

NANOTEXNOLOGIYA ASOSIDAGI KONSTRUKSION MATERIALLAR

*Shukurova Mushtariy Shavkat qizi*

*“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti talabasi*

[shukurovamushtariy4@gmail.com](mailto:shukurovamushtariy4@gmail.com)

*Abduraxmonova Shoxidaxon Abduqodirovna*

*“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti assistenti*

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

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada nanostrukturali konstruksion materiallarning olinishi, tuzilishi va mexanik xossalari talabalar uchun tushunarli tarzda bayon etiladi. Nanomateriallarning yuqori mustahkamlik va engillik xususiyatlari hamda sanoatdagi tatbiqiy ahamiyati o‘rganiladi. Maqola nanotexnologiya sohasiga kirish istagan barcha talabalarga mo‘ljallangan.

**Kalit so‘zlar:** nanomateriallar, nanostruktura, mexanik mustahkamlik, konstruksion materiallar, aviasiya, tibbiyot, mashinasozlik.

**Kirish:** Nanotexnologiya — bu 1 dan 100 nanometrgacha o‘lchamdagi zarrachalar bilan ishlaydigan fan va texnologiya sohasidir. Taqqoslash uchun: inson sochining bir tori taxminan 80 000 nanometrni tashkil etadi. Ya‘ni, nanotexnologiya bizga ko‘rinmas bo‘lgan atomlar va molekulalar miqyosida materiyani boshqarish imkoniyatini beradi.

Bu soha 1959-yilda mashhur fizik Richard Feynman o‘zining "Pastda joy juda ko‘p" nomli ma‘ruzasida atom va molekulalar miqyosida qurilmalar yaratish mumkinligi haqida so‘zlaganidan keyin rivojlana boshladi. Bugungi kunda nanotexnologiya tibbiyot, elektronika, energetika va konstruksion materiallar sohasida inqilob yasamoqda.

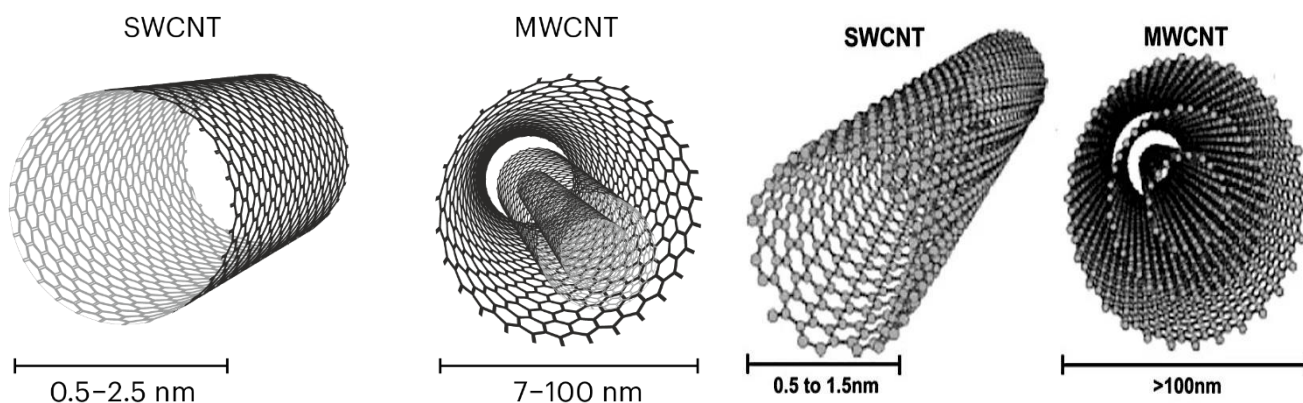
Bu savolga javob berish uchun ikki tushunchani tushunish zarur: sirt yuzasi nisbati va kvant effektlari.

Zarracha qanchalik kichik bo'lsa, uning sirtidagi atomlar umumiy atom soniga nisbatan shunchalik ko'p bo'ladi. Misol uchun, 1 sm diametrli temir sharini ko'rib chiqaylik: uning sirtidagi atomlar umumiy atomlar sonining juda kichik qismini tashkil etadi. Ammo agar o'sha temirni nanozarrachalarga bo'lsak, deyarli barcha atomlar sirt qatlamida joylashadi. Sirt atomlari esa ichki atomlardan farqli kimyoviy va fizik xossalarga ega bo'ladi.

Nano o'lchamda moddalar kvant mexanikasi qonuniyatlariga bo'ysuna boshlaydi. Bu esa materiallarning elektr o'tkazuvchanligi, ranglanishi, mustahkamligi va boshqa xossalarini o'zgartiradi. Masalan: oddiy holda sariq rangli oltin nano o'lchamda qizil, ko'k yoki binafsha rangga kiradi.

**Asosiy qisim:** Konstruksion materiallar — bu inshoot, mashina va qurilmalarning asosiy tuzilmaviy elementlarini tayyorlashda ishlatiladigan materiallar. Nanostrukturali konstruksion materiallar an'anaviy materiallarga nisbatan bir qancha afzalliklarga ega:

Uglerod nanotrubkalar bitta uglerod atomlari qatlami g'altaklangan silindrik tuzilmalardir. Ular 1991-yilda Sumio Iijima tomonidan kashf etilgan (1-rasm).



1-rasm. Bir va ko'p devorli uglerod nanotubalar

CNTlarning xossalari hayratlanarli:

- Mustahkamligi po'latnikidan 100 barobar yuqori
- Zichligi aluminiynikidan 6 barobar past
- Elektr o'tkazuvchanligi misnikiga teng yoki undan yuqori
- Issiqlik o'tkazuvchanligi olmos bilan taqqoslanadi

CNTlar hozirda samolyot konstruksiyalari, sport jihozlari (velosiped, tennis raketkasi), avtomobil kuzovlari va harbiy zirhli plitalarda qo'llanilmoqda.

Grafen — bir qatlam qalinlikdagi uglerod atomlaridan iborat ikki o‘lchovli material bo‘lib, 2004-yilda Andre Geim va Konstantin Novoselov tomonidan ajratib olingan (bu kashfiyot ularga 2010-yilda Nobel mukofotini keltirdi). Grafenning ba‘zi xossalari:

- Hozirga qadar ma‘lum bo‘lgan eng mustahkam material
- Deyarli shaffof (ko‘rinadigan nurning 97,7% ni o‘tkazadi)
- Hidrogendan tashqari barcha gazlar uchun o‘tkazmaslik xususiyatiga ega
- Ajoyib elektr o‘tkazuvchanlik.

Grafen qurilish materiallariga qo‘shilganda betonning mustahkamligi sezilarli darajada ortadi, zanglamaslikka chidamlilik oshadi va konstruksiyaning butun xizmat muddati uzayadi.

Odatdagi metallar kristallar (donachalar) to‘plamidan iborat bo‘lib, bu donachalar o‘lchami mikrometrlarda o‘lchanadi. Nanokristallik metallarda esa donachalar 100 nm dan kichik bo‘ladi. Bu holda Hall-Petch qonuniga ko‘ra materialning mustahkamligi donachalar o‘lchami kamayishi bilan ortadi. Misol uchun, nanokristallik mis oddiy misdan 5 barobar mustahkamroq bo‘lishi mumkin.

Nanokeramikalar: Keramikalar odatda mo‘rt (sinuvchan) materiallar sifatida tanilgan. Ammo nanostrukturali keramikalar bu kamchilikni bartaraf etadi. Ular yuqori haroratga chidamlilik, kimyoviy barqarorlik va yaxshi mexanik xossalarni birlashtiradi. Jet dvigatellari turbina pallalari va raketa himoya qobiqlari uchun ideal material hisoblanadi.

Konstruksion materiallar uchun eng muhim mexanik xossalar quyidagilardir:

Mustahkamlik — materialning tashqi kuchga qarshi turish qobiliyatidir. U bir necha turga bo‘linadi: tortishga mustahkamlik, siqilishga mustahkamlik va egilishga mustahkamlik. Nanomateriallarda mustahkamlik an‘anaviy materiallarga nisbatan sezilarli darajada yuqori bo‘ladi, chunki nano o‘lchamdagi tuzilmada nuqsonlar (dislokatsiyalar) kamroq uchraydi.

Qattqlik — materialning sirtiga boshqa modda kirib borishiga qarshilik ko‘rsatish xususiyatidir. Nanokristallik materiallar, xususan, nanokristallik olmos va kubik bor nitridi, eng qattiq materiallar sirasiga kiradi. Ular kesish asboblari, qoplama qatlamlari va abrativ materiallar sifatida ishlatiladi.

Ko‘pchilik qattiq materiallar mo‘rt bo‘lib, zarba ta‘sirida osonlik bilan sinib ketadi. Nanomateriallarda esa qattqlik va plastiklikni birlashtirish mumkin. Bu xususiyat

nanokristallik metallarda va uglerod nanotubkalar bilan mustahkamlangan polimer kompozitlarda kuzatiladi.

Aviasiya va kosmonavtika: Aviatsiya sanoatida har gramm og‘irlikni kamaytirish katta iqtisodiy va texnik foyda beradi. Zamonaviy samolyotlarda (masalan, Boeing 787 Dreamliner va Airbus A350) korpusning 50% dan ortig‘i uglerod tolali kompozit materiallardan yasalgan. Bu materiallar nanotexnologiya yordamida yanada yaxshilanib bormoqda. NASA esa kosmik apparatlar uchun CNT asosidagi materiallar ustida tadqiqot olib bormoqda.

Tibbiyot va biomeditsina: Tibbiyot sanoatida nanomateriallar protezlar, implantlar va jarrohlik asboblari tayyorlashda ishlatiladi. Nano-gidroksiapatit — suyak implantlarida tabiiy suyak dokasi bilan mukammal moslashadi. Titan nanoqubkalar esa suyak bilan birikib ketuvchi implantlar uchun idealdir. Bundan tashqari, nanomateriallar asosidagi antibakterial qoplamalar kasalxona infeksiyalarining oldini olishda muhim rol o‘ynamoqda. Shu bilan birgalikda avtomobil sanoatida nanokompozitlar kuzov panellarini, tormoz diskalar va dvigatel detallarini tayyorlashda qo‘llanilmoqda. Nanomateriallar asosidagi yoqilg‘i elementlari elektr avtomobillarda batareyalarning energiya zichligini oshirmoqda. General Motors, Toyota va Tesla kompaniyalari nanomateriallar tadqiqotiga katta mablag‘ sarflamoqda. Bundan tashqari nano-kremniy oksid va nano-titanium dioksid qo‘shilgan beton an‘anaviy betonga nisbatan 30-40% mustahkamroq bo‘ladi. Shuningdek, nanomateriallar asosidagi qoplamalar binolar sirtini chang va suvdan himoya qiladi, o‘z-o‘zini tozalaydigan xususiyatga ega bo‘ladi.

Nanomateriallar ikki asosiy yondashuv orqali olinadi:

Bu usulda yirik materiallar mexanik, kimyoviy yoki fizik usullar yordamida nano o‘lchamgacha maydalanadi. Masalan:

- Yuqori energiyali maydalash (ball milling)
- Litografiya (mikroelektronikada)
- Lazer ablatsiya (laser ablation)

Bu usulda nanomateriallar atom va molekulalarni birma-bir joylashtirish orqali quriladi. Bu ancha aniq, lekin murakkab jaray:

- Kimyoviy bug‘cho‘ktirish
- Sol-gel usuli
- Molekulyar nurli epitaksiya (MBE)
- Ximik sintez va o‘z-o‘zini tashkil etish

**Natijalar va ularning tahlili:** Nanomateriallarning keng tarqalishiga bir necha omil to‘sqinlik qilmoqda:

- Ishlab chiqarish tannarxi hali yuqori
- Ko‘p miqdorda ishlab chiqarish qiyin
- Nanozarrachalarning inson salomatligi va atrof-muhitga ta‘siri to‘liq o‘rganilmagan
- Standartlashtirish va sertifikatlash tizimlari rivojlanmagan
- Shunday bo‘lsa ham, nanomateriallar sanoatining kelajagi porloq ko‘rinadi. MarketsandMarkets tadqiqot kompaniyasi ma‘lumotlariga ko‘ra, global nanomateriallar bozori 2025-yilga kelib 30 milliard dollarga yetishi kutilmoqda. Sanoat, mudofaa va tibbiyot sohalaridagi investitsiyalar bu texnologiyani jadal rivojlantirmoqda.

**Xulosa:** Nanotexnologiya asosidagi konstruksion materiallar zamonaviy muhandislikning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir. Uglerod nanotrubkalar, grafen, nanokristallik metallar va nanokeramikalar an‘anaviy materiallarga qaraganda ancha yuqori mexanik xossalarga ega. Bu materiallar aviatsiya, tibbiyot, mashinasozlik va qurilish sohalarida inqilob yasamoqda.

Talaba sifatida bu sohani o‘rganish uchun fizika, kimyo va materiallar fani asoslarini puxta bilish zarur. Nanotexnologiya — bu nafaqat kelajakning texnologiyasi, balki allaqachon haqiqatga aylangan ilmiy kashfiyotlar yig‘indisidir. Ushbu sohadagi bilim va malakalar sizni kelajakdagi innovatsion loyihalarga tayyorlaydi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Koch, C. C. Nanostructured Materials: Processing, Properties and Applications. — William Andrew, 2006.
2. Poole, C. P., Owens, F. J. Introduction to Nanotechnology. — Wiley-Interscience, 2003.
3. Iijima, S. Helical microtubules of graphitic carbon // Nature. — 1991. — Vol. 354. — P. 56–58.
4. Novoselov, K. S. et al. Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films // Science. — 2004. — Vol. 306. — P. 666–669.
5. Elsevier ilmiy jurnallari: Materials Today, Nano Energy, Acta Materialia — [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
6. National Nanotechnology Initiative (AQSh): [www.nano.gov](http://www.nano.gov)
7. <https://tuball.com/articles/multi-walled-carbon-nanotubes>