



NANOTEKNOLOGIYA ASOSIDAGI KONSTRUKSION MATERIALLAR

Abdug'aniyev Shoxrux Azim o'g'li

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universitet i talabasi

[*shohruhabduganiyev@gmail.com*](mailto:shohruhabduganiyev@gmail.com)

Abduraxmonova Shoxidaxon Abduqodirovna

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti assistenti

[*abdurahmonovashohida3@gmail.com*](mailto:abdurahmonovashohida3@gmail.com)

Annotasiya: Ushbu maqolada nanostrukturali konstruksion materiallarning olinishi, tuzilishi va mexanik xossalari tahlil qilinadi. Nanomateriallarning yuqori mustahkamlik va yengillik xususiyatlari sanoatdagi ahamiyati bilan birga o'rganiladi.

Kalit so'zlar: nanomateriallar, nanostruktura, mustahkamlik, konstruksion materiallar.

Dolzarbligi: Zamonaviy texnikada engil va mustahkam materiallarga talab ortib borayotgani ushbu yo'nalishni dolzarb qiladi.

Аннотация: В данной статье анализируются производство, структура и механические свойства наноструктурированных конструкционных материалов. Изучаются высокая прочность и легкость наноматериалов, а также их значение в промышленности.

Ключевые слова: наноматериалы, наноструктура, прочность, конструкционные материалы.

Abstract: This article analyzes the production, structure and mechanical properties of nanostructured structural materials. The high strength and lightness properties of nanomaterials are studied along with their importance in industry.

Keywords: nanomaterials, nanostructure, strength, structural materials.



Kirish: Zamonaviy texnikaning jadal rivojlanishi konstruksion materiallarga nisbatan mutlaqo yangi talablarni yuzaga keltirmoqda. Xususan, aviatsiya, kosmik texnologiyalar, avtomobilsozlik va energetika sohalarida yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan, biroq og'irligi minimal darajada bo'lgan materiallarga ehtiyoj keskin ortmoqda. An'anaviy materiallar ko'pincha mustahkamlik va og'irlik o'rtasidagi muvozanatni ta'minlay olmaydi.

Nanostrukturali materiallar ushbu muammoni hal etishda muhim ilmiy-texnik yechim sifatida qaraladi. Chunki nanoo'lchamdagi struktura elementlari materialning ichki tuzilishini tubdan o'zgartirib, uning mexanik xossalarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Shu sababli mazkur yo'nalish hozirgi davrda eng dolzarb ilmiy tadqiqot yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

“**Nanotexnologiya**” termini birinchi marta yapon olimi Norio Tanituchi tomonidan 1974 yilda ishlatilgan. “Nano” so'zi milliarddan bir qism, milliardni bir qismi degani va $(NM)=10^9m$ degani. Demak, nano bu uzunlik birligi Taqqoslash uchun, inson soch tolasi diametri taxminan 50 000 nanometr ga teng bo'lib, bu nanoo'lchamdan bir necha ming barobar kattadir. Shu sababli nanoo'lcham inson ko'zi va hatto oddiy mikroskoplar bilan ham bevosita kuzatib bo'lmaydigan darajada kichik strukturalarni anglatadi. Introduction to Nanotechnology asarida ta'kidlanishicha, nanoo'lchamli tizimlarda sirt va hajm nisbati keskin o'zgarishi material xossalarini butunlay yangi darajaga olib chiqadi.

Nanotexnologiya sanoatda 1994 yildan boshlab qo'llanila boshlagan. Bugungi kunda u materialshunoslik, elektronika, tibbiyot va energetika kabi ko'plab sohalarda muhim o'rin egallamoqda.

Nanomateriallar – bular moddalar va moddalar kompozitsiyasidir, qaysilarki, sun'iy yoki tabiiy tartibga solingan yoki solinmagan nanometrik xarakteristikali o'lchamli bazoviy elementlar tizimi – sistemasidir. Bularda nanometrik o'lchamli elementlarni kooperatsiya qilganda ularni o'zaro fizikaviy va kimyoviy ta'siri alohida namoyon bo'ladi. Bularning hammasi materiallar va sistemalarda ilgari ma'lum bo'lmagan xossalarni paydo bo'lishini ta'minlaydi: mexanik, kimyoviy, elektrofizik, optik, teplofizik.



Hozirgi paytda nanomateriallarni (molekulyar o'lchamli yoki unga yaqin darajada strukturalashtirilgan) har xil perspektiv - istiqbol usullaridan foydalaniladi. Usullarni nanoob'ekt yuzaga kelish printsipiga qarab asosan ikki gruppaga bo'linadi. 1) Materiallar yuzalarida nanostruktura hosil qilish: neytron atomlar, ionlar elektronlar tutamlari bilan ishlash plazma bilan xurushlash va boshqa usullar bilan ishlash. 2) Nanoobektning - nanomaterialni atomma-atom yoki molekulama-molekula yig'ish.

Nanostrukturalarni tabiiy hosil bo'lishi. Bu hodisa ko'proq rudalarni hosil bo'lishiga tegishli. An'anaviy yondoshish bo'yicha kristallanish quyidagi yo'llar bilan amalga oshadi.

- moddalarni kondensatsiyasidagi (energiya yig'ishdagi) hosil bo'lgan parlardan.

- eritmalardan, ularni sovib-qotishidan.

- eritmalardan, erigan moddani cho'kishi natijasida.

- qattiq holatdagi diffuzion o'zgarishlaridan.

Ushbu jarayonlar natijasida tog' jinslari, mineral tuzilmalar va hatto oltin kabi tabiiy elementlar ham shakllanadi. Demak, nanostruktura tabiatda ham keng tarqalgan fundamental hodisa hisoblanadi.

Metod: Ushbu tadqiqotda nanostrukturali konstruksion materiallarning mexanik xossalarini o'rganish uchun asosan adabiyotlar tahlili (literature review) usuli qo'llanildi. Tahlil jarayonida C. C. Kochning "Nanostructured Materials" va Charles P. Poole ning "Introduction to Nanotechnology" asarlari hamda Elsevier ilmiy jurnallarida chop etilgan zamonaviy ilmiy maqolalar asosiy manba sifatida o'rganildi. Mazkur manbalar orqali nanomateriallarning donachalar o'lchami, dislokatsiya harakati, sirt effekti va kvant hodisalarining mexanik xossalarga ta'siri nazariy jihatdan tahlil qilindi. Shuningdek, nanostrukturali materiallarning mustahkamlik, elastiklik va yoriq tarqalishiga chidamlilik kabi asosiy mexanik ko'rsatkichlari solishtirma tahlil asosida an'anaviy materiallar bilan taqqoslandi. Olingan ma'lumotlar umumlashtirilib, nanomateriallarning aviatsiya, tibbiyot va mashinasozlik sohalaridagi qo'llanilish imkoniyatlari baholandi.



Tahlil va natijalar: Nanotexnologiya asosidagi konstruksion materiallarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, ularning xossalari asosan nanoo'lchamdagi strukturaviy o'zgarishlar bilan belgilanadi. Donalar o'lchamining mikrometr diapazonidan nanometr diapazoniga kamayishi materialning mexanik xatti-harakatini tubdan o'zgartiradi. Nanostructured Materials asarida qayd etilishicha, nanokristall materiallarda donalar chegaralari ulushi keskin ortadi va bu dislokatsion harakatni cheklab, materialning oqish chegarasi va qattiqligini sezilarli darajada oshiradi. Tajribaviy natijalarga ko'ra, donalar o'lchami 100 nm dan kichik bo'lgan metall qotishmalarda mustahkamlik 2–5 barobar oshishi mumkin.

Shuningdek, Elsevier ilmiy jurnallarida chop etilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, nanokompozitlar va uglerod nanotubalari asosidagi materiallar juda yuqori mexanik ko'rsatkichlarga ega. Xususan, uglerod nanotubalarining elastiklik moduli 1 TPa atrofida bo'lib, bu ko'rsatkich po'latdan 5–10 barobar yuqoridir. Shu bilan birga, nanokompozit materiallar yuqori charchoqqa chidamlilik va korroziyaga barqarorlik xususiyatlarini namoyon etadi.

Nanostrukturali materiallarda kuzatiladigan eng muhim ilmiy hodisalardan biri — Hall–Petch qonuniyatidir. Bu qonuniyatga ko'ra, donalar o'lchami kamayishi bilan materialning mustahkamligi ortadi. Biroq 10 nm dan kichik o'lchamlarda teskari Hall–Petch effekti kuzatilishi mumkin, ya'ni material yumshashi ehtimoli paydo bo'ladi. Bu holat deformatsiya mexanizmlarining dislokatsion harakatdan donalar chegarasi sirpanishiga o'tishi bilan izohlanadi.

Quyidagi jadval nanostrukturali va an'anaviy konstruksion materiallarning asosiy mexanik ko'rsatkichlarini ilmiy taqqoslash asosida umumlashtiradi:

Ilmiy taqqoslash natijalari:

1-jadval.

Ko'rsatkich	An'anaviy konstruksion materiallar	Nanostrukturali materiallar
Donalar o'lchami	1–100 μm	1–100 nm



Ko'rsatkich	An'anaviy konstruksion materiallar	Nanostrukturali materiallar
Oqish chegarasi (MPa)	200–400	800–1500
Mustahkamlik	O'rtacha	2–5 barobar yuqori
Elastiklik moduli	70–210 GPa	200 GPa – 1 TPa (CNT)
Korroziyaga chidamlilik	O'rtacha	Yuqori
Charchoqqa chidamlilik	Cheklangan	Yuqori

Bu natijalar Introduction to Nanotechnology va Nanostructured Materials asarlaridagi ilmiy xulosalarni tasdiqlaydi.

Jadvaldagi ilmiy taqqoslash natijalari shuni ko'rsatadiki, nanostrukturali materiallar an'anaviy konstruksion materiallarga nisbatan deyarli barcha asosiy mexanik va ekspluatatsion ko'rsatkichlar bo'yicha sezilarli ustunlikka ega. Eng muhim farqlardan biri donalar o'lchamida kuzatiladi: an'anaviy materiallarda donalar mikrometr (1–100 μm) darajasida bo'lsa, nanostrukturali materiallarda bu ko'rsatkich nanometr (1–100 nm) darajasigacha kamayadi. Bu o'zgarish material ichidagi dislokatsiyalar harakatini keskin cheklab, mustahkamlikning oshishiga bevosita ta'sir qiladi.

Oqish chegarasi bo'yicha natijalar ham nanomateriallarning ustunligini yaqqol ko'rsatadi. An'anaviy materiallarda bu ko'rsatkich 200–400 MPa atrofida bo'lsa, nanostrukturali materiallarda 800–1500 MPa gacha yetishi mumkin. Bu esa ularning yuqori yuklama ostida deformatsiyaga chidamliligi ancha yuqori ekanligini bildiradi. Mustahkamlik ko'rsatkichlarining 2–5 barobar oshishi nanostrukturali materiallarning konstruksion ahamiyatini yanada oshiradi, ayniqsa aviatsiya va og'ir yuklamali mashinasozlik sohalarida.

Elastiklik moduli bo'yicha ham sezilarli farq kuzatiladi: an'anaviy materiallarda u 70–210 GPa oralig'ida bo'lsa, nanostrukturali materiallarda, ayniqsa



uglerod nanotubalarida (CNT), 200 GPa dan 1 TPa gacha yetishi mumkin. Bu holat materiallarning ham mustahkam, ham elastik bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi, ya'ni ular yuqori yuklamani deformatsiyasiz yoki juda kichik deformatsiya bilan qabul qila oladi.

Korroziyaga chidamlilik va charchoqqa chidamlilik ko'rsatkichlari ham nanomateriallarda ancha yuqori ekanligi aniqlangan. Bunga sabab ularning zich nanostrukturasi, ko'p sonli interfeyslar va yoriq tarqalishini to'xtatuvchi mexanizmlarning mavjudligidir. Natijada nanostrukturali materiallar uzoq muddat ishlashga mo'ljallangan muhim konstruktsiyalarda yanada ishonchli hisoblanadi.

Umuman olganda, tahlil natijalari nanotexnologiya asosidagi konstruksion materiallar an'anaviy materiallarga nisbatan sezilarli ustunlikka ega ekanligini ilmiy jihatdan tasdiqlaydi. Bu ustunlik nanoo'lchamdagi struktura, sirt effektlari va dislokatsiya mexanizmlarining o'zgarishi bilan bevosita bog'liqdir.

Xulosa:

Nanostrukturali konstruksion materiallar zamonaviy muhandislikning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri bo'lib, ular yuqori mustahkamlik, yengillik va uzoq muddatli ekspluatatsion barqarorlikni birlashtiradi. O'rganilgan natijalar ushbu materiallarning an'anaviy materiallarga nisbatan sezilarli ustunlikka ega ekanligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, ularning sanoat miqyosida keng qo'llanilishida texnologik murakkablik va iqtisodiy xarajatlar asosiy cheklov bo'lib qolmoqda. Kelajakda nanotexnologiyalarning rivojlanishi ushbu to'siqlarni kamaytirib, nanostrukturali materiallarning amaliy ahamiyatini yanada kengaytirishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Koch, C. C. *Nanostructured Materials*.
2. Poole, C. P. *Introduction to Nanotechnology*.
3. Gleiter, H. *Nanostructured materials*, 48(1), 1–29.
4. Elsevier Science *Materials Science and Engineering / Nanomaterials Research Articles*.
5. Meyers, M. A., Mishra, A., & Benson, D. J. Mechanical properties of nanocrystalline materials. *Progress in Materials Science*, 51(4), 427–556.



6. Suryanarayana, C. (1995). Nanocrystalline materials. *International Materials Reviews*, 40(2), 41–64.
7. Callister W.D. – Materials Science and Engineering
8. <https://newjournal.org/new/article/download/2102/1923/1938>