

NANOKOMPOZIT NdVO_4 NI GIDROTERMAL USULDA SINTEZ QILISH VA FOTOKATALITIK FAOLLIGINI TADQIQ ETISH

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, Toshkent, O'zbekiston.

E-mail: numonmirzayorov7@gmail.com

Annotatsiya

Mazkur ishda gidrotermal usul yordamida neodimiy ortovanadat (NdVO_4) nanokristallari sintez qilindi va ularning fotokatalitik xossalari tadqiq etildi. NdVO_4 namunalarini olish uchun neodimiy nitrat geksagidrat va ammoniy metavanadat prekursorlaridan foydalanildi. Olingan materiallarning kristall tuzilishi, morfologiyasi va optik xossalari rentgen fazaviy tahlil (XRD), skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) hamda UV–Vis spektroskopiyasi yordamida o'rganildi. Tadqiqot natijalari NdVO_4 nanokristallari yuqori kristallik darajasiga ega ekanligini va ko'rinadigan yorug'lik ta'sirida organik bo'yoqlarning fotodegradatsiyasida samarali fotokatalizator sifatida xizmat qilishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: NdVO_4 , gidrotermal sintez, fotokataliz, noyob yer elementlari, nanokristallar, Rhodamine B, yarimo'tkazgich.

Kirish

So'nggi yillarda yarimo'tkazgich fotokatalizatorlar yordamida suv va atmosfera muhitidagi organik ifloslantiruvchilarni parchalash bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar olib borilmoqda. An'anaviy fotokatalizatorlar qatorida noyob yer elementlari ortovanadatlari (RVO_4) yuqori kimyoviy barqarorligi, optik xossalari va fotokatalitik faolligi sababli alohida qiziqish uyg'otmoqda [1, 2].

Neodimiy ortovanadat (NdVO_4) zirkon tipidagi kristall tuzilishga ega bo'lib, uning tarkibidagi VO_4^{3-} tetraedrlari yorug'lik yutilish jarayonida muhim rol o'ynaydi. Nd^{3+} ionlarining mavjudligi esa elektron-kovak juftliklarining ajralishini yaxshilab, rekombinatsiya jarayonlarini kamaytiradi. Shu sababli NdVO_4 fotokatalitik va optoelektronik qurilmalarda qo'llash uchun istiqbolli materiallardan biri hisoblanadi [3, 4].

Nanokristallarning o'lchami va morfologiyasini nazorat qilish fotokatalitik samaradorlikka bevosita ta'sir ko'rsatadi. Gidrotermal sintez usuli yuqori kristallik

darajasiga ega, bir xil o'lchamdagi nanokristallar olish imkonini beruvchi samarali texnologiya hisoblanadi.

Tadqiqot maqsadi

Gidrotermal usul yordamida NdVO_4 nanokristallarini sintez qilish hamda ularning strukturaviy, morfologik va fotokatalitik xossalarini o'rganishdan iborat.

Tadqiqot metodikasi

NdVO_4 nanokristallari neodimiy nitrat geksagidrat ($\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) va ammoniy metavanadat (NH_4VO_3) asosida sintez qilindi. NH_4VO_3 dastlab issiq distillangan suvda eritildi. Alohida tayyorlangan $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$ eritmasi bilan stexiometrik nisbatda aralashtirildi va eritma pH qiymati 7–8 oralig'iga keltirildi.

Hosil bo'lgan suspenziya teflon qoplamali avtoklavga joylashtirilib, unga 180°C haroratda 12 soat davomida gidrotermal ishlov berildi. Reaksiya tugagach, mahsulot sovitildi, filtrlandi, distillangan suv va etanol bilan yuvildi hamda 80°C da quritildi. Olingan namunalar 600°C haroratda 2 soat davomida termik ishlovdan o'tkazildi.

Sintez qilingan materiallarning kristall tuzilishi XRD, morfologiyasi SEM, element tarkibi EDS va optik xossalari UV–Vis diffuz qaytarish spektroskopiyasi yordamida o'rganildi.

Natijalar va muhokama

Rentgen fazaviy tahlil natijalari sintez qilingan namunalar tetragonal zirkon tipidagi NdVO_4 kristall fazasiga mos kelishini ko'rsatdi. Difraksion maksimumlarning yuqori intensivligi materialning yaxshi kristallanganligini tasdiqladi. Begona fazalarning kuzatilmasligi sintez jarayonining to'liq amalga oshganligini ko'rsatdi.

SEM tasvirlarida o'lchamlari 50–200 nm oralig'ida bo'lgan bir-biriga yaqin joylashgan nanokristallar kuzatildi. Gidrotermal muhit kristallarning bir tekis o'sishiga va morfologik jihatdan nisbatan bir xil zarrachalar hosil bo'lishiga yordam berdi.

UV–Vis tahlillari NdVO_4 namunalarining ultrabinafsha va qisman ko'rinadigan yorug'lik sohasida yutilish xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatdi. Bu esa materialning fotokatalitik jarayonlarda samarali ishtirok etishini ta'minlaydi.

Fotokatalitik tajribalarda model ifloslantiruvchi sifatida Rhodamine B bo'yoq eritmasidan foydalanildi. Yorug'lik nurlanishi ta'sirida NdVO_4 yuzasida elektron-kovak juftliklari hosil bo'ldi. Elektronlar kislorod molekullari bilan reaksiyaga kirishib superoksid radikallarini, kovaklar esa gidroksil radikallarini hosil qildi. Ushbu faol zarrachalar organik bo'yoq molekullarini oksidlab, ularning parchalanishiga olib keldi.

Natijalar NdVO_4 nanokristallari yuqori fotokatalitik faollikka ega ekanligini va oqova suvlarni tozalash jarayonlarida samarali qo'llanishi mumkinligini ko'rsatdi.

Xulosa

Gidrotermal usul yordamida yuqori kristallik darajasiga ega NdVO_4 nanokristallari muvaffaqiyatli sintez qilindi. XRD va SEM tahlillari materialning tetragonal kristall tuzilishga va nanoo'lchamli morfologiyaga ega ekanligini tasdiqladi. Fotokatalitik tadqiqotlar NdVO_4 ning organik bo'yoqlarni parchalashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Olingan natijalar NdVO_4 nanokristallarini ekologik va fotokatalitik texnologiyalarda qo'llash istiqbollarini namoyon etdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Dubey V., Parikh K.D., Jadav R.J., Vyas D.H., Abhale Y., Pérez-Larios A., Lin K.-Y.A., Chauhan A., Ghotekar S. Recent Advancements in Fabrication of NdVO_4 Nanomaterials and Their Versatile Applications in Catalysis and Biomedical // Topics in Catalysis. – 2025. – Vol. 68, № 3. – P. 379–396. <https://doi.org/10.1007/s11244-024-02036-1>
2. Ghotekar S. et al. Recent advances in synthesis of CeVO_4 nanoparticles and their potential scaffold for photocatalytic applications // Topics in Catalysis. – 2023. – Vol. 66, № 1–4. – P. 89–103. <https://doi.org/10.1007/s11244-022-01630-5>
3. You Y. et al. Ultrasonic-assisted self-assembly of a neodymium vanadate and hydroxylated multi-walled carbon nanotubes composite for electrochemical detection of p-nitrophenol // Process Safety and Environmental Protection. – 2023. – Vol. 175. – P. 834–844. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.05.092>
4. Radha A., Wang S.-F. Insight into lanthanides REVO_4 (RE = Ce, Pr, Nd): a comparative study on RE-site variants in the electrochemical detection of metronidazole in environmental samples // Environmental Science: Nano. – 2023. – Vol. 10, № 11. – P. 3122–3135. <https://doi.org/10.1039/D3EN00384A>