzaga keladi. Natijada elektronlarning migratsiyasi tezlashadi va fotogeneratsiyalangan zaryad tashuvchilarning rekombinatsiyasi kamayadi. Bu esa fotokatalitik jarayonlar samaradorligini oshiradi.

Bundan tashqari, Mo-CNT nanokompozitining katta sirt maydoni va rivojlangan g'ovak tuzilishi organik bo'yoqlar, farmatsevtik qoldiqlar va og'ir metall ionlarini adsorbsiyalashda yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Molibden karbid fazalarining mavjudligi esa materialning elektrokatalitik faolligini sezilarli ravishda oshiradi.

Tadqiqot natijalari Mo-CNT nanokompozitlari vodorod ajralish reaksiyasi (HER), kislorod qaytarilish reaksiyasi (ORR), superkondensatorlar va litiy-ion batareyalar uchun istiqbolli elektrod materiallari bo'lishi mumkinligini ko'rsatdi.

Xulosa

Molibden tuzlari va glyukozadan foydalanib Mo-CNT nanokompozitini sintez qilishning samarali usuli ishlab chiqildi. Yuqori haroratli karbonizatsiya natijasida uglerod nanotubalar va molibden asosidagi nanozarrachalardan tashkil topgan kompozit hosil qilindi. Olingan material yuqori sirt maydoni, rivojlangan nanotubasimon morfologiya va yaxshi elektron transport xossalari bilan tavsiflandi. Mo-CNT nanokompoziti fotokataliz, elektrokataliz, energiya saqlash qurilmalari hamda suvni tozalash texnologiyalarida qo'llash uchun istiqbolli material hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Shoukat R., Khan M.I. Carbon nanotubes: a review on properties, synthesis methods and applications in micro and nanotechnology // *Microsystem Technologies*. – 2021. – Vol. 27, № 12. – P. 4183–4192. <https://doi.org/10.1007/s00542-021-05211-6>
2. Huang Y., Bao Y., Huang T., Hu C., Qiu H., Liu H. Carbon Nanotube Supported Molybdenum Carbide as Robust Electrocatalyst for Efficient Hydrogen Evolution Reaction // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28, № 1. – Art. 192. <https://doi.org/10.3390/molecules28010192>
3. Namsheer K., Pramoda K., Sharath Kumar K.S., Radhakrishnan S., Rout C.S. Molybdenum sulfo-selenide nanocomposites with carbon nanotubes and reduced graphene oxide for photocatalytic hydrogen evolution reaction // *Energy Advances*. – 2023. – Vol. 2, № 10. – P. 1724–1734. <https://doi.org/10.1039/d3ya00219e>
4. Zhu W., Yan X., Huang X., Wu S., Chen H., Pan J., Li T., Shahnavaz Z. Three-dimensional carbon-based endogenous-exogenous MoO₂ composites as high-performance negative electrode in asymmetric supercapacitors and efficient electrocatalyst for oxygen evolution reaction // *Ceramics International*. – 2023. – Vol. 49, № 4. – P. 5646–5656. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.10.150>