Ni ASOSLI NANOKATALIZATORLARDA UGLEROD NANONAYCHALARINI O‘STIRISH

G‘ulomjanova Sevaraxon G‘ofurjon qizi
O‘zR FA Ion-plazma va lazer texnologiyalari
instituti tayanch doktaranti

Annotatsiya
Ko‘plab maqola va adabiyotlarni tahlil qilishdan shunday xulosaga keldikki, mashaqqatli mehnatga qaramay, ishlab chiqarishning yuqori harorati bilan bog‘liq muammo tufayli CVD tomonidan UNN sintezi yechilmagan masalaligicha qolgan. Shuning uchun, mazkur ishda ushbu muammoni hal qilishga e’tibor qaratildi va 500°C da nikel nanokatalizatorini qo’llash orqali uglerod nanonaychasini o‘stirishga erishildi.
Kalit so‘zlar: *zol-gel usuli, nikel nanokatalizator, CVD usuli, UNN, Raman spektri, TEM.*

KIRISH

Uglerod nanonaychalari noyob fizik va mexanik xususiyatlarga ega bo‘lgan materiallar bo‘lib, ularni nafaqat ilmiy tadqiqotlar uchun, balki potensial sanoat sohalari uchun ham qo‘llash imkoniyatini hosil qiladi. Hozirgi vaqtda uglerod nanonaychalarni olishning ko‘plab usullari mavjud, masalan, kimyoviy bug‘ cho‘ktirish usuli (CVD), elektrokimyoviy yotqizish usuli, lazerli ablyatsiya usuli va h.k. [1].

CVD usuli UNN nanonaychalarini o‘stirishning asosiy usullaridan biridir [2]. Ushbu usulda uglerod prekursori bo‘lgan gazlar taglik yuzasida nanokatalizatorlardan o‘tadi, bu yerda uglerod atomlari nanokatalizator yuzasida nanoklasterlarga joylashadi [3].

Nikel asosli nanokatalizatorlarni CVD usuli bilan nanonaychalarini olishda qo‘llash yaxshi mexanik, kimyoviy va elektr xususiyatlarga ega yuqori sifatli UNNlarni olish imkonini beradi. Nikel asosidagi nanokatalizatorlarda o‘stirilgan uglerod nanonaychalari elektronika, katalizator, energetika va tibbiyot kabi ko‘plab sohalarda qo‘llanilishi mumkin. Misol uchun, UNNlar nanoelektron komponentlar, sensorlar, batareyalar, kondensato‘rlar va hatto dori vositalarini yetkazib berish va diagnostika vositalari kabi tibbiy vositalar uchun nanomateriallarni yaratishda ishlatiladi [4].

Nikel nanokatalizatorlar UNNlarini o‘stirish uchun keng qo‘llaniladigan materiallardan biridir. Nikel nanozarrachalar uglerodni o‘stirish uchun yuqori katalitik faollikka ega va nikel tuzlari yoki nikel komplekslaridan osongina olinishi mumkin. Ular, shuningdek, yuqori darajadagi barqarorlikka ega va UNN larning uzoq muddatli o‘sishi uchun ishlatilishi mumkin. Nikeldan foydalanishning afzalliklaridan biri nanozarrachalar diametri va nanonaycha o‘lchamiga yuqori bog‘liq bo‘lgan katalizatorlarni hosil qilish qobiliyatidir, bu odatda vaqt o‘tishi bilan naychaning cho‘zilishiga olib keladi. Bu, o‘z navbatida, noyob xususiyatlarga ega bir devorli va ko‘p devorli nanonaychalarni olish uchun ishlatilishi mumkin. Biroq, nikeldan foydalanganda katalizatorning uglerod bilan zararlanishi xavfi mavjud, bu esa UNN uzunligi va sifatini pasayishiga olib kelishi mumkin. Ushbu xavfni kamaytirish uchun

odatda bir nechta o‘sish jarayonlaridan so‘ng katalizatorni tozalash yoki almashtirish uchun tayyorlovchi usullar qo‘llaniladi.

Nikel asosidagi nanokatalizatorlarda UNNlarni o‘stirishning CVD jarayoni yuqori haroratni (taxminan 700°-800°C) talab qiladi va ba'zi nikel zarralarining termal degradatsiyasini keltirib chiqaradi. Jarayonni optimallashtirish va uglerod prekursorlari va gazsimon transportning tozaligini oshirish orqali bu yo‘qotishni kamaytirish mumkin [5]. Biz taqdim etayotga tadqiqot ishida CVD usuli yordamida 500°C da UNN olishga erishildi. Past haroratda sintezni amalga oshirish o‘z navbatida energiya va iqtisodiy tejamkorligiga olib keladi.

Umuman olganda, CVD usulida nikel nanokatalizatorlaridan foydalanish UNNlarning o‘sishida noyob xususiyatlarga ega nanonaychalarni yuqori sifatda ishlab chiqarishni ta’minlaydi [6].

EKSPERIMENTAL QISM

Tadqiqotda katalizator sifatida ishlatilgan NiO nanozarralari zol-gel usuli bilan sintez qilindi. Prekursorlar sifatida $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ tuzi, NH_4OH va deionlangan suv ishlatilgan. $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ va NH_4OH ning 1:2 nisbatdagi suvli eritmasi shisha kolbaga solindi va magnit aralashtirgich yordamida 85°C haroratda 3 soat davomida aralashtirildi. Olingan suspenziya xona haroratida tindirildi. UNN sintezida qo‘llaniladigan sapfir taglikga $Ni(OH)_2$ yotqizildi va laboratoriya SNOL pechida 400°C da 2 soat davomida kalsinlandi. Natijada, taglik yuzasida nozik NiO qatlami hosil bo‘ldi. Shundan so‘ng biz CVD usulida UNN nisintez qilish uchun ishlab chiqilgan qurilma reaktoriga harorat 200°C dan 400°C ga yetguncha vodorod gazlari 6 kg/sm^2 bosimda 5°C/min o‘zgarish bilan yuborildi. Qaytarilish orqali biz nikel nanozarrachalarini olamiz. Qaytarilish jarayoni bir bosqichli bo‘lib, kimyoviy reaksiya quyidagicha sodir bo‘ladi:

$$NiO + H_2 = Ni + H_2O \quad (1)$$

400℃ da reaktorga vodorod yetkazib berishni to‘xtatiladi, shuning uchun haroratni 500℃ ga oshiriladi. UNN ning sintezida jarayon uglerod prekursori sifatida reaktorga 60 ml /min tezlikda etil spirti bug‘ini yetkazib berishdan boshlanadi. Etil spirti bug‘i Ni nanokatalizatori tomonidan parchalanadi va UNN o‘sa boshlaydi.

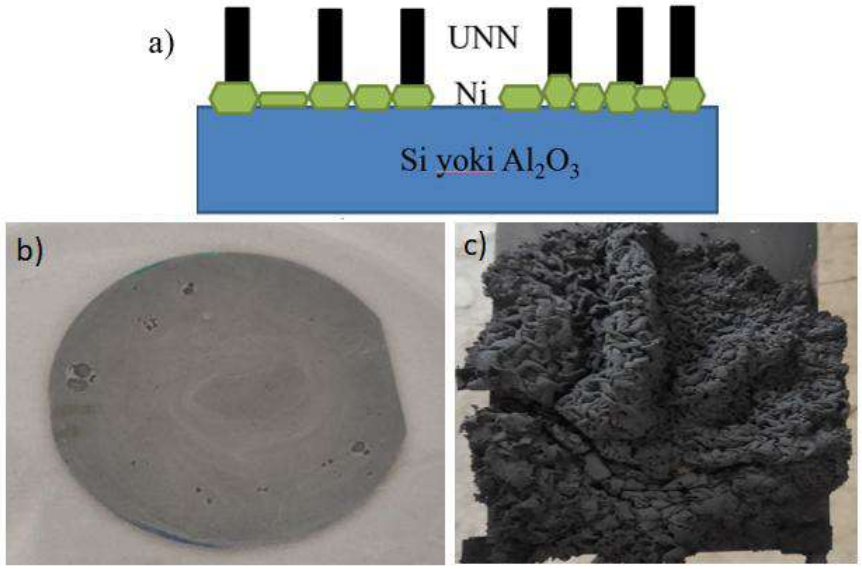
UNNning TEM tahlili JEM-2100 Plus elektron mikroskopi yordamida amalga oshirildi. UNN da yorug‘lik tarqalishining Raman spektri (inVia Renishaw) Raman spektrometri yordamida o‘rganildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Uglerod nanonaychalari CVD usuli bilan o‘stirildi. Nikel asosli nanokatalizatorlarda CVD qurilmasi tomonidan UNN ishlab chiqarish jarayonida nikel asosidagi nanokatalizator bilan substrat joylashgan reaksiya kamerasidan o‘tadigan uglerod manbai sifatida etanol bug‘idan foydalanildi. UNNlarni sintez qilish 500°C haroratda 2 soat vaqt davomida amalga oshirildi va quyidagi namunalar olindi. Tadqiqot ishida taglik sifatida safirdan (Al_2O_3) foydalanildi.

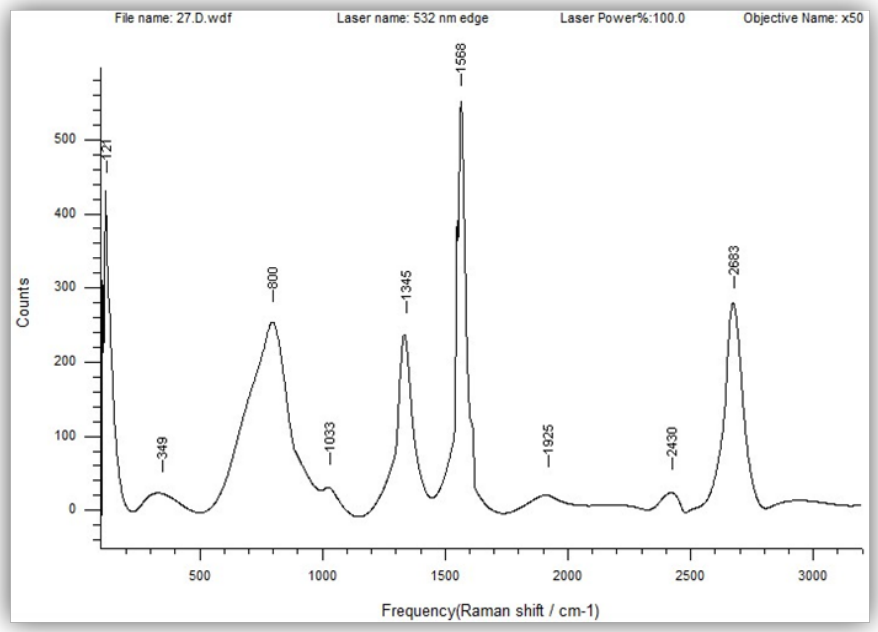
UNN nanokatalizator bo‘ylab o‘sishining tangensial va perpendikulyar turlari bor. Nanonaychalarning tangensial o‘sishi nanonaychalarning substrat bo‘ylab gorizontal o‘sishini anglatadi, perpendikulyar o‘sish esa nanonaychalarning substratga

perpendikulyar vertikal o‘sishini anglatadi [7]. Tadqiqot ishidan olingan natijalar va hisoblashlar shuni ko‘rsatdiki, biz o‘stirgan uglerod nanonaychasining diametri 1-2 nm atrofida va katalizator sifatida foydalangan NiO kukunining nanozarralarining diametri esa 12 nm. Bu o‘z navbatida UNNlarining perpendikulyar o‘sganini anglatadi.



1-rasm.*CVD usulida Ni asosli nanokatalizatorda o‘stirilgan UNN*
a) sxematik ko‘rinish, b) Zol-gel usulida olingan NiO qatlam va c) Ni asosli nanokatalizatorda o‘stirilgan UNN

Olingan UNN larning xarakteristikalari to‘lqin uzunligi 532 nm bo‘lgan lazer nurlanishi bilan qo‘zg‘atilgan Raman spektrometri yordamida o‘rganildi (2-rasm).



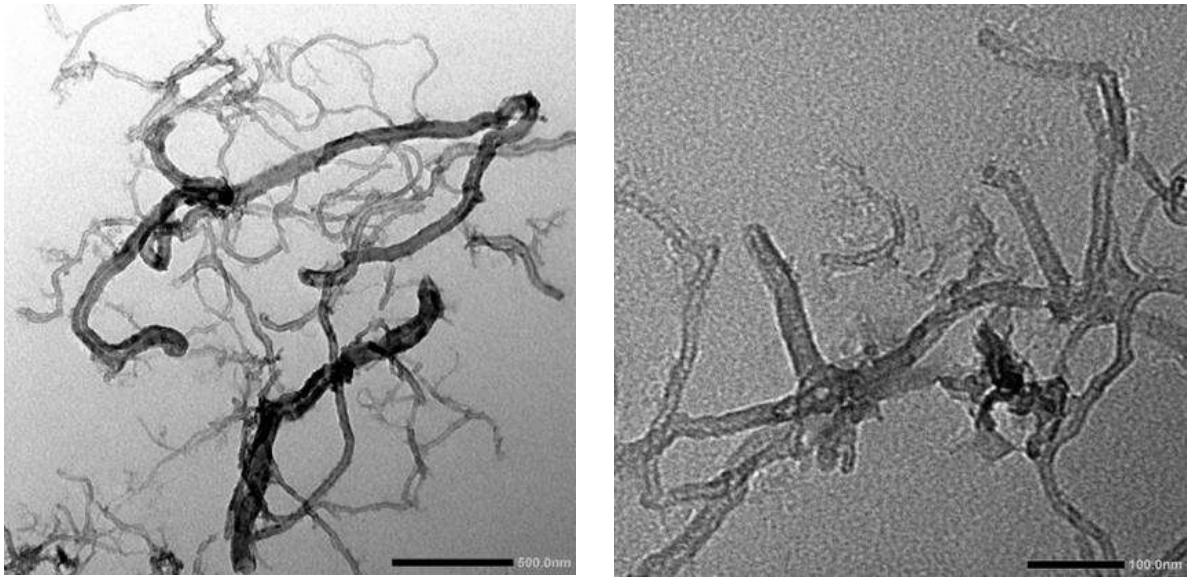
2-rasm. *UNN intensivligining uning pikka chiqish cho‘qqilari chastotasiga bog‘liqligi.*

RBM ning nisbiy intensivligi namunadagi uglerod nanonaychalarining tarkibini tavsiflash uchun ishlatilishi mumkin (121 sm^{-1}). Deformatsiya, qotishma va izotopik

xarakteristikalar uchun G(1568 sm^{-1}) va G‘(2430÷2683 sm^{-1}), nuqsonlar uchun (D cho‘qqisi, 1300 ÷1400 sm^{-1}) shtrixlar qo‘llaniladi. G bandi olti burchakli panjaradagi C-C bog‘lanish tekisligidagi bog‘lanishning cho‘zilish rejimini ifodalaydi, yorug‘likning kombinatsion sochilishining cho‘qqisi 1568 sm^{-1} da paydo bo‘ladi.

Nanonaychalar tuzilishidagi nuqsonlar materiallarning xossalarini o‘zgartiradi va uglerod nanonaychalari asosida ajoyib tuzilmalarni yaratadi. Grafen bilan bog‘liq bo‘lgan strukturaning sp^2 bog‘lanishlari tuzilishidagi nuqsonlarning mavjudligi kombinatsion sochilishining yangi rejimini faollashtiradi. Kamchilikdan kelib chiqadigan eng sezilarli cho‘qqi 1345 sm^{-1} da paydo bo‘ladigan D-band deb ataladi [8]. Ushbu yaxshi o‘rganilgan xususiyatlardan tashqari, oraliq chastotali mintaqada (IFM) bir nechta zaif Raman xususiyatlari mavjud (600-1100 sm^{-1} oralig‘ida) [9]. Misol uchun grafikdagi 800 sm^{-1} pik uglerod nanonaychasining vodorod bog‘lanishi va to‘yinganlik darajasini tavsiflaydi.

Quyidagi 3-rasmda UNNning JEM-2100 Plus elektron mikroskopida olingan TEM tasviri keltirilgan.



***3-rasm**. CVD usulida hosil qilingan uglerod nanonaychasining TEM tasviri.*

Olingan TEM tasviridan ko‘rinib turibtiki, nikel katalizatori nanonaycha hosil bo‘lishiga juda yaxshi ta’sir ko‘rsatar ekan.

XULOSA

Nikel katalizatori yordamida 500 °C haroratda olingan diametri 2 nm bo‘lgan UNNlar Raman spektroskopiyasida o‘rganildi. Nikel katalizatori nanonaycha hosil bo‘lishiga juda yaxshi ta’sir ko‘rsatishi tajriba orqali tasdiqlandi. Raman spektroskopiyasi va skanerlash mikroskopida sinovdan o‘tkazilgan, ishlab chiqilgan o‘rnatish bo‘yicha olingan UNN larining diametri 2 nm dan 12 nm gacha ekanligini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Sudip Choudhury, Saurav Paul, Sunayana Goswami, Kuheli Deb, “Methods for nanoparticle synthesis and drug delivery” Advances in Nanotechnology-Based Drug Delivery Systems, 2022.
2. Ajit Behera, P. Mallick, S.S Mohapatra, “Nanocoatings for anticorrosion: An introduction”, Micro and Nano Technologies 2020, Pages 227-243.
3. Manawi Y. M. et al. A review of carbon nanomaterial’s’ synthesis via the chemical vapor deposition (CVD) method //Materials. T. 11. – №. 5. – C. 822, (2018).
4. Camilli, L., & Passacantando, M. Advances on sensors based on carbon nanotubes. Chemo sensors, 6(4), 62, (2018).
5. Park, Hye Jin; Meyer, Jannik; Roth, Siegmar; Skȍkalovȍ, Viera (Spring 2010). "Growth and properties of few-layer graphene prepared by chemical vapor deposition". *Carbon*. 48 (4): 1088–1094.
6. Eugene Kukovitskiy, Sergei L’vov, V.A. Shustov, “CVD growth of carbon nanotube films on nickel substrates”, June 2003, Applied Surface Science 215(1):201-208.
7. Yoshinori Ando, Xinluo Zhao, Toshiki Sugai, Mukul Kumar. “Growing carbon nanotubes”. Materialstoday, October 2004, Pages 22-29.
8. A. Jorio, R. Saito, “Raman Spectroscopy for Carbon Nanotube Applications”. Journal of Applied Physics, 4 December 2020.
9. C. Fantini, A. Jorio, M. Souza, R. Saito, Ge. G. Samsonidze, M. S. Dresselhaus, and M. A. Pimenta, “Steplike dispersion of the intermediate-frequency Raman modes in semiconducting and metallic carbon nanotubes”. PHYSICAL REVIEW B 72, 2005.

Муродова Мухлиса

10 BUZILADIGAN YUQORI JUFT TARTIBLI XUSUSIY HOSILALI DIFFERENSIAL TENGLAMA UCHUN LOKAL SHARTLI BOSHLANG‘ICH-CHEGARAVIY MASALA
Tolipov Nodirjon Isaqovich **49**

11 SiGe VA SiSn QATTIQ QORISHMALARI FIZIK XOSSALARINING SHAKLLANISHIDA TARKIB VA MEXANIK ZO‘RIQISHNING AHAMIYATI
Madaminov Xurshidjon Muxamedovich
Abdurahmonov Azizbek Abdurahim o‘g‘li **52**

12 Ce VA Yb BILAN LEGIRLANGAN Bi_2Te_3 ASOSIDAGI TERMOELEKTRIK MATERIALLARNING ELEKTROFIZIK PARAMETRLARI QIYOSIY TAHLILI
Yusupova D.A.
Sirojiddinova S.Z. **57**

13 EXISTENCE AND UNIQUENESS OF A SOLUTION TO A BITSADZE-SAMARSKII PROBLEM FOR A SUB-DIFFUSION EQUATION WITH THE REGULARIZED PRABHAKAR FRACTIONAL DERIVATIVE
Mirzaeva Maftuna **65**

14 CONVERGENCE OF A NEW TRIVARIATE MITTAG-LEFFLER-TYPE FUNCTION
Tursunova Ergashoy **68**

15 PHYSICS-INFORMED SPECTRAL MEMORY IDENTIFICATION AND FLUTTER-REGIME DIAGNOSTICS FOR A PITCH–PLUNGE AEROELASTIC SYSTEM
Quvvatali Rahimov
Mirzohidjon Rahmatjonov **73**

16 KADMIY TELLURIDGA OLTINGUGURT QO‘SHILGAN HOLDA p-n O‘TISH HOSIL QILISH VA UNING OPTIK XUSUSIYATLARI
Najmidinova Dildoraxon Xalilovna **82**

17 FIZIKA TA'LIMIDA DINAMIK TEST TIZIMINING DIDAKTIK IMKONIYATLARI VA AMALIY AHAMIYATI
Qoraboyev Xusniddin **87**

18 Ni ASOSLI NANOKATALIZATORLARDA UGLEROD NANONAYCHALARINI O‘STIRISH **94**

G‘ulomjanova Sevaraxon G‘ofurjon qizi

19 THE INVERSE-SOURCE PROBLEM FOR MIXED-TYPE EQUATIONS
Murolimova N.A. **99**

20 INVERSE COEFFICIENT PROBLEM FOR A DEGENERATE PARABOLIC EQUATION WITH THE BESSEL OPERATOR
Kodiraliev Asadbek **102**

21 A BOUNDARY-VALUE PROBLEM FOR A COUPLED SECOND KIND DEGENERATE HYPERBOLIC EQUATIONS
Feruza Mamanazarova **106**

22 YUPQA PARDALAR TENZOQARSHILIGIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR TAHLILI
To‘xtasinov Oybekjon Abduvahob o‘g‘li **110**

23 YARIMO‘TKAZGICHLAR VA IOT (INTERNET OF THINGS): RAQAMLI DUNYO TARMOG‘INING RIVOJI
To‘xtasinov Oybekjon Abduvahob o‘g‘li **113**

24 СВОЙСТВА СЛОЕВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА МОЛИБДЕНА ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГАЗОВЫХ ДАТЧИКОВ
Д.М.Ташланова
А.И.Зокиров **115**

25 FARG‘ONA VODIYSI IQLIM SHAROITIDA QUYOSH PANELLARI ISHLASH SAMARADORLIGIGA TA'SIR ETUVCHI ASOSIY OMILLARNING KOMPLEKS TAHLILI
Axmedova Shalola Yunusali qizi
Kamolova Muhabbatxon Muhiddin qizi
Holmatova Ruhshona **119**

26 TOR TEBRANISH TENGLAMASI UCHUN INTEGRAL SHARTLI MASALA
Jo‘rayeva Dilnavoz Umidjon qizi **126**

27 BESSEL OPERATORI QATNASHGAN ITERATSIYALANGAN ISSIQLIK TENGLAMALARINI TADQIQ ETISH
Raximova Sh.U. **129**

28 KUCHSIZ-SINGULYAR INTEGRAL OPERATORLAR UCHUN SHARTLANGAN ITERATSION METODLARNI TADQIQ QILISH
Raximov Quvvatali Ortiqovich **131**