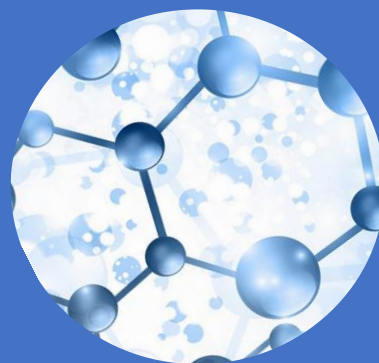


**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI QAYTA
TAYYORLASH VA MALAKASINI OSHIRISH
TARMOQ MARKAZI**



**KIMYOVIY TEXNOLOGIYA
(noorganik moddalar va mineral
o'g'itlar ishlab chiqarish bo'yicha)
yo'nalishi**

**TOSHKENT
KIMYO-TEXNOLOGIYA
INSTITUTI**

**«Zamonaviy kompozitsion va nanomateriallar texnologiyasi»
moduli bo'yicha**

O'QUV-USLUBIY MAJMUA

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**OLIV TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI
TASHKIL ETISH BOSH ILMIV - METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

KIMYOVIY TEXNOLOGIYA
(Noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish bo‘yicha)
yo‘nalishi

**“Zamonaviy kompozitsion va
nanomateriallar texnologiyasi”
moduli bo‘yicha**

O‘ Q U V – U S L U B I Y M A J M U A

Toshkent - 2021

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2020 yil 7-dekabrdagi 648-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchilar: **Z.A. Babaxanova** - Toshkent kimyo-texnologiya instituti, “Silikat materiallar, nodir va kamyob metallar texnologiyasi” kafedrasida dosenti, t.f.n.

Z.Ch. Qodirova – Toshkent kimyo-texnologiya instituti, “Silikat materiallar va nodir, kamyob metallar texnologiyasi” kafedrasida dosenti, t.f.d.

Xorijiy ekspert: **Д.О. Лемешев** - Декан факультета технологии неорганических веществ и высокотемпературных материалов ФГБОУ ВО Российский химико технологический университет имени Д.И. Менделеева кандидат технических наук

O‘quv-uslubiy majmua Toshkent kimyo-texnologiya instituti Kengashining 2020 yil 30-dekabrdagi 4-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR.....	5
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA‘LIM METODLARI.....	13
III. NAZARIY MATERIALLAR.....	24
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....	82
V. KEYSLAR BANKI.....	132
VI. GLOSSARIY.....	150
VII. ADABIYOTLAR RO‘YXATI.....	172
VIII. MUTAXASSIS TOMONIDAN BERILGAN TAQRIZ.....	175

I. ISHCHI DASTUR

Kirish

Dastur rivojlangan mamlakatlardagi xorijiy tajribalar asosida “Kimyoviy texnologiya (noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish bo‘yicha)” qayta tayyorlash va malaka oshirish o‘nalishi bo‘icha ishlab chiqilgan o‘quv reja va dastur mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u zamonaviy talablar asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining bilimini va kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishining o‘ziga xos xususiyatlari hamda dolzarb masalalaridan kelib chiqqan holda dasturda zamonaviy kompozitsion va nanomateriallar texnologiyasi, kompozitsion va nanomateriallar turlari va ularning ishlab chiqarish texnologiyalari, tarkibi, strukturasi, makro va mikromexanikasi, kompozitlar va nanomateriallar bilan dizayn qilish usullari, an’anaviy va noan’anaviy kompozitlar turlari, nanokompozitlar, biokompozitlar, ularni ishlab chiqarishdagi muammolar va o‘ziga xos xususiyatlariga oid bilim, ko‘nikma va malakalarini yangilab borishga qaratilgan muammolari bayon etilgan.

Modulning maqsadi va vazifalari

Kimyoviy texnologiya qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishini “Kimyoviy texnologiya (noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish bo‘yicha)” mutaxassisligi o‘quv rejasida maxsus modullar blokiga kiritilgan “Zamonaviy kompozitsion va nanomateriallar texnologiyasi” moduli o‘quv dasturining **maqsadi** – polimer, metall, keramik-matritsa li kompozitlar va nanomateriallar ishlab chiqarishda innovasion texnologiyalar; nanokompozitlar, biokompozitlar, laminatlar turlari, materiallarda kerakli struktura va xossalarni ta‘minlashda kompozitsion va nanomateriallarning o‘rni va mohiyati, ushbu sohadagi ilg‘or tajribalar, zamonaviy bilim va malakalarni o‘zlashtirish va amaliyotga joriy etishlari uchun zarur bo‘ladigan kasbiy bilim, ko‘nikma va malakalarini takomillashtirish, shuningdek pedagog kadrlarning ijodiy faolligini

rivojlantirishdan iborat.

“Zamonaviy kompozitsion va nanomateriallar texnologiyasi” modulining *vazifasi* – kompozitsion va nanomateriallar ishlab chiqarishda innovasion texnologiyalarining amaliy prinsiplari, kompozitsion materiallarni zarracha, tola va struktura darajasida mustahkamlashtirish; kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi mustahkamlashtiruvchi komponentlar xossalarini o‘rganish va kompozitlarning tarkiblarini tuzish; turli matritsa li kompozitlar; nanomaterial va nanoobyektlarning asosiy turlari; ular asosidagi nanosistemalar; nanostrukturalangan materiallarni sintez usullari, ularni amaliyotga qo‘llash bo‘yicha malakaviy ko‘nikmalarini shakllantirish.

Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikma va malakalariga qo‘yiladigan talablar

“Zamonaviy kompozitsion va nanomateriallar texnologiyasi” moduli bo‘yicha tinglovchilar quyidagi yangi bilim, ko‘nikma, malaka hamda kompetensiyalarga ega bo‘lishlari talab etiladi:

Tinglovchi:

- nanoobyektlarning asosiy turlari va ular asosidagi nanosistemalar, nanoobyektlar tavsifini;
- plazmakimyoviy sintez – lazerli ablyasiya usullarini;
- zarrachalar, tolalar va struktura darajasida mustahkamlashtirish usullarini;
- nanokompozitlar, biokompozitlar va noan’anaviykompozitlarni ***bilishi*** kerak.

Tinglovchi:

- fotonika, yuzaplazmon, pyezorezistiv effektlarni o‘rganish;
- nanomaterial xossalari aniqlash;
- zarrachalar, tolalar va struktura darajasida mustahkamlashtirish;
- kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi mustahkamlashtiruvchi komponentlar xossalarini o‘rganish;
- materiallar strukturasi o‘rganishda rentgenografik va elektron mikroskopik taxlil Ma’lumotlarini taqqoslash;

- internet tizimidan foydalangan holda nanomateriallar va ularning sintez usullari bo‘yicha qo‘shimcha Ma’lumotlari izlab topish;
- nanostrukturalarni bir biridan farqlash;
- yo‘naltirilgan xususiyatli kompozitsion material ishlab chiqarishda matritsa materialini tanlash;
- kompozitlarning tarkiblarini tuzish *ko‘nikmalariga* ega bo‘lishi lozim.

Tinglovchi:

- zamonaviy innovasion texnologiyalarni tadbiq qilish sharoitlarini aniqlash;
- nano va kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan xom ashyo materiallarni, ular asosida sintez qilish usullarini farqlash;
- kompozitsion va nanomateriallar ishlab chiqarishning innovasion texnologiyalarini zamonaviy usullarini qo‘llash *malakalariga* ega bo‘lishi lozim.

Tinglovchi:

- zamonaviy innovasion texnologiyalarni tahlil qilish va qo‘llash imkoniyatlarini namoyish qilish tamoyillarini ajratib ko‘rsata olish;
- innovasion texnologiyalarni loyihalash asosida afzallik va kamchiliklarini ko‘rsatib berish;
- fan sohasida korxonalaridagi tajriba-izlanish ishlarida innovasion texnologiyalarning ko‘rsatkichlarini aniqlash;
- nano va kompozitsion materiallar, ularning turlari va qo‘llanilish sohalari bo‘yicha tavsiya va maslahat berish **kompetensiyalarini** egallashi lozim

Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi

“Zamonaviy kompozitsion va nanomateriallar texnologiyasi” moduli qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishini bo‘yicha o‘quv rejadagi boshqa mutaxassislik fanlari bilan uzluksiz bog‘liq bo‘lib, ushbu fanlarni o‘zlashtirishda amaliy yordam beradi. “Zamonaviy kompozitsion va nanomateriallar texnologiyasi” fanini to‘liq o‘zlashtirish va amaliy vazifalarni bajarishda yuqori bloklardagi fanlar katta yordam beradi.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar Kimyoviy texnologiya (noorganik moddalar va mineral o'g'itlar ishlab chiqarish bo'yicha) – kompozitsion va nanomateriallar ishlab chiqarishlarining zamonaviy usullarini o'rganish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti:

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat				
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi			Mustaqil ta'lim
			Jami	Jumladan		
				Nazariy	Amaliy mashg'ulot	
1.	Kompozitsion materiallar, tuzilishi, matritsa va dispers faza. Zarrachalar, tolalar va struktura darajasida mustahkamlashtirish. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi mustahkamlashtiruvchi komponentlar xossalarini o'rganish va kompozitlarning tarkiblarini tuzish.	6	6	2	4	
2.	Metall matritsali kompozitlar. Polimer matritsali kompozitlar. Keramik matritsali kompozitlar. Noan'anviy kompozitlar. Biokompozitlar. Nanokompozitlar.	8	8	2	6	
3.	Nanomateriallar. Nanoobyektlarning asosiy turlari va ular asosidagi nanosistemalar. Nanoobyektlar tavsifi. Fullerenlar. Uglrodli trubkalar. Supramolekulyar kimyo. Nanostrukturalangan materiallarni sintez usullari. Plazmakimyoviy sintez – lazerli ablyasiya.	6	6	2	4	
4.	2D-Nanostrukturalangan materiallar va uglrodli nanomaterial sintez usullari. Optoelektronika. Fotolyuminessensiya. Foton kristallar. Fotonika. Yuzaplazmon. Pyezorezistiv effekt. Spintronika (spin asosidagi elektronika). Kubit. Kvant kompyuterlar. Nanomaterial olish va ularni xossalari.	6	6	2	4	
5.	Jami:	26	26	8	18	

NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Kirish. Kompozitsion materiallar, tuzilishi, matritsa va dispers faza. Zarrachalar, tolalar va struktura darajasida mustahkamlashtirish.

1. Fanning predmet va vazifalari.
2. Kompozitsion materiallar texnologiyasining rivojlanish tendensiyasi.
Kompozitsion materiallar to‘g‘risida umumiy Ma’lumot.
3. Kompozitsion materiallar, tuzilishi, matritsa va dispers faza.
Zarrachalar, tolalar va struktura darajasida mustahkamlashtirish.
4. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi mustahkamlashtiruvchi komponentlar xossalarini o‘rganish va kompozitlarning tarkiblarini tuzish.

2-mavzu: Metall matritsa li kompozitlar. Polimer matritsa li kompozitlar. Keramik matritsa li kompozitlar. Noan’anviy kompozitlar. Biokompozitlar. Nanokompozitlar.

1. Metall matritsa li kompozitlar.
2. Polimer matritsa li kompozitlar.
3. Keramik matritsa li kompozitlar.
4. Turli kompozitlarni olish usullari, xossalari va qo‘llanilish sohalari.
5. Noan’anviy kompozitlar. Biokompozitlar. Nanokompozitlar.

3-mavzu: Nanomateriallar. Nanoobyektlarning asosiy turlari va ular asosidagi nanosistemalar.

1. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi.
2. Nanotexnologiyalar to‘g‘risida umumiy Ma’lumot.
3. Nanoobyekt, nanomaterial, nanotexnologiya tushunchasi.
4. Nanoobyektlar tavsifi.
5. Fullerenlar. Uglerodli trubkalar. Supramolekulyar kimyo.
6. Nanostrukturalangan materiallarni sintez usullari. Plazmakimyoviy sintez – lazerli ablyasiya.

4-mavzu: 2D-Nanostrukturalangan materiallar va uglerodli nanomaterial sintez usullari.

1. 2D-Nanostrukturalangan materiallar va uglerodli nanomaterial sintez usullari.

2. Optoelektronika. Fotolyuminessensiya.
3. Foton kristallar. Fotonika. Yuzaplazmon.
4. Pyezorezistiv effekt. Spintronika (spin asosidagi elektronika).
5. Kubit. Kvant kompyuterlar.
6. Nanomaterial olish va ularni xossalari.

AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg‘ulot: Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi mustahkamlashtiruvchi komponentlar xossalari o‘rganish.

1. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi tolalar xossalari o‘rganish.
2. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi dispers mustahkamlashtiruvchi komponentlarning granulometrik tarkibi va xossalari o‘rganish.

2-amaliy mashg‘ulot: Matritsa materiallari tarkibi va xossalari o‘rganish.

1. Termoreaktiv polimer materiallar tarkibi va asosiy xossalari o‘rganish.
2. Termoplastik polimer materiallar tarkibi va asosiy xossalari o‘rganish.
3. Kompozitsion material tarkibini tuzish va xossalari loyihalash. Polimer matritsa asosida kompozitsion material tarkibini tuzish, kompozitsiyani tayyorlash usullari va qotirish jarayonini o‘rganish.
4. Shishakompozitlar ishlab chiqarish texnologiyasini o‘rganish. Shishakompozit “Tripleks” tarkibi, asosiy xossalari va qo‘llanilish imkoniyatlarini o‘rganish.

3-amaliy mashg‘ulot: Kristall nanosistemalar va ularni ahamiyati. Nanotexnologiya va elektronika.

1. Zarrachalarning chegarasi. Zarrachalar chegarasining migrasiyasi.
2. Multiplet ikkilamchi zarrachalar. Dislokasiya. Joylashish defektlari. Uchkarrali tugun. Xoll-Petch qonuni. Ta’qiqlangan chegaraning kengligi.
3. Molekulyar elektronika. Yorug‘lik diodi (LED). Maydon effektli tranzistor (FET). Yupqa plenkali tranzistorlar (TFT). Bir elektronli

tranzistor (SET). Zaryad bog‘lanishli qurilma (CCD). Komplementar metaloksidli yarim o‘tkazgich (CMOS). Gigantmagnit qarshiligi (GMR). Optoelektronika. Fotolyuminessensiya.

4. Foton kristallar. Fotonika. Yuzaplazmon. Pyezorezistiv effekt. Spintronika (spin asosidagi elektronika). Kubit. Kvant kompyuterlar.

4-amaliy mashg‘ulot: Polimer nanomaterial olish va ularni xossalarni o‘rganish. Nanosellyuloza. Biomimetika sistemalarni olish va ularni xossalari.

1. Suyuq kristal. Shakl xotirali polimerlar. Nanosellyuloza. To‘qimali injeneriya.

2. Biomoslashuvchanlik. Biomimetika. Elektron burun. Elektron til. Bot. Nanobot. Dorilarni maqsadli yetkazish. DNK-chip.

3. Nanomaterial olish va ularni xossalarni o‘rganish. Tagdan-tepaga va Tepadan pastga. Bug‘ fazasidan fizikaviy cho‘ktirish (PVD). Bug‘ fazasidan kimyoviy cho‘ktirish (CVD).

4. Nanostrukturalangan materiallarni sintez usullarini solishtirish va muqobilini tanlash.

O‘QITISH SHAKLLARI

- Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi:
 - ma’ruza lar, amaliy mashg‘ulotlar (Ma’lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
 - davra suhbatlari (o‘rganilayotgan muammo yechimlari bo‘yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
 - bahs va munozaralar (muammolar yechimi bo‘yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA‘LIM METODLARI

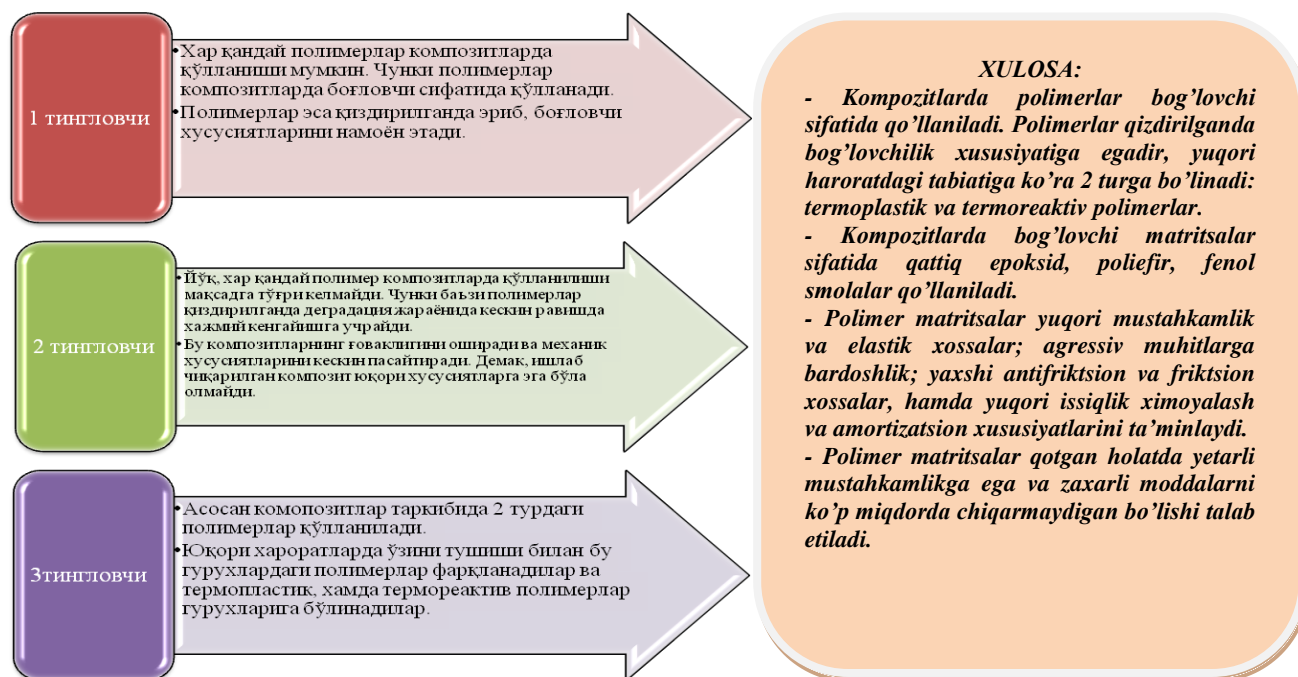
«Aqliy hujum» (breynstorming) metodi

Metodning maqsadi: amaliy yoki ilmiy muammolarni hal etish fikrlarni jamoali generatsiya qilish, o‘qib-o‘rganish faoliyatini faollashtirish, muammoni mustaqil tushunish va hal etishga motivlashtirishni rivojlantirish.

•Aqliy hujum vaqtida ishtirokchilar murakkab muammoni birgalikda hal etishga intilishadi: ularni hal etish bo‘yicha o‘z fikrlarini bildiradi (generatsiya qiladi) va bu fikrlar tanqid qilinmasdan ular orasidan eng muvofiqi, samaralisi, maqbuli va shu kabi fikrlar tanlab olinib, muhokama qilinadi, rivojlantiriladi va ushbu fikrlarni asoslash va rad etish imkoniyatlari baholanadi. Har bir guruh ichida umumiy muammoning bir jihati hal etiladi.

Namuna: Har qanday polimer birikmalaridan kompozitlar tarkibini tuzishda foydalanilish mumkin-mi?

To‘g‘ridan-to‘g‘ri jamoali aqliy hujum – iloji boricha ko‘proq fikrlar yig‘ilishini ta‘minlaydi. Butun o‘quv guruhi (20 kishidan ortiq bo‘lmagan) bitta muammoni hal etadi. O‘quv guruhidagi har bir tinglovchi ushbu muammoga javob beradi, o‘z fikrini bildirib, dalillar keltiradi.



“Venn diagrammasi” metodi

Metodning maqsadi: Bu metod grafik tasvir orqali o‘qitishni tashkil etish shakli bo‘lib, u ikkita o‘zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur

metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko‘rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko‘rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o‘ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralar ichiga yozib chiqish taklif etiladi;

- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to‘rt kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiriladi va har bir juftlik o‘z tahlili bilan guruh a‘zolarini tanishtiradilar;

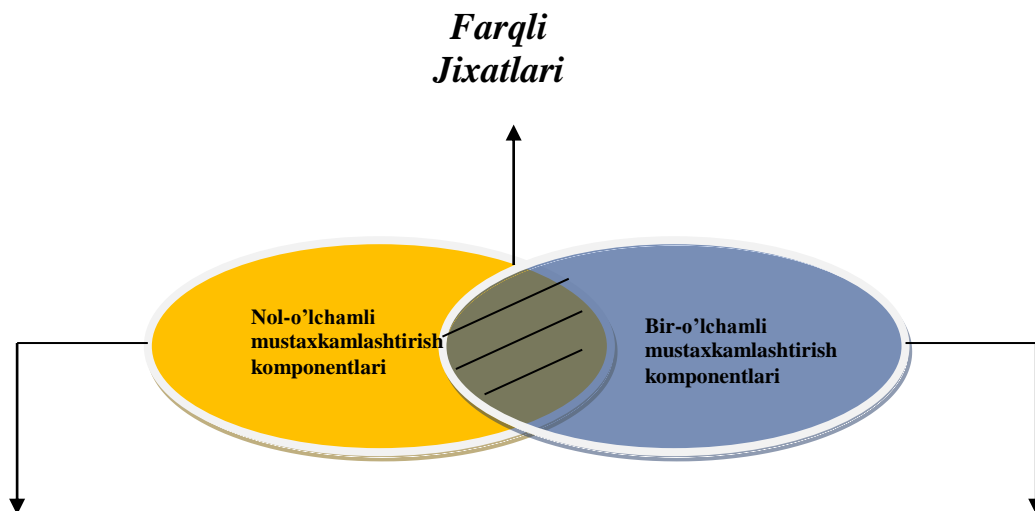
- juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko‘rib chiqilayotgan muammo yohud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

Namuna 1:

“Nol-o‘lchamli mustahkamlashtirish komponentlari” va “Bir-o‘lchamli mustahkamlashtirish komponentlari” mavzusi bo‘yicha “Venn diagrammasi”.

Umumiy jixatlari:

1. Kompozitlarda mustahkamlashtiruvchi vazifasini bajaradi.
2. Kompozitlarning termik bardoshligini oshiradi.
3. Kompozitlarning mustahkamligini oshiradi.
4. Kompozitlarning qattiqligini oshiradi.



- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Нано- ва микро-ўлчамли заррачалар 2. Изотропик хоссали композит хосил бўлади 3. Ўлчами уч йўналишда кичик бўлган қўшимчалар 4. Металл матрицали композитларда мустахкамлаштириш компонентлари | <ol style="list-style-type: none"> 1. Тола, ип, “мўйловлар” шаклидаги узун кристаллар 2. Анизотроп хусусиятли композит хосил бўлади 3. Толасимон тўлдирувчилар, арматура элементлари, калта толали табиий материаллар 4. Композитлар мустахкамлаштиришнинг энг тарқалган тури. |
|---|--|

“KEYS – STADI” metodi

«Keys-stadi» inglizcha soʻz - (case – aniq vaziyat, hodisa, study - oʻqitish). Bu metod aniq vaziyat, hodisaga asoslangan oʻqitish metodi hisoblanadi. Keys- uslub (Case study) – bu real iqtisodiy yoki ijtimoiy vaziyatlar taʼrifini qoʻllaydigan taʼlim berish texnikasidir. Bunda *vaziyat* deganda biron aniq hodisaning taʼrifi nazarda tutiladi. Guruhga haqiqiy axborot taqdim etilib (u haqiqiy hodisaga asoslangan yoki oʻylab chiqilgan boʻlishi mumkin), muammolarni muhokama qilish, vaziyatni tahlil etish, muammoning mohiyatini oʻrganib chiqish, ularning taxminiy yechimlarini taklif qilish va bu yechimlar orasidan eng yaxshisini tanlab olish taklif etiladi.

«Keys - stadi» metodi boʻyicha ishlash:

1. Yakka tartibda ishlash (umumiy vaqtning 30% si):

Vaziyat bilan tanishish (matn boʻyicha yoki soʻzlab berish orqali). Muammolarni aniqlash. Axborotni umumlashtirish. Axborot tahlili.

2. Guruhda ishlash (umumiy vaqtning 50% si):

Muammolarni hamda ularning dolzarbligi boʻyicha ketma-ketligini (iyerarxiasini) aniqlash. Muqobil yechim yoʻllarini ishlab chiqish. Har bir yechimning afzal va zaif jihatlarini belgilash. Muqobil yechimlarni baholash.

3. Yakka tartibda va guruhda ishlash (umumiy vaqtning 20% si):

Muqobil variantlarni qoʻllash imkoniyatlarini asoslash. Hisobot hamda natijalar taqdimotini tayyorlash.

Keys harakatlari oʻz ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qayerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/ Qanaqa (How), Nima-natija (What).

“Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
1-bosqich: Keys va uning axborot ta‘minoti bilan tanishtirish	<ul style="list-style-type: none"> ✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish; ✓ keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda); ✓ axborotni umumlashtirish; ✓ axborot tahlili; ✓ muammolarni aniqlash
2-bosqich: Keysni aniqlashtirish va o‘quv topshirig‘ni belgilash	<ul style="list-style-type: none"> ✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muammolarni dolzarblik iyerarxiasini aniqlash; ✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash
3-bosqich: Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o‘quv topshirig‘ining yechimini izlash, hal etish yo‘llarini ishlab chiqish	<ul style="list-style-type: none"> ✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muqobil yechim yo‘llarini ishlab chiqish; ✓ har bir yechimning imkoniyatlari va to‘siqlarni tahlil qilish; ✓ muqobil yechimlarni tanlash
4-bosqich: Keys yechimini yechimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ yakka va guruhda ishlash; ✓ muqobil variantlarni amalda qo‘llash imkoniyatlarini asoslash; ✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash; ✓ yakuniy xulosa va vaziyat yechimining amaliy aspektlarini yoritish

Keys 1. «Kevlar» tolalari bilan mustahkamlashtirilgan polimer –matritsali kompozitlar yuqori elastiklik moduliga ega, shuning uchun ular dunyo bo‘yicha qurolli kuchlarni himoyalash vositalarida keng qo‘llaniladi (bronejiletlar tayyorlashda). Ammo bunday kompozitlarning termik bardoshligi past ko‘rsatkichlarga ega.

Kompozitlarning termik bardoshligini qanday oshirish mumkin?

Кейсни бажариш босқчилари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг(индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Янги термик бардош ва юқори эластик модулига эга бўлган КОМПОЗИТНИНГ таркибини таклиф этинг (жуфтликлардаги иш).

Keys 2.DSP, fanera, MDF, DStP materiallari yog‘ochsozlikda mebel ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Biroq, ular O‘zbekistonga asosan chetdan keltiriladi. O‘zbekistonda yelimlangan yog‘och materiallar ishlab chiqarishni tashkil qilish uchun imkoniyatlarni izlang.

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг, зарур bilimлар рўйхатини тузинг (индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Ёғоч хом ашёсини тўплаш бўйича бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг (жуфтликда ишлаш).
- Елимланган ёғоч материаллар бозори истеъмолчиларини изланг.
- Бажарилган ишларни тақдимот қилинг.

KEYS 3

Turli yog‘ochlardan olingan yelimlangan materiallar turlicha fizik-mexanik xossalarni namoyon qiladi. O‘zbekiston sharoitida qaysi yelimlangan yog‘och materialini ishlab chiqarish har taraflama foydali?

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Елимланган материалларнинг структурасини ўрганиб чиқинг (якка тартибда).
- Уларда қўлланиладиган елимларни гуруҳларга ажратинг (жуфтликда).
- Мебель ва дугадорлик буюмларининг конструктив элементларини ўрганинг (гуруҳда).
- Ишлаб чиқариш мумкин бўлган энг самарали елимланган ёғоч материалини танланг.
- Кейс натижаларини намойиш қилинг.

“Tushunchalar tahlili” metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod tinglovchilar yoki qatnashchilarni mavzu bo‘yicha tayanch tushunchalarni o‘zlashtirish darajasini aniqlash, o‘z bilimlarini mustaqil ravishda tekshirish, baholash, shuningdek, yangi mavzu

bo'yicha dastlabki bilimlar darajasini tashhis qilish maqsadida qo'llaniladi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar mashg'ulot qoidalari bilan tanishtiriladi;
- tinglovchilarga mavzuga yoki bobga tegishli bo'lgan so'zlar, tushunchalar nomi tushirilgan tarqatmalar beriladi (individual yoki guruhli tartibda);
- tinglovchilar mazkur tushunchalar qanday ma'no anglatishi, qachon, qanday holatlarda qo'llanilishi haqida yozma Ma'lumot beradilar;
- belgilangan vaqt yakuniga yetgach o'qituvchi berilgan tushunchalarning to'g'ri va to'liq izohini uqib eshittiradi yoki slayd orqali namoyish etadi;
- har bir ishtirokchi berilgan to'g'ri javoblar bilan o'zining shaxsiy munosabatini taqqoslaydi, farqlarini aniqlaydi va o'z bilim darajasini tekshirib, baholaydi.

Namuna: "Moduldagi tayanch tushunchalar tahlili"

Tushunchalar	Sizningcha bu tushuncha qanday ma'noni anglatadi?	Qo'shimcha Ma'lumot
Kompozitsion material	Ishlab chiqarilgan, ikki yoki ko'proq fizikaviy va kimyoviy har xil bo'lgan, matritsa (interfeys) ichida tartibli joylashgan fazalardan tashkil topgan material.	
Matrisa, interfeys	Kompozitsion materialning bir butunligini ta'minlovchi bog'lovchi komponent	
Matrisa materiallari	Metall, keramika, polimer materiallar	

Izoh: Ikkinchi ustunchaga qatnashchilar tomonidan fikr bildiriladi. Mazkur tushunchalar haqida qo'shimcha Ma'lumot glossariyda keltirilgan.

"SWOT-tahlil" metodi

Metodning maqsadi: mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topish, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholash, mustaqil, tanqidiy fikrlash, nostandart tafakkurni shakllantirish.



Namuna 1: Tolali mustahkamlashtirish komponentlari uchun SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

S	Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining kuchli tomonlari	Mustahkamligi eng yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lgan kompozitlarni yaratish imkoniyatlari...
W	Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining kuchsiz tomonlari	Tolali mustahkamlashtirilgan kompozitlarning anizotropligi
O	Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining imkoniyatlari (ichki)	Yangi turdagi yuqori xususiyatli tolalar yaratilmoqda – bor tolalari, uglerod tolalari...
T	To'siqlar (tashqi)	Tolali komponentlar matritsa materiallari bilan ho'llanilishi va aralishishi qiyinligi...

Namuna 2: Yog'och-yelim adgeziyasi uchun SWOT tahlilini amalga oshiring.

S	Kuchli tomonlari	<ul style="list-style-type: none"> • yog'och yuzasiga yelim tekis taqsimlanadi; • yelim yog'och yuzasiga purkash, rolik bilan surkash, shpatel bilan surkash, quyish kabi turli usullar bilan berilishi mumkin; • ochiq va yopiq holatlarda qotishi mumkin; • ion bog'lanishlar eng kuchli bog'lanish hisoblanadi.
W	Kuchsiz tomonlari	<ul style="list-style-type: none"> • ochiq holatda qotganda erituvchini chiqarib yuborish kerak; • yelim va yog'och o'rtasida moslashuvchanlik bo'lishi lozim; • dispers bog'lanishlar eng kuchsiz bog'lanish hisoblanadi.
O	Imkoniyatlari	<ul style="list-style-type: none"> • yog'och strukturasi bog'liq;

	(ichki)	<ul style="list-style-type: none"> kimyoviy bog‘lar ham, mexanik bog‘lar ham yaxshi adgeziya berishi mumkin; dispersion, ikki qutbli va vodorod bog‘lari uzilsa namlik ta’sirida qayta tiklanishi mumkin.
T	To‘siqlar (tashqi)	<ul style="list-style-type: none"> kovalent bog‘lar uzilsa qayta tiklanmaydi; dispersiya kuchlar molekulalar orasida bo‘lganda juda sust bo‘ladi, atomlar orasida bo‘lganda esa juda kuchli hisoblanadi.

“Xulosalash” (Rezyume, Veyer) metodi

Metodning maqsadi: Bu metod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Metodni amalga oshirish tartibi:



trener-o‘qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlariga ajratadi;



trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi zarur bo‘lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni tarqatadi;



har bir guruh o‘ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o‘z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo‘yicha tarqatmaga yozma bayon qiladi;



navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o‘z taqdimotlarini o‘tkazadilar. Shundan so‘ng, trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotlar bilan to‘ldiriladi va mavzu yakunlanadi.

Namuna 1:

Kompozitsion materiallar					
Polimer matritsa li		Metall matritsa li		Keramik matritsa li	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Xulosa:					

Namuna 2:

Alternativ yoqilg'i turlari					
Fanera		MDF		OSB	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Xulosa:					

«FSMU» metodi

Texnologiyaning maqsadi: Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o'zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma'ruza mashg'ulotlarida, mustahkamlashda, o'tilgan mavzuni so'rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashg'ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

- qatnashchilarga mavzuga oid bo'lgan yakuniy xulosa yoki g'oya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog'ozlarni tarqatiladi:



- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiiy tartibda taqdimot qilinadi.

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o‘zlashtirilishiga asos bo‘ladi.

Namuna 1.

Fikr: “Polimer matritsa li kompozitlar eng yuqori fizik- mexanik va kimyoviy xossalarga egadir”.

Topshiriq: Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orqali tahlil qiling.

Namuna 2: “Yelimlangan materialda yelim va yog‘ochning bir-biriga moslashuvchanligi katta ahamiyatga ega” fikrini FSMU orqali tahlil qiling.

Ф	•“Елимланган материалда елим ва ёғочнинг бир-бирига мослашувчанлиги катта аҳамиятга эга”.
С	•“Елим ва ёғоч бир бирига адгезияси юқори бўлса, елим ёғочга мос бўлади”.
М	•“Карбамид-формальдегид елимларининг ёғочга адгезияси юқори бўлади, чунки уларда метилол гуруҳлари ва ёғочдаги гидроксил гуруҳлари билан кучли боғлар ҳосил бўлади”.
У	•“Карбамид-формальдегид елимлари асосидаги елимланган ёғоч материалларида метилол гуруҳлари ва ёғочдаги гидроксил гуруҳлари билан кучли боғлар ҳосил қилиши сабабли адгезия юқори бўлади”.

“Sinkveyn” metodi

“Sinkveyn” – tinglovchini ijodiy faollashtirishga, faoliyatni baholashiga yo‘naltirilgan ta‘lim mashqi hisoblanadi. Sinkveyn-fransuzcha so‘zdan olingan bo‘lib, beshlik degan ma‘noni bildiradi. “Sinkveyn” metodini amalga oshirish bosqichlari:

1. O‘qituvchi tinglovchilarga mavzuga oid tushuncha, jarayon yoki hodisa nomini beradi.

2. Tinglovchilardan ular haqidagi fikrlarini qisqa ko‘rinishda ifodalashlari so‘raladi. Ya‘ni, she‘rga o‘xshatib 5 qator Ma‘lumotlar yozishlari kerak bo‘ladi.

U quyidaga qoidaga asosan tuzilishi kerak:

1-qatorda mavzu bir so‘z bilan (odatda ot bilan) ifodalanadi.

2-qatorda mavzuga juda mos keladigan ikkita sifat beriladi.

3-qatorda mavzu 3ta harakatni bildiruvchi fe‘l bilan foydalaniladi.

4-qatorda temaga doir muhokama etuvchilarning hissiyotini ifodalovchi jumla tuziladi. U to‘rt so‘zdan iborat bo‘ladi.

5-qatorda mavzuni mohiyatini ifodalovchi bitta so‘z beriladi. U mavzuning sinonimi bo‘ladi.

Namuna. “Matrisa” so‘ziga sinkveyn tuzing.

1. Matritsa.
2. Bog‘lovchilik xususiyati.
3. Xajm bo‘icha teng taqsimlangan.
4. Kompozitning bir jinsliligini ta‘minlaydigan keramik, polimer yoki metall material.
5. Komponent.

“Klaster” metodi

Fikrlarning tarmoqlanishi “Klaster”– bu pedagogik strategiya bo‘lib, u tinglovchilarni biron bir mavzuni chuqur o‘rganishlariga yordam berib, tinglovchilarni mavzuga taalluqli tushuncha yoki aniq fikrni erkin va ochiq ravishda ketma-ketlik bilan uzviy bog‘lagan holda tarmoqlashlariga o‘rgatadi.

Fikrlarni tarmoqlash quyidagicha tashkil etiladi:

1. Hayolga kelgan har qanday fikr bir so‘z bilan ifoda etib ketma-ket yoziladi.

2. Fikrlar tugamaguncha yozishda davom etaverish kerak.

3. Iloji boricha fikrlarning ketma-ketligi va o‘zaro bog‘liqligini ko‘paytirish.

Namuna. “Kompozitsion materiallar turlari” mavzusiga “Klaster” grafik organayzerini tuzing.

III. NAZARIY MATERIALLAR

1-mavzu: Kirish. Kompozitsion materiallar, tuzilishi, matritsa va dispers faza. Zarrachalar, tolalar va struktura darajasida mustahkamlashtirish.

Reja:

1.1. Kompozitsion materiallar tushunchasi.

1.2. Kompozitsion materiallar tuzilishi.

1.3. Matrisali va dispers faza. Zarrachalar, tolalar va struktura darajasida mustahkamlashtirish.

1.1. Kompozitsion materiallar tushunchasi.

Konstruksion materiallarning mexanik mustahkamligini oshirish – mashinasozlikda eng dolzarb muammo bo‘lib qomoqda. Ammo materiallarning mustahkamligi oshishi ularning plastikligini keskin pasayishiga va sinishga moyilligini oshirishga olib kelmoqda. Bu esa yuqori mustahkamlikka ega bo‘lgan materiallarning konstruksion material sifatida qo‘llanilishiga to‘sqinlik qilib kelmoqda.

Plastiklikka ega matritsa va yuqori mustahkamlikka ega bo‘lgan tolalar (matritsa dan mustahkamligi ancha yuqoriroq bo‘lgan materiallar) asosida olingan kompozitsionlar konstruksion materiallarning ekspluatasion xossalarini keskin kengaytirib bormoqda. Albatta, eng zamonaviy turbinalar yoki kosmik texnikasi konstruksiyasini ushbu agressiv muhitda ishlay oladigan va yuqori darajali nagruzkalarni ko‘tara oladigan materiallarsiz hozirda tasavvur etib bo‘lmaydi.

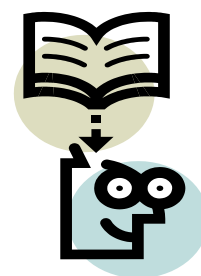
Kompozitsion materiallar chuqur tarixga ega va tabiatda keng uchraydi. Misol tariqasida kokos palmasining barglarini keltirishimiz mumkin: barg tuzilishi armirovka – mustahkamlashtiruvchi tolalar joylashgan konsol deb tushuntirilsa ham bo‘ladi. Yog‘och ham o‘z navbatida tolali kompozitdir: selluloza tolalari lignin matritsa sida joylashgan. Sellyuloza tolalari cho‘zilish bo‘yicha yuqori mustahkamlikka ega va yuqori darajada egiluvchanlikka ham ega (qattiqligi past), lignin matritsa si esa o‘z navbatida ushbu tolalarni birlashtirib, materialga qattiqlik beradi. Suyak – tabiiy kompozitsion materialga yana bir namuna bo‘la oladi. Suyak butun tanadagi jismlarning og‘irligini

ko‘taradi. Suyak qisqa va yumshok kollagen tolalarida iborat bo‘lib, ular apatit nomli mineral matritsa da joylashgan bo‘ladi. Vayner va Vagnerlar (1998) suyakning strukturasi va xossalari yaxshi o‘rgangan. Eliss (2000) va Ueynraytlar esa (1982) struktura-funksiya va uning o‘simlik va hayvonot olamida tarqalishi xaqida o‘z ishlarini taqdim etganlar. Tabiiy kompozitlardan tashqari kompozitsiyalar konsepsiyasi juda ko‘p texnik materiallar yaratishda ham keng qo‘llanilib kelgan.

Masalan, kauchukdagi saja, portlansementning yoki asfaltning qum bilan qorishmalari (beton yoki asfalt beton) ushbu materiallarga misol bo‘la oladi. Shunday qilib ta‘kidlash kerak-ki, kompozitsion materiallar konsepsiyasi yangi deb qabul qilina olmaydi. Ammo kompozitsion materiallarning texnologiyasi oxirgi zamonda keng rivojlanib, fanning innovasion yo‘nalishlaridan biri deb xisoblanishi kerak.

XX asrning oxiriga va XXI asrning boshlariga to‘g‘ri kelgan kompozitsion materiallarning innovasion texnologiyalari fanining rivojlanishi va innovasion g‘oyalari mashinasozlik, avia-, kosmik-texnikasi, atom energetikasi, elektronika materiallari, kompyuterlar va boshqa sohalarni rivojlanishiga olib keldi.

Kompozitsion materiallar – turli xossalarga ega bo‘lgan komponentlardan tashkil etgan murakkab sistemalaridir. Bir butunlik hamda mutahkamlikni ta‘minlovchi elastik va qattiq fazalar aralashmasidan topgan material kompozitsion material deb ataladi. Bunda har bir komponent alohida kompozitsion materialning hamma xossa-xususiyatlariga to‘liq javob bera olmaydi. Optimal sharoitlarga javob beradigan komponentlarni to‘plab talabga to‘g‘ri keladigan kompozitsion materialni yaratish mumkin



Bu kompozitsion materiallarning eng kuchli tomonlaridan biridir: kerakli xossa xususiyatlari ta‘minlash maqsadida turli komponentlarni tanlash imkoniyati mavjud bo‘lib, har bir ekspluatasiya sharoitlari (aerokosmik strukturalar, lodkalar, avtomobil yoki elektr dvigateli uchun) uchun maksimal effektivlikga ega bo‘lgan maxsus material yaratish imkoniyatini mavjud.

Schiyer va Yurgens (1983) kompozitlarni reaktiv samoletlarida qoʻllanilishi oʻrganib, shunday xulosa qiladilar:

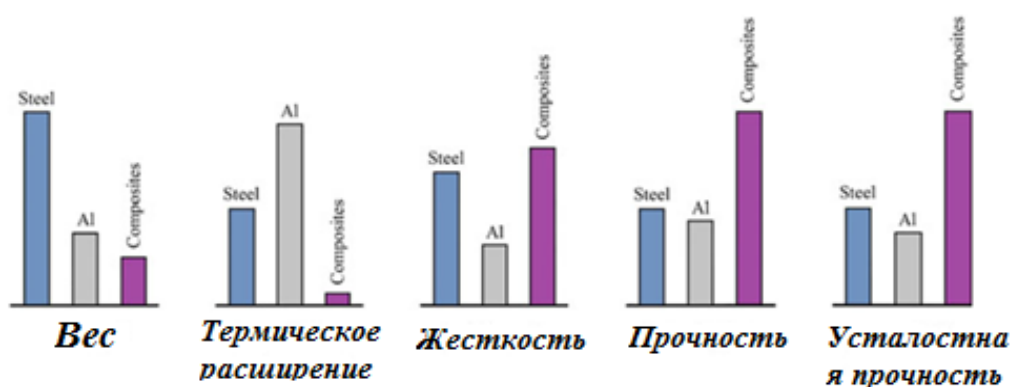
"Kompozitlar (kompozitsion materiallar) loyihalash uchun keng imkoniyatlar tugʻirdi, materiallar dizaynerlari har bir yoʻnalish uchun ularning ogʻirligini va narxini eʻtiborga olgan holda turli xossalarga ega boʻlgan yangi materiallarni yaratga katta va cheksiz imkoniyatlar berdi".

Oxirgi yillarda metall va nometallar asosida yuqori mustahkamlik va qattqlikka ega boʻlgan noorganik tolalar, ipsimon krsitallar, noorganik zarrachalar bilan armirovka (mustahkamlashtirilgan) qilingan sunʻiy kompozitlar qatorlari yaratildi.

Tolalar sifatida turli kristallarning ipsimon shakllari, SiO_2 , SiC , Al_2O_3 tarkibli yoʻnaltirilgan kristallizasiya yoki pardan yupqa singa choʻktirish usullari yordamida hosil qilingan yupqa kvars tolalali, qoʻllanilmoqda.

Hamma sunʻiy kompozitsion materiallarning umumiy strukturasi turli komponentlarning bir hajmda joylashishi bilan bogʻliq, bu yerda bir komponent plastiklikka ega (bogʻlovchi), boshqa komponent esa yuqori mustahkamlik va qattqlikka ega (toʻldirgich) boʻlishi shartlidir.

Kompozitsion materiallar rivojlanishi 1965 yildan boshlab keskin qadamlar bilan boshlandi. 1960-chi yillardan boshlab yuqori mustahkamlikka, qattqlikka ega boʻlgan va yengil materiallarga turli sohalarda ehtiyoj oʻsib bordi – aerokosmik texnikada, energetikada va qurilishda. Shu vaqtda bu materiallarga qoʻyilgan yangi talablar shunchali yuqori va turli boʻlganligi munosabati bilan hech qanday anʻanaviymaterial bu talablarga toʻliq javob bera olmadi. Va oʻz navbatida bu sharoitlar kompozitsion materiallarning konsepsiyasiga katta eʻtiborni qaratdi.



Rasm 1.1. An'anaviy monolit materiallarning va kompozitsion materiallarning xossalari solishtirish (og'irligi, termik kengayishi, qattiqdigi, mexanik mustahkamligi, vaqtga bardoshligi)¹

Rasm 1.1 da monolit materiallar (alyuminiy va po'lat) va kompozitsion materiallarning xossalari solishtirilgan (Deutsch 1978). Bu rasmdan ko'rinib turibdiki, kompozitsion materiallarni qo'llash natijasida konstruksiyalarning og'irligini, termik kengayishini keskin kamaytirish (4-10 marotabaga), shu vaqtning o'zida qattqlik va mexanik mustahkamlik, vaqtga bardoshlik ko'rsatkichlarini keskin (2-3 marotabaga) oshirish mumkin.

Kompozitsion materiallar texnologiyasini rivojlanishi yana bir tamoyil bilan bog'liqdir - ilm va fan rivojlanib, ishlab chiqarish va loyihalash ishlari bilan bir vaqtda olib borildi. Yangi material yaratilishidan boshlab uni ekspluatatsiyaga kiritishgacha olib borish, ishlash vaqtida uning xossa xususiyatlari nazorat qilish, ishlab chiqarish nuqsonlarini tekshirish natijasida kompozitsion materiallarning xossalari keskin rivojlanib bordi. Bu borada yoqilg'ini tejashga ham katta e'tibor qaratildi. Shuning uchun hayot va ishlab chiqarishni hamma sohalarida yengil, ammo mustahkam va qattiq strukturalarga talab va ehtiyoj tobora o'sib bordi. Zamon talablariga va progressiv texnologiyalarning rivojlanishiga eng asosiy turtki bo'lib kompozitsion materiallarning rivojlanishini keltirishimiz mumkin.

Shisha tolalar bilan mustahkamlashtirilgan smolalar yigirmanchi asrning boshlaridan qo'llanilib kelmoqda. Shisha tolalar asosida olingan kompozitlar yengil va mustahkamlikga ega bo'lib, qattiqdigi (Yung moduli) unchalik yuqori emasligi bilan ajralib turadi. XX asrning oxirlarida yangi "zamonaviy (takomillashtirilgan) tolalar kashf etildi: bor, uglerod, kremniy karbidi va alyuminiy oksidi (Chaula 1998, 2005) asosida olingan bunday tolalarning Yung moduli (modul uprugosti) yuqori ko'rsatkichlarga egaligi aniqlandi. Bu tolalar smola, metall va keramik matritsa larda armirovka komponentlari sifatida hozirgi vaqtda keng qo'llanib kelmoqda.

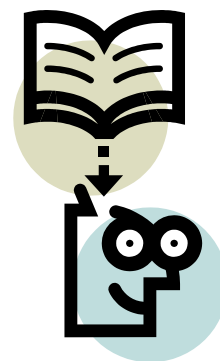
¹ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 4 p.

Kompozitsion materiallar qo‘yidagi shartlarga javob berishi kerak:

1. Material ishlab chiqarilishi kerak (tabiiy kompozitsion materiallar – masalan, yog‘och bu guruhga kirmaydi).

2. Material ikki yoki ko‘proq fizikaviy va kimyoviy har xil bo‘lgan, matritsa (interfeys) ichida tartibli joylashgan fazalardan tashkil topgan bo‘lishi kerak.

3. Kompozitning xossa-xususiyatlari xech qaysi uning alohida komponentlarida to‘liq hajmda намоён бўла олмайди.



Tolali mustahkamlashtirilgan kompozitlar boshqa turdagi kompozitlardan ko‘ra keng qo‘llanilishi, ko‘pgina materiallarning tolali ko‘rinishida eng yuqori mustahkamlikga egaligi bilan bog‘liqdir. Ammo tolali kompozitlarda mustahkamlashtirish asosan tola yo‘nalishiga parallel bo‘ladi, demak hosil bo‘lgan kompozit anizotrop xossalarga ega bo‘ladi. Agar kompozit hamma yo‘nalishda bir xil xossalarga ega bo‘lishi kerak bo‘lsa (izotrop modda), laminat yoki ikki turdagi materialdan tashkil topgan sendvich panellarni tanlash mumkin. Ba‘zi vaqtlarda esa kompozitlarda qo‘llanilgan tolalar mustahkamligiga katta e‘tibor berilmaydi: masalan, yuqori o‘tkazgichlarda o‘tkazuvchi matritsa bilan birgalikda ultra ingichka tolalar qo‘llaniladi. ²

1.2. Kompozitsion materiallar tuzilishi.

Kompozitsion materialning bir butunligini ta‘minlovchi komponent tashkil etuvchiga bog‘lovchi komponent (**matritsa , interfeys**) deb ataladi. Boshqa komponentlar (**armirovka, mustahkamlashtirish, to‘ldiruvchi** va hokazo) ning shu matritsa da joylashishi Ma‘lum geometrik qonuniyatga bo‘ysinishi yoki bo‘ysinmasligi ham mumkin. Matritsa qo‘shimchalar orasida maxsus yupqa qatlam bo‘lib, u ajralish yuzasini belgilaydi (1.5-rasm). Kompozitsion materiallarni sinflarga ajratishda matritsa yoki armatura va qo‘shimchalarning turiga, mikrotuzilishi xususiyatlari va materialni olish usuliga ham e‘tibor beriladi.

Matritsa materialining turiga qarab, kompozitsion materiallar quyidagi turlarga bo‘linishi mumkin: “metall matritsa li”, organik bulmagan (organik

² Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 5 p.

bo'lmagan polimerlar, minerallar, uglerodli, keramik), organik matritsa li va ko'p matritsa li aralash kompozitsion materiallar.

Bog'lovchi materialning vazifasi mahsulotga Ma'lum geometrik shakl berib qolmasdan, balki u kuchlanishlarni hajm bo'yicha bir xil taqsimlanishini ham ta'minlaydi va Ma'lum mexanik xossani shakllantiradi, hamda armatura yoki qo'shimchalarni tashqi muhitdan saqlaydi. Kompozitsion materialning issiq va korroziyaga bardoshlilik, elektr va issiqlikni saqlash qobiliyati, qayta ishlash texnologiyasi kabi muhim xossalari bog'lovchining xususiyatlariga bog'liq. Lekin armirovka (mustahkamlashtirish) va qo'shimcha elementlarning turiga qarab hamda ularning matritsa da joylashishi va geometrik o'lchamlariga qarab, kompozitsion materiallarning xossalari o'zgaradi. Masalan, kompozitsion materialga qo'shimchalar, ya'ni armatura elementlari (odatda, 10%dan ko'proq miqdorda qo'shiladi) asosan, mexanik xossalarni kuchaytirish uchun qo'shiladi. Bunda mustahkamlik, zichlik, plastiklik ortib, materialning zichligi, elektr xossalari, issiqlik o'tkazuvchanligi va boshqa xususiyatlar Ma'lum yo'nalishda yoki faqat alohida olingan joylardagina o'zgaradi.

Kompozitsion materiallarning eng muxim xususiyatlari deformatsiyaga mustahkamligidir. To'ldiruvchilar sifatida qo'llaniladigan elementlar odatda mayda kukun yoki kalta tola holatda bo'ladi. Bunday qo'shimchalar asosan materialning tannarxini kamaytiradi. Lekin ular kompozitsion materialning mustahkamligini 1,5-2,0 barobar oshirishi ham mumkin. Ma'lum miqdordagi (armatura) qo'shimchalar materialning mustahkamligini 2-10 barobarga oshiradi. Kompozitsion materiallarda to'ldiruvchi va qo'shimcha (armatura) materiallar birgalikda qatnashishi hamda ularning o'lchamlari va joylashishi har xil bo'lishi mumkin. Ulchami uch yo'nalishda kichik bo'lgan qo'shimchalarga qum, mayda (kukun) donachalarga ega bo'lgan metallar, fosfatlar, shisha va loysimon mikrosfera shakldagi materiallar kiradi (1.2-rasm). To'ldirgichning shakli bo'yicha ular 3 turga bo'linadi (rasm 1.2): nol-o'lchamli, bir-o'lchamli, ikki o'lchamli. Bir o'lchamli qo'shimchalarga tolasimon to'ldiruvchilar, armatura elementlari, kalta tolali tabiiy materiallar (masalan, asbest), o'simlik materiallari, tolasimon kristallar (oksidlar, alyuminiy nitrid, berilliy oksidi, bor

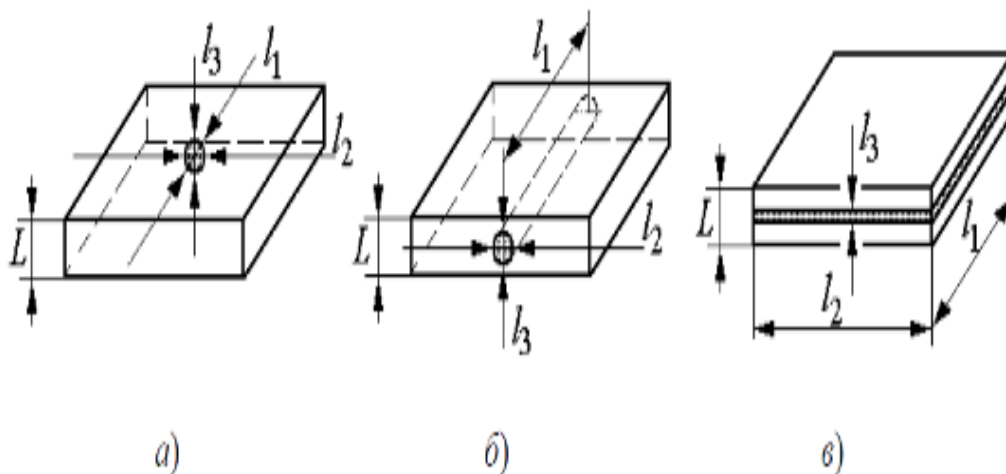
karbidi, kremniy nitridi), uzun tolali har xil organik birikmalar va hokazolar kiradi. Ikki o'lchamli to'ldiruvchilarga lentalar, matolar to'rsimon va boshqa armatura elementlarni keltirish mumkin.

Kompozitsion materiallar xossalariga qo'shimcha elementlar (to'ldiruvchi) ning ta'siri juda katta bo'lganligi uchun ko'pincha shu kompozitsion materialning nomi uning to'ldiruvchisi nomi bilan ham aytiladi. Masalan, grafitoplastlar, shisha tolali kompozitsiyalar, organoplastiklar va xokazo.

Kompozitsion materiallarni makrotuzilishi bo'yicha ham farqlash mumkin (1-diagramma). Yuqorida ta'kidlaganimizdagi, matritsa da to'ldiruvchilar tartibsiz joylashishi mumkin, lekin ko'pincha ularning tartibli joylashishiga erishishga harakat qilinadi. Har xil o'lchamga ega bo'lgan to'ldiruvchi va armaturalar birgalikda qatnashganda ularning o'zaro tartibli joylashish imkoniyatlari ko'p buladi.

Kompozitsion materiallarning xossalari hamma yo'nalishda bir xil bulsa, bunday material xossalari izotrop bo'ladi. Bunday materiallarga kukun holidagi qo'shimchalari xaotik joylashgan kompozitsiyalar kiradi. Materiallarning turli yo'nalishlardagi xossalari farq qilsa, bunday kompozitsiyalar anizotrop xossalarga ega deyiladi. Bunday kompozitsiyalarda armatura sifatida tolalar, plastinkalar, matolar, to'rlar Ma'lum yo'nalishda joylashtirilgan bo'ladi.

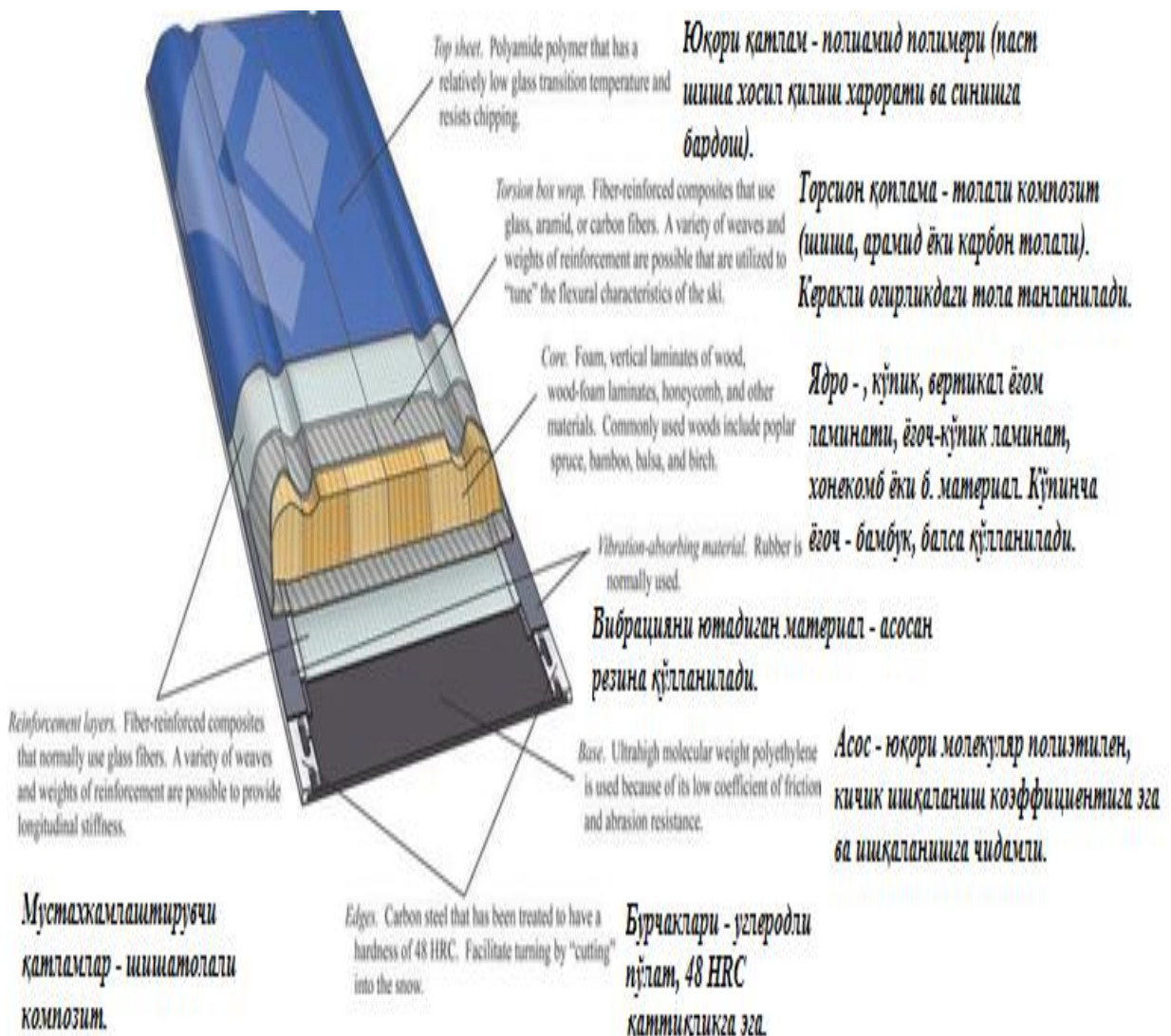
To'ldirgichning turiga qarab kompozitsion materiallar dispers-mustahkamlashtirilgan, tolali va qatlamli kompozitlarga ajraladi.



Rasm 1.2. Armirovka to'ldirgichlar: a- nol o'lchamli, b – bir o'lchamli; v- ikki o'lchamli, l_1 , l_2 , l_3 - to'ldirgich o'lchamlari; L – matritsa qalinligi.



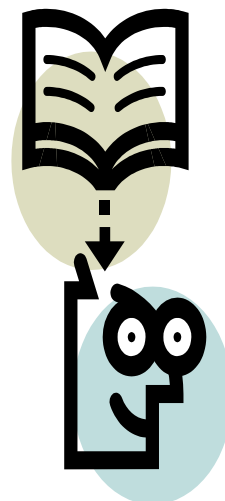
Top photograph— iStockphoto. Bottom diagram courtesy of Black Diamond Equipment, Ltd.)



Rasm 1.3. Tog 'chang 'isi konstruksiyasida qo 'llanilgan kompozitlar turlari. ³

³ William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 626 p.

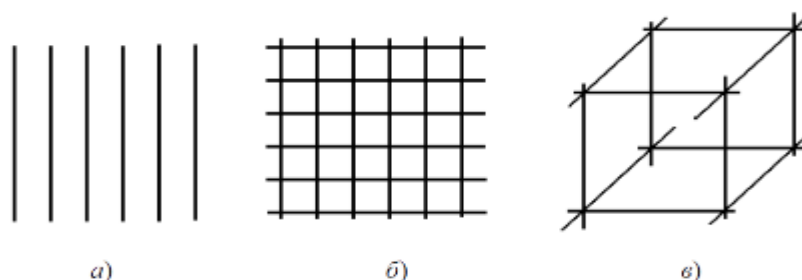
To'ldirgichlar zarrachalarini ko'rinishi bo'yicha tolali va dispers turlariga ajraladi (poroshoklar). Armirovka to'ldirgichlarning joylashishi bo'yicha (rasm 1.4-1.5) tolali kompozitsion materiallar 3 guruhga ajraladi: bir o'qli, ikki o'qli va uch o'qli (fazoviy) mustahkamlashtirish (armirovka).



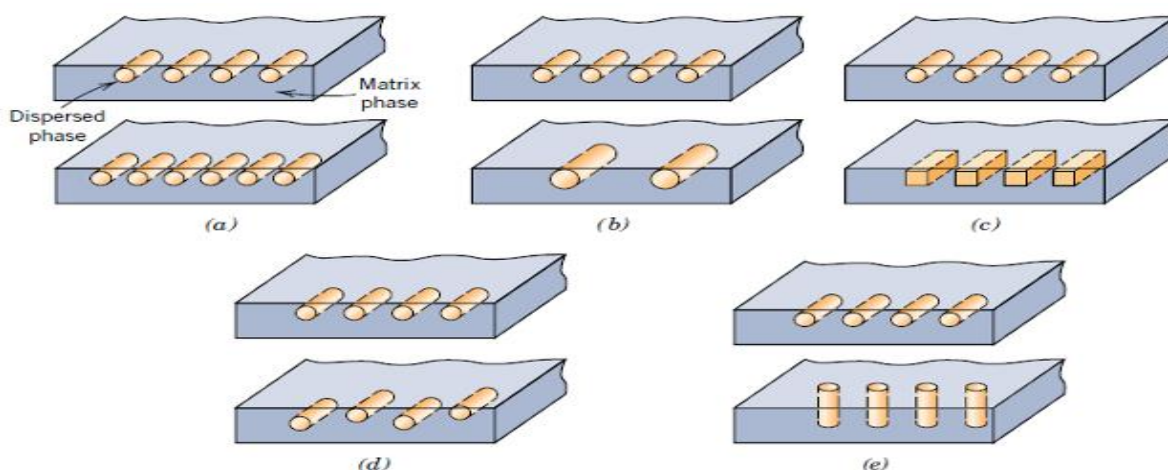
Bir o'qli mustahkamlashtirishda to'ldirgichning miqdori 1...5%ni, ikki o'qli armirovkada – 15...16%, uch o'qli armirovkada – 15%dan ortiq bo'ladi. Qatlamli kompozitlarda to'ldirgich sifatida qog'oz, mato yoki asbestning tekis listlari qo'llanilishi mumkin.

Material xossalarining kompleksini kengaytirish yoki ba'zi xossasini kuchaytirish maqsadida kompozit tarkibida bir vaqtning o'zida turli shakldagi to'ldirgichlar ham qo'llanilishi mumkin (bir va ikki o'lchamli), ba'zi vaqtlarda bir shakldagi ammo har xil o'lchamdagi to'ldirgichlar ko'llaniladi.

Ikki va undan ko'p turdagi mustahkamlashtirish to'ldirgichlari qo'llanilgan kompozitsion materiallar poliarmirovka qilingan deb ataladi.



Rasm 1.4. Armirovka sxemalari: a – bir o'qli; b – ikki o'qli; v – uch o'qli.

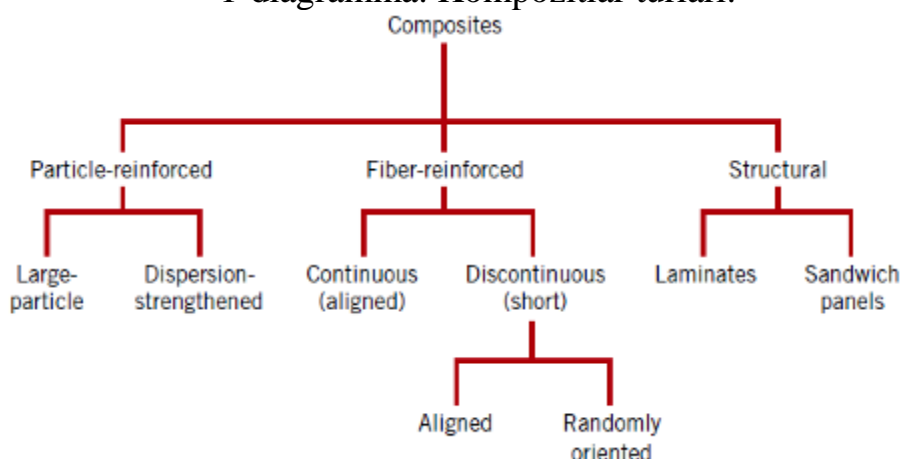


Rasm 1.5. Kompozitlar xossalariga ta'sir etuvchi dispers faza zarrachalarining turli xil geometrik va fazoviy ko'rsatkichlari: a – konsentrasiya, b - o'lchamlar, c - shakl, d- shakl, e – zarrachalar yo'nalishi (oriyentatsiyasi).⁴

⁴ William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 629 p.

Biz bu fan modulida qo‘yidagi kompozitlar turlarini va ularni ishlab chiqarish texnologiyasi o‘rganib chiqamiz:

1-diagramma. Kompozitlar turlari.

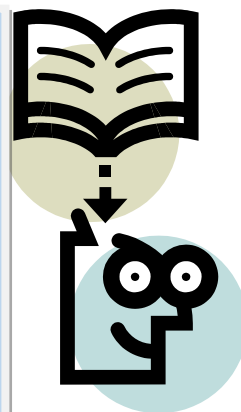


1.3. Matrisali va dispers faza. Zarrachalar, tolalar va struktura darajasida mustahkamlashtirish.

Tolali kompozitsion materiallardan farqli dispers mustahkamlashtirilgan kompozitlarda matritsa og‘irlik va mustahkamlikni ta‘minlovchi asosiy element xisoblanadi. Dispers zarrachalar metallda dislokasiyalarning harakatini sekinlashtiradi, oddiy va yuqori haroratlarda uning mustahkamligini oshiradi.

Dispers-mustaxkamlashtirilgan kompozitsion materiallarning eng asosiy afzalligi – uning xossalarini izotropigidir.

Dispers zarrachalarning ulchamlari 0,01...0,1 mkm bo‘lganda ular materialning yuqori mustaxkamligini ta‘minlaydi. Zarrachalarning miqdori ularning fazoda joylanishiga bog‘liq bo‘lib, odatda xajm bo‘yicha 5-10 %ni tashkil etadi.



Mustahkamlashtirish komponentlari sifatida yuqori haroratli va qiyin eruvchan fazalar– oksid, nitrid, borid, karbid (Al_2O_3 , SiO_2 , BN, SiC va b.)lar qo‘llaniladi. Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallar asosan poroshok metallurgiya usullari yoki suyuq metall tarkibiga quyish oldidan to‘ldirgichlar qo‘shish usullari yordamida ishlab chiqariladi.

Eng ko‘p tarqalgan dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion

materiallar alyuminiy va nikel asosida tayyorlanadi.

Alyuminiy asosida tayyorlangan materiallar “pishgan alyuminiy poroshogi” (SAP) deb ataladi va alyuminiy, hamda Al_2O_3 (18%gacha) zarrachalaridan iborat bo‘ladi. SAP materiali (jadval 1.1) yuqori mustahkamlikga ega bo‘lib, olovbardoshligi, korrozion bardoshligi va xossalarning termik stabilligi bilan ajralib turadi. Alyuminiy oksidi miqdori oshishi bilan materialning mustahkamligi, qattiqligi, olovbardoshligi oshadi va plastikligi kamayib boradi.

SAP issiq holda yaxshi deformatsiyaga moyil, sovuq holda qiyinroq, qirqish bilan onson ishlov beriladi, kontakt va argon-duga svarkasi bilan yaxshi ishlov beriladi. SAPdan listlar, profillar, shtamp formalari, folga ishlab chiqariladi. SAP dan porshen shtoklari, kompressor lopatkalari, ventilyator va turbinalarning parraklari, transformator obmotkalari tayyorlanadi.

Jadval 1.1. SAP kompozitlarining mexanik xossalari.

Материал	Микдори Al_2O_3 , %	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
САП-1	6...8	300	220	7
САП-2	9...12	350	280	5
САП-3	13...17	400	320	3
САП-4	18...22	450	370	1,5

Nikel asosida tayyorlangan kompozitlarda matritsa sifatida nikel va uning xrom bilan qotishmalari qo‘llaniladi (xromning miqdori - 20%gacha). Mustahkamlashtirish komponentlari: toriy va gafniy oksidlari. Maksimal mustahkamlashtirish gafniy oksidining miqdori 3,5...4% bo‘lganda namoyon bo‘ladi: $\sigma_v = 750...850$ МПа, $\delta = 8...12\%$. Nikel asosidagi materiallar yuqori olovbardoshlik, yuqori haroratlarda struktura buzilishiga qarshiligi bilan ajralib turadi. Ammo materiallarning qo‘llanilishi faqat bu sohalar bilan cheklanib qolmaydi. Ularning qo‘llanilishi dvigatellarni kuchlanishi, energetik va transport uskunalarini kuchlanishini keskin oshirib beradi va uskuna-jihozlarning og‘irligini kamaytirish imkonini beradi.

Nazorat savollari:

1. Tabiatda uchraydigan armirovka qilingan kompozitlarni, ularning struktura va xossalarini keltiring.
2. Voyager samoleti misolida kompozison materiallarning aviasozlikda qo'llanilishi o'rganib chiqing.
3. Odam tirnog'i - tolali kompozitdir. Uning komponentlari, mikrostrukturasi va xossalarini o'rganib chiqing.
4. Kompozitsion materiallarning fuqaro samolyotlarida qo'llanilishini o'rganib chiqing, asosiy e'tiborni Boeing 787 va Airbus A380ga qarating.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. - 7-67 r.
2. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012.-289-305 r.
3. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 629-645

2-Mavzu: Metall matritsa li kompozitlar. Polimer matritsa li kompozitlar. Keramik matritsa li kompozitlar. Noan'anviy kompozitlar. Biokompozitlar. Nanokompozitlar.

Reja:

- 2.1. Matrisa materiallari. Polimerlar, metallar, keramika materiallari.**
- 2.2. Noan'anviy kompozitlar.**
- 2.3. Biokompozitlar.**
- 2.4. Nanokompozitlar.**

2.1. Matrisa materiallari. Polimerlar, metallar, keramika materiallari.

Kompozit materialning komponentlari geometrik ko'rinishi bo'yicha farqlanadi. *Matrisa* deb butun hajm bo'yicha uzluksiz joylashgan komponent

ataladi. Kompozitsion materialda matritsa lar sifatida metallar va ularning qotishmalari, organik va noorganik polimerlar, keramik materiallar qo‘llaniladi.

Materialning xossalari komponentlarning fizik-kimyoviy xossalariga va ular orasidagi bog‘larning mustahkamligiga bog‘liqdir. Kompozitsion material komponentlar har xil xossalarga ega bo‘lishi kerak. Armirovka (mustahkamlashtirish) komponentlari yuqorida ta‘kidlanganidek yuqori qattiq va mustahkamlikni ta‘minlaydilar.

Armirovka komponentlarini va matritsa ni asosida tayyorlangan kompozitsiya nafaqat dastlabki komponentlar xossalarini o‘zida mujassamlashtiradi, balki yangi, boshlang‘ich komponentlarga

Konstruksion kompozitlarda armirovka komponentlari asosan kerakli mexanik xususiyatlarni (mustahkamlik, termik bardoshlik, qattiqlik va b.) ta‘minlaydi, matritsa esa armirovka elementlarini birga ishlashini, ularning mexanik buzilishdan va agressiv kimyoviy muhitlardan himoyalash vazifasini bajaradi.



xususiyatlarni ham namoyon qilishi shart. Masalan, armirovka komponentlari va matritsa orasida ajralish chegarasi mavjud bo‘lsa, bu materialning yoriqlarga chidamligini oshiradi.

Matritsa materiali turiga qarab kompozitlarni qo‘yidagicha klassifikatsiya qilish mumkin:

- *polimer matritsali kompozitlar*
- *keramik matritsali kompozitlar*
- *metall matritsali kompozitlar*
- *oksid-oksid kompozitlar*

Kompozitsion materiallarda matritsa materialning bir jinsligini, monolitligini ta‘minlaydi, buyumning shaklini va armirovka komponentlarning o‘zaro joylashishini saqlaydi, ta‘sir etayotgan kuchlanishlarni material hajmi bo‘yicha taqsimlaydi, tolalarga bir xil kuchlanishni taqsimlashga harakat qiladi. Bundan tashqari matritsa armirovka komponentlarni mexanik va kimyoviy ta‘sirlardan ham himoyalaydi.

Polimerlar.

Polimerlar keramika va metallarga nisbatan murakkab strukturaga egadir, ammo polimerlar arzon va ularga osonlik bilan ishlov berish mumkin. Xossalariga kelsak, polimerlar mustahkamlik va elastiklik moduli ko'rsatkichlari past, ekspluatasiya haroratlari yuqori bo'lmagan materiallardir. Ultrabinafsha, yorug'lik nurlari va ba'zi eritgichlarni uzoq vaqtda ta'siri polimerlarning degradasiyasiga va xossalarini keskin pasayishiga olib keladi. Kovalent bog'lar asosida tashkil etilganligi munosabati bilan polimerlar asosan issiqlikni va elektrni yomon o'tqazadilar. Ammo kimyoviy moddalar ta'siriga metallardan ko'ra chidamliroqdir.

Metall matritsa lar.

Metallar universal konstruksion materiallardir. Metallar o'zining mustahkamligi va qattiqligi bilan ajralib turadi. Metallar plastik deformatsiya qilinishi va ularning xossalari turli usullar bilan kuchaytirilishi mumkin, bu asosan dislokasiyalar deb ataladigan chiziqli defektlarning harakati bilan bog'liq bo'ladi. Hamma metallar (metall shishalardan tashqari) kristall tuzilishga ega. Asosan metallar 3 ta kristall singoniyalarda kristallanadi:

- yonlari markazlashgan kubik (GSK)
- hajmi –markazlashgan kubik (OSK)
- oltiburchakli zich upakovka qilingan (HCP)

Metall matritsa li kompozitlarning (MMK) 3

turi mavjud:

- Dispers-mustahkamlashtirilgan MMK
- qisqa tola va mo'ylovlar bilan armirovka qilingan MMK
- uzluksiz tola va listlar ilan armirovka qilingan MMK.



Keramik matritsa lar

Keramik materiallar qattiq va mo'rt bo'ladi. Keramik materiallar mo'rtligidan tashqari, ba'zi xossalari turlicha bo'lishi mumkin. Reaktiv dvigatellarda qo'llaniladigan metallik- superqotishmalar 800 °S haroratigacha yaxshi xususiyatlarga ega, ammo 1100 °Sda metall qoplamasi oksidlanishi boshlanadi. Undan yuqori haroratlarda esa boshqa turdagi konstruksion

materiallardan foydalanish kerak bo‘ladi. Shu yerda keramik materiallar kerakli xossalarni namoyon qilishi mumkin.

Keramika materiallarning asosiy kamchiligi – ularning mo‘rtligi, shuning uchun ularni mustahkamlashtirish zarur bo‘ladi.

Shishakeramik materiallar – keramik materiallarning maxsus guruhini tashkil qiladi. Ular kompozitsion material kabi hajm bo‘yicha 95-98 foizi kristall fazadan, qolgan qismi esa shisha fazadan iborat bo‘ladi. Kristall faza o‘ta nozik (zarrachalar diametri 100 nm dan kichik) strukturaga ega. Bunday kichik kristallarni o‘stirish uchun shisha massasi tarkibiga katalizator (odatda TiO_2 va ZrO_2) qo‘shiladi va olingan shisha yo‘naltirilgan kristallizatsiyaga uchraydi.

Eng muxim shishakeramik materiallar:

1. $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ sistemasida: kichik termik kengayish koeffitsiyentiga va demak yuqori termik bardoshlikga ega. Bu turdagi materiallar «Corning ware» savdo belgisi bilan ishlab chiqariladi.

2. $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ sistemasi: yuqori elektrik bardoshlikga va yuqori mexanik mustahkamlikga ega.

Keramik matritsa li materiallar turli kukun metodlar bilan ishlov berilishi mumkin (an’anaviy polikristall keramika olish usullari), hamda maxsus zamonaviy keramik matritsa larning sintez usullar yordamida olinishi mumkin.

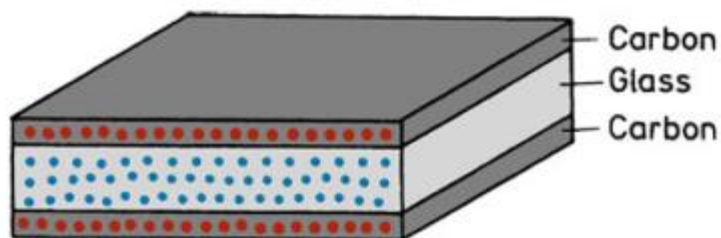
2.2. Noan’anaviy kompozitlar.

Noan’anaviy kompozitlarga (polimer, metall, keramik matritsa li), o‘z o‘zidan tiklanadigan kompozitlar, o‘z o‘zidan mustahkamlanadigan kompozitlar, biokompozitlar kiradi. Bu kompozitlar hozirgi vaqtda olimlar tomonidan o‘rganilmoqda.

Gibrid kompozit sistemalar

Kompozit tarkibida bir turdan ko‘p tolalar qo‘llanilgan holda material gibrid kompozit deb ataladi. Materialning eng muxim joylarida uning maksimal mustahkamlikga ega bo‘lishini ta‘minlash maqsadida turli xil mustahkamlashtirish komponentlari va ularni joylashtirish yo‘nalishlari qo‘llanilishi mumkin. Masalan, 4.7.-rasmda keltirilgan gibrid kompozitning tan narxini ancha kamaytirish mumkin: qimmatbaxo uglerod tolasini miqdorini

kamaytirish yoʻli bilan. Ammo bu tolani optimal holda joylashtirish natijasida material sifatiga salbiy taʼsir koʻrsatilmaydi.



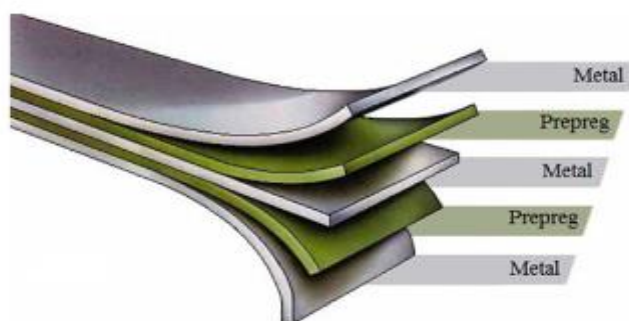
Rasm 4.7. Uglerod va shisha tolasi bilan mustahkamlashtirilgan gibril kompozit.

Yana bir misol - roman kompozit material, yoki tolali-metall laminat (rasm 4.8.).

Bu gibril ~ 0,3 mm qalinlikdagi alyuminiy, poʻlat, titan, magniy metall listi va polimer- matritsa li kompozit (PMC) prepregi (tolali mustahkamlashtirilgan polimer) dan iborat. Polimer- matritsa li kompozitdagi tola- shisha, aramid yoki uglerod tolasi boʻlishi mumkin, matritsa sifatida esa odatda epoksid smolasi ishlatiladi.

Bu materialning qoʻyidagi turlari mavjud:

- **Glare: shisha tolasi bilan mustahkamlashtirilgan laminat**
- **ARALL: alyuminiy laminatlar, aramid tolasi bilan mustahkamlashtirilgan.**
- **UXOD: uglerod plastik laminatlar.**
- **TIGR: Titan / Grafit-epoksid laminatlar.**



Rasm 4.8. Tolali-metall laminat tarkibi.

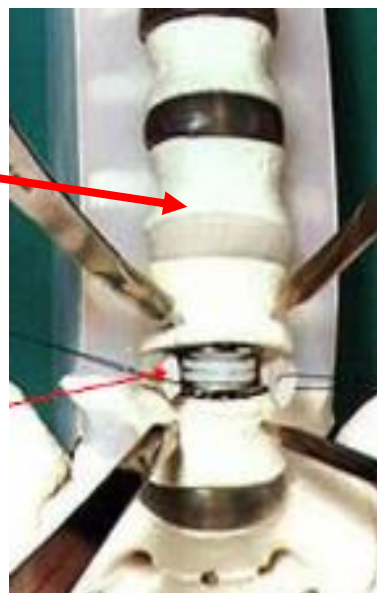
2.3. Biokompozitlar.

Biokompozitlar - bioaktiv qoplamali implantatlar. Biokompozitlar iki yoki koʻproq fazadan tashkil topgan boʻladi. Bu fazalar shunday tanlanadiki, kuchlanishlar fazalar chegarasi boʻyicha tarqalishi zarur boʻladi. Biokompozitlar qoʻllanilishi – tramvatologiya, ortopediya, stomatologiya.

Biokompozitlar turlari:

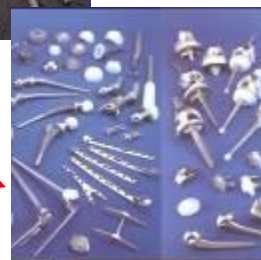
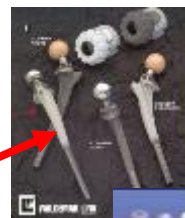
1. Polimer-keramik biokompozitlar.

Bu kompozitlarda noorganik faza (shisha yoki kalsiy fosfatlari) organik birikma tarkibida tekis taqsimlanadi. Organik birikma – yuqori bosimli polietilen yoki epoksid smola. Bunday kompozitlar yuqori mustahkamlikga, elastiklikga ega, yengil, biomaslashuvchan va anizotropdir (suyak xossalariga yaqin).



2. Metall-keramik biokompozitlar.

Bu kompozitlar asosan yuqori mustahkamlikni taʼminlovchi metallardan iborat boʻladi. Metall yuzasiga keramik qoplama (kalsiy fosfati yoki bioaktiv smola) qoplanadi. Bunda keramika metall yuzasiga yaxshi yopishishini taʼminlash zarur boʻladi.



Hech qanday biokompozit odam toʻqimalarining va organizmining hamma anatomik-fiziologik va biomexanik xususiyatlarga toʻliq javob bera olmaydi. Shuning uchun turli qoʻllanilish sohalarida turli biokompozitlar yaratilishi zarur boʻladi.

Biokompozitlarning istiqbol yoʻnalishlari: 1) kompozit implatlar yaratish; 2) gibrid implatlar yaratish; 3) individual bio-tibbiy parametrlarga ega boʻlgan implatlar toʻplamini yaratish (“kvaziintellektual” implatlar).

2.4. Nanokompozitlar

Nanokompozitlar: bu turdagi kompozitsion materiallar tarkibida oʻlchamlari nanometr (nm) diapazonida boʻlgan bitta yoki koʻproq komponentlar mavjud boʻladi.

Odatda bunday nano oʻlchamli material mustaxkamlashtiruvchi komponentdir: bu nanotrubkalar, nanotolalar va nanozarrachalar.



Matrisalar 3 turda bo'lishi mumkin, ammo asosiy qismi – polimer matritsali nanokompozitlardir (Barrera 2000; Barrera i drugiye, 2005; Shofner i dr., 2003, 2006).

Bunday materiallarni kukun metallurgiya yoki suyuq usulda metall matritsalarini tayyorlash usuli yordamida olish – yuqori mustahkamlikga va ishqalanishga chidamli nanokompozitlar yaratishning istiqbolli yo'nalishlaridir.

Polimer tuproq-nanokompozitlar

Nanokompozitning yana bir turi: polimer tuproq-nanokompozitlar - ishlab chiqarishda o'zini iqtisodiy jihatdan samaradorligini ko'rsatdi. Nanotuproqlar bilan mustahkamlashtirilgan polimer matritsalar ko'p miqdorda ishlab chiqarilmoqda (Ajayan 2003;. Koo 2006; Lee 2005; Okada va Usuki 2006; Pol va Robson 2008).

Nanotuproqlar kimeviy tarkibi bo'yicha magniy alyumosilikatlaridir. O'lchamlari - nanometr diapazonida. Qalinligi - 1 nm, uzunligi 70-150 nm. Xozirgi vaqtda eng ko'p montmorillonit tuprog'i qo'llanilmoqda.



Talk va slyudadan farqliroq, montmorillonit aloxida qatlamlarga bo'linishi onson – natijada kerakli o'lchamlarga ega bo'lgan nano qatlamlar hosil bo'ladi. Polimer matritsa bilan yaxshi aralashishni va maydalanishni ta'minlash maqsadida tuproqqa dastlab ishlov beriladi.

Bu yo'nalishdagi ishlar ilk bor Toyota kompaniyasi tomonidan 1990 y. bajarilgan. General Motors korporasiyasi 2001 yilda GMC Astro / Safari furgonida nano-tuproq bilan mustahkamlashtirilgan termoplastik olefinni qo'llagan. Hosil bo'lgan nanokompozit an'anaviy polimer materiallaridan yengilroq, qattiqroq va iqtisodiy samaraligi bilan ajralib turadi: bu avtomobil kamroq yoqilgi ishlatadi. Avtomobilshunoslikda iqtisodiy samaradorlik juda muxim xisoblanadi, faqat sport avtomobillarini ishlab chiqarishda iqtisodiy samaradorlikka e'tibor berilmaydi.

Nanotuproqlar smolaning mustahkamligini va stabilligini oshiradi, va umuman olganda oddiy to'ldirgichlarga qaraganda funksional hisoblanadi. Nanozarrachalar juda oz miqdorda qo'shiladi – og'irligi bo'yicha 2-3%ni tashkil

qiladi. Bundan tashqari nano tuproqlarning qo‘llanilishi materialning estetik xossalarini yaxshilaydi: tashqi ko‘rinishi, rangi va yuza sifati oshadi.



Rasm 4.9. Kompozitsion materiallar qo‘llanilishi.

Xulosa qilib, kompozitlarning asosiy qo‘llanilish sohalarini keltiramiz:

- Aerokosmik soha.
- Avtomobilshunoslik.
- Elektr va aloqa tarmoqlari.
- Qurilish sohasi.
- Sport buyumlari ishlab chiqarish.
- Medisina.
- Mashinasozlik.
- Elektrotexnika.
- Nanotexnologiya.
- Metallurgiya va boshqa sohalar (rasm 4.9.).

Nazorat savollari:

2.1. Kompozitning keramik matritsa sig'a ishlov berish natijasida materialning mustahkamligi pasayadi. Sababini tushuntirib bering.

2.2. Keramik matritsa li kompozitlar olishda zol-gel va polimer piroliz usullari qo‘llanilishi mumkin-mi? Bu usullar qanday kompozitlar olishda qulay

xisoblanadi?

2.3. Deyarli nolga teng bo'lgan issiqlikdan kengayish koeffitsiyentiga ega bo'lgan uglerod tola bilan mustahkamlashtirilgan shishakeramik kompozit olish mumkin mi? Sababini tushuntirib bering.

2.4. Nima uchun keramik matritsa li kompozitlarni ishlab chiqarishda ko'ra issiqlik xossalarga katta e'tibor berishimiz kerak (metall matritsa li kompozitlar bilan solishtiring)? Mikro yoriqlar tolali kompozitlarda nima sabablardan paydo bo'lishi mumkin?

2.5. Nano-tuproqni kompozitlar tarkibida qo'llanilishiga misollar keltiring.

2.6. Tog' velosipedini konstruksiyasi o'rganing: qanday konstruksion materiallar qo'llanilganligini aniqlang.

2.7. "Neksiya" va "Matiz" avtomobillarida qo'llanilgan kompozitlar turlarini aniqlang.

2.8. Qurilishda qanday kompozitsion materiallar qo'llaniladi? Misollar keltiring.

2.9. O'z o'zidan tiklanadigan kompozitlarga misollar keltiring.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -98-101, 249-306 r.

2. Morgan P. Carbon fibers and their composites / Morgan P. - Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. Materials engineering; vol.27. - ISBN 0-8247-0983-7. 1153 r.

3. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 r.

4. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 655-660 r.

5. L.Fiocco, Z.Babakhanova, E.Bernardo. Facile obtainment of luminescent glass-ceramics by direct firing of a preceramic polymer and oxide fillers.

Ceramics International Journal. Available online 10 February 2016.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884216000833>

6. Z.A.Babaxanova, M.X.Aripova. Kremniy-organik birikmalar asosida texnik keramika materiallar sintezi. Uzbek kimyo jurnali. 2015, №3, 16-21 b.

7. Enrico Bernardo, Laura Fiocco, Giulio Parcianello, Enrico Storti, Paolo Colombo. Advanced Ceramics from Pre-ceramic Polymers Modified at the Nano-Scale: A Review. Materials 2014, 7, 1927-1956 r.; doi:10.3390/ma7031927.

8. Tyalina L.N., Minayev A.M., Pruchkin V.A. Новые композиционные материалы. Uchebnoye posobiye. Tambov: GOU VPO TGTU, 2011.-5-25 s.

9. Shevchenko A.A. Fizikoximiya i mexanika kompozitsionnykh materialov. – M. : Professiya, 2010. – 140-170 s.

3-mavzu: Nanomateriallar. Nanoobyektlarning asosiy turlari va ular asosidagi nanosistemalar.

Reja:

- 1.1. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi.
- 1.2. Nanotexnologiyalar to‘g‘risida umumiy Ma’lumot.
- 1.3. Nanoobyekt, nanomaterial, nanotexnologiya tushunchasi.

***Tayanch iboralar:** nanotexnologiya jarayonlari, nanomateriallar, uglerod nanotrubkalari.*

Kirish. Fanning predmet va vazifalari.

Ushbu fan matematik va tabiiy-ilmiy xamda umumkasbiy fanlarga tayangan xolda nanomateriallarning fizik-kimyoviy muammolarini hal qilish va fan sifatida shakllanishini mustaxkamlash maqsadida: nanotexnologiyaning asosiy tushunchalari, nanotexnologiyaning tadqiqot obyektlari va ularning sinflanishi, nanotexnologiyaning rivojlanish bosqichlari, nanoobyektlarning asosiy turlari va ular asosidagi nanotizimlar, uglerodli nanotrubkalar, fullerenlar, supramolekulyar kimyo, noorganik nanomateriallar; nanostrukturalangan materiallarning sintez usullari, fundamental asoslari to‘g‘risidagi Ma’lumotlarni qamrab oladi va bu bilimlarni talabalarga yetkazish fanning asosiy maqsad va vazifalari xisoblanadi.

“Nanomateriallar” fanini o‘zlashtirish jarayonida:

- anotizimning kristallofizikasi, nanostrukturalar va ularning simmetrik ifodasi;

- elektronlarning energetik spektri kvant ushlov strukturalarida kvant nuqtalar, tolalar, yuqori darajali panjaraning ahamiyati;

- xollning kvant effekti va kvant o‘lchov strukturalari optik xususiyatlarining mohiyati;

- nanoqatlamli kompozitsiyalarni magnit xossalari, kondensiyalangan muxitlarda energiya va zaryadlar o‘tqazish jarayonlari;

- nanostrukturalashgan materiallarni fizik kimesi, kichik ansamblli molekulalar, molekulararo o‘zaro ta‘siri haqida tasavvurga ega bo‘lishi;

- nanozarrachalarni o‘lchov va funksional xossalari;

- molekulyar dinamika, konformasiya va nanotizm simmetrik tasviri;

- fazalararo chegaralarni termodinamikasi va kinetikasi, Klaster;

- misellalar xosil bo‘lishi, polimerizasiyalash, matritsa sintezi, o‘zaroshakllanish;

- nanomateriallar: zollar, gellar, suspenziyalar, kolloid eritmalar, matritsa - ajratilgan klasterli yuqori darajadagi strukturalar, fullerenlar, uglerodli nanotrubkalar, polimerlar, yuqori darajali panjaralar, biomembranalar;

- nanotizimlarni elektr o‘tkazuvchi, issiqlik o‘tkazuvchi va mexanik xossalari.

- nanomateriallarni maxsus xossalari, ularni fizik-kimeviy tabiatlari bog‘liqliklari, tanlovchanligi, energiya xajmli va elektron xotirasining mohiyatini bilishi va ulardan foydalana olishi;

- nanokimeviy komponentalar: katalizatorlar, sorbentlar, reaktorlar;

- nanoqatlamlar sintezi uslublari: atom-molekulyar epitaksiya, molekulyar va kimyoviy konstruktrlash;

- Lengmyur-Blodjett molekulyar qatlamlash uslubi, polianion molekulyar konstruktrlash;

•yuqori darajada lokallangan qoplanish, ajratish va moddalarni modifikasiyalash uslublari;

•korpuskulo-fotonli va elektrokimyoviy nanotexnologiyalar, nanozondli lokal sintez va moddani ajratish, material yuzasini modifikasiyalash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

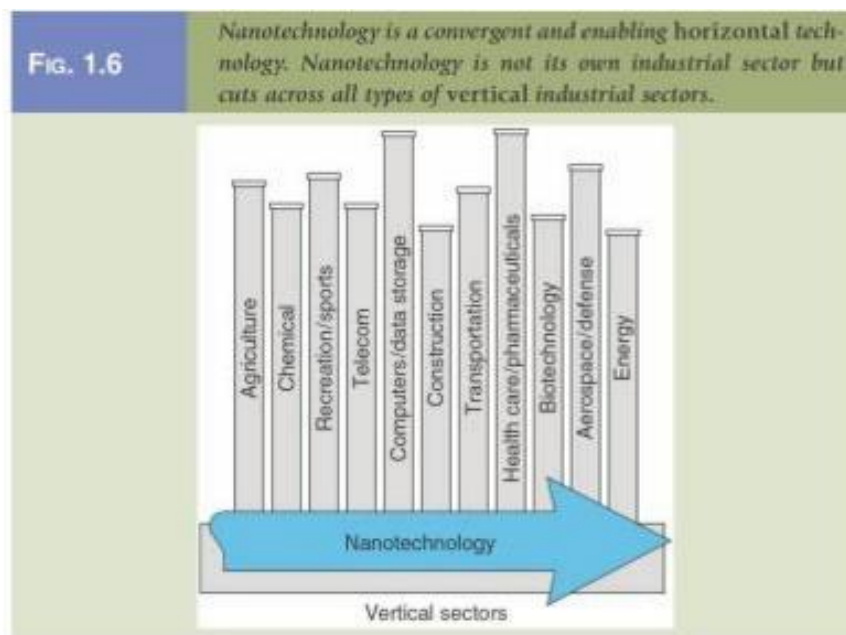
3.1. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi

Nanotexnologiyani rivojlanishi quyidagilarga bog'liq⁵:

- Fizika
- Kimyo
- Biologiya
- AKT
- Elektrotexnika
- Mashinasozlik

Nanotexnologiya genetika fanini rivojlanishiga katta tasir ko'rsatdi:

- nanotibbiyot
- nano kapsula
- nano gel
- saraton kasalligini davolash
- sog' bo'lgan kataklarga zarar yetkazmasdan davolash



Rasm 1. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi⁶.

⁵ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011. 35.

Nano robotlar.

- Mikroskopik masshtabdagi mashina va robotlarni yaratish va ulardan unumli foydalanish.

Nanotexnologiya va koinot:

- koinot apparatlarni yaxshilash
- astronomlarga muxitni takomillashtirish
- koinot sayoxatlarni arzonlashtirish
- nano yer yoʻldoshlarini yaratish.

Nano oziqlanish:

- oziqalarni muzsiz saqlash
- oziq- ovqatlarni bakteriya va parazitlardan ximoya qilish
- yengil xazm boʻladigan moddalarni yaratish

Nano va mudofaa:

- kichik oʻlchamli va tezyurar elektron qurilmalar
- yengil, quvvatli uskunalar
- sensorlarning yangi avlodlarini yaratish
- takomillashtirilgan qurollar

Nano va elektronika (Rasm 1-2):

- elektron qurilmalar ekranlarini zamonaviylashtirish
- xotira mikrosxemalarini bir kvadrat dyuymdagi xajmingi terabaytlarga yetkazish

- integral sxemalarda ishlatiladigan yarim oʻtkazgichli asboblarning xajmini kamaytirish

⁶G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 24

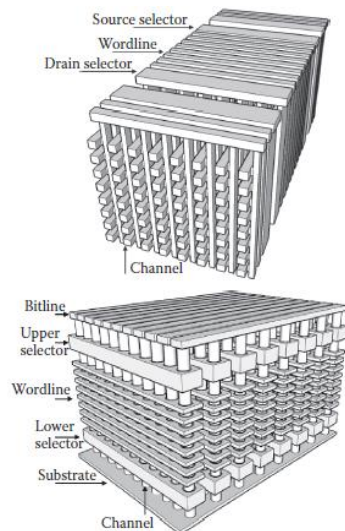


FIGURE 2.3 Proposed structures for three-dimensional NAND Flash Memory. (Data from International Technology Roadmap for Semiconductor [ITRS] <http://www.itrs.net>.)

Rasm 2. Ucho 'lchamli NAND Flash xotirasi uchun taxminiy tuzilishi⁷.

Nano va AKT:

- katodli nur trubkasini uglerod nanotrubkalariga almashtirish
- nanotexnologiyalardan taʼminotda unumli foydalanish

Nano va energetika:

- quyosh va issiqlik batareyalaridan foydalanish;
- yuqori haroratli oʻtkazgichlarni ishlatish
- galvanik elementlar va akkumulyatorlarni, yangi nanoavlodini yaratish

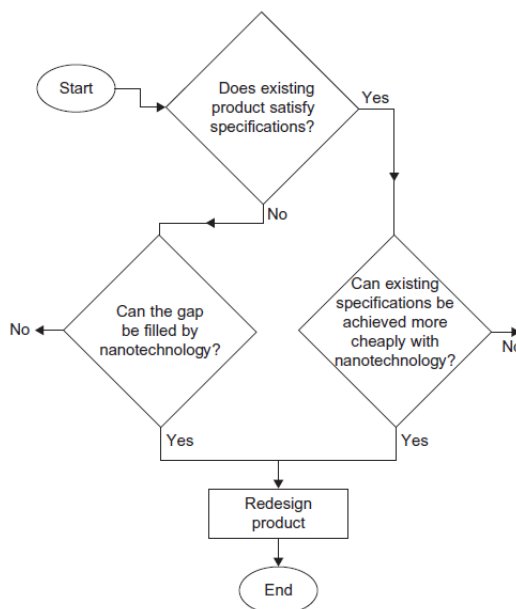


FIGURE 1.3

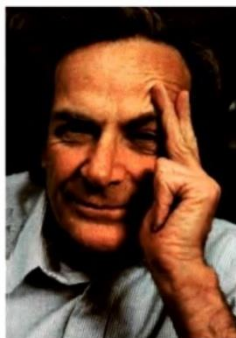
Flow chart to determine whether nanotechnology should be introduced into a product.

Rasm 3. Nanotexnologiya maxsulotga qoʻllanilishi mumkinligini aniqlash diagrammasi⁸.

⁷ David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 21.

⁸ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies)

1) R.Feynman Nobel mukofoti laureati. “Mening fikrimcha, fizika prinsiplari alohida atomlardan o‘zining shaxsiy manfaatlari yo‘lida foydalanishni man qilmaydi”.1995 y.



Richard Phillips Feynman

2) 1996 y. R.Yang pyezodvigatellar g‘oyasini taklif qildi, hozirgi kunda ular nanotexnologiya asboblarning presizion xarakatlanishini $0.01 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ aniqlik bilan ta‘minlaydi.

3) Norio Tomiguti birinchi marta “nanotexnologiya” atamasini 1974 yilda qo‘lladi.

4) 1982-1985-yillarda nemis professori G.Glyayter qattiq jismlar nanotuzilmasi konsepsiyasini taklif etdi.

5) 1985 yilda Robert Kerl, Xareld Kreto, Richard Smollilardan iborat olimlar jamoasi fullerenlarni kashf qildi va CNT (carbon nanotubes) nazariyasini yaratdi, ular 1991 yilda tajriba yo‘li bilan olindi.

6) 1982-yilda G.Bining va T Rorer birinchi skaner qiluvchi tunelli mikroskop (STM) yaratdilar.

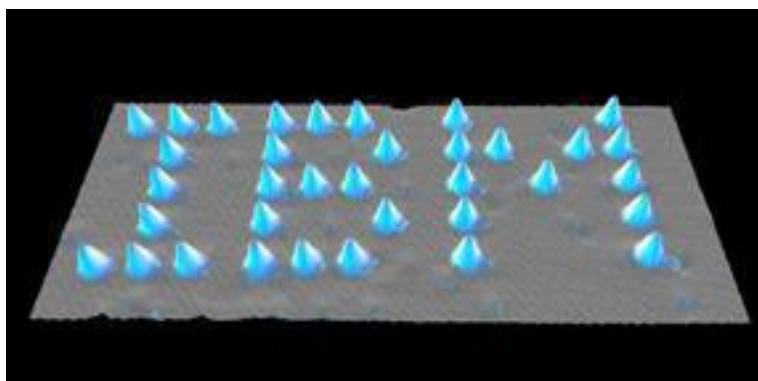
7) 1986-yilda skaner qiluvchi atom –kuchli mikroskop paydo bo‘ldi.

8) 1987-1988-yillarda alohida atomlardan o‘zining shaxsiy manfaatlari yo‘lida foydalanish imkonini beruvchi birinchi nanotexnologiya qurilmalarining ishlash prinsiplari namoyish qilindi.

E.Dreksler-nanotexnologiyalar haqidagi barcha bilimlarni umumlashtirdi, o‘z-o‘zini namoyon qiluvchi molekulyar robotlar konsepsiyasini aniqladi, ular yig‘ish va yoyish (dekompozisiya)ning amalga oshirishi, Ma’lumotni atomar

darajada xotiraga yozish o'z-o'zini namoyon qilish va ulardan foydalanish dasturlarini saqlashi kerak edi.

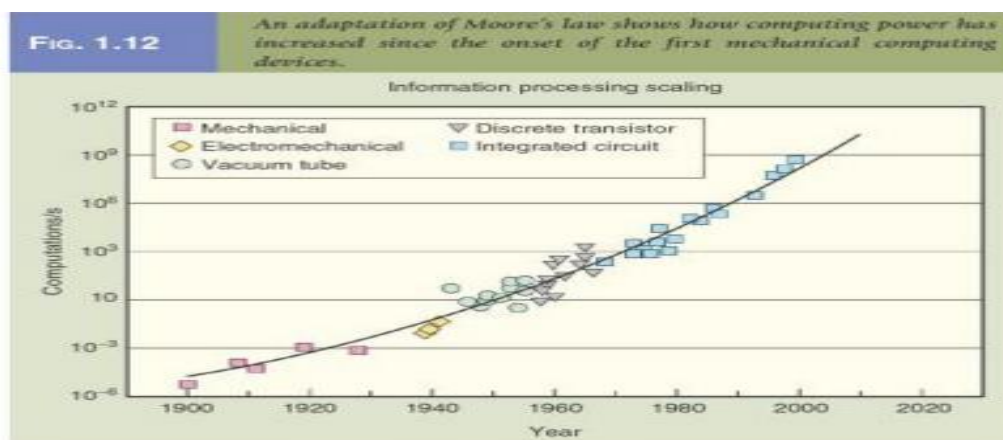
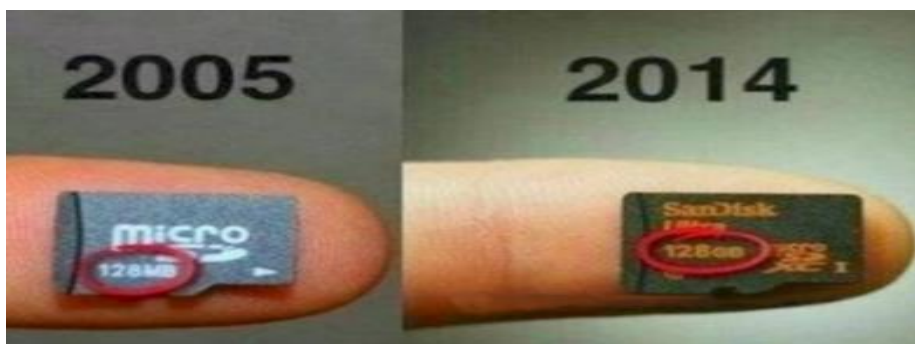
9) 1990-yilda STM yordamida IBM firmasi bilan birgalikda 3ta xarf chizildi. Ular Xe(35 atom) bilan nikel kristallining yassi gramida chizildi.



Rasm 4. IBM firmasining litografiyasi⁹

Mur qonuni: qurilmaning yuza birligiga o'lashtirilgan tranzistorlarning soni taxminan har 18 oyda ikki barobar ko'payishini nazarda tutuvchi xisoblash qurilmalaridagi o'zoqmuddatli trend.

Krider qonuni: qattiq disklarning xotira xajmi deyarli har yili ikki barobar ko'payadi.



Rasm 5. Mur va Krider qonuni^{10 23}

⁹ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 302

¹⁰ G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, 50

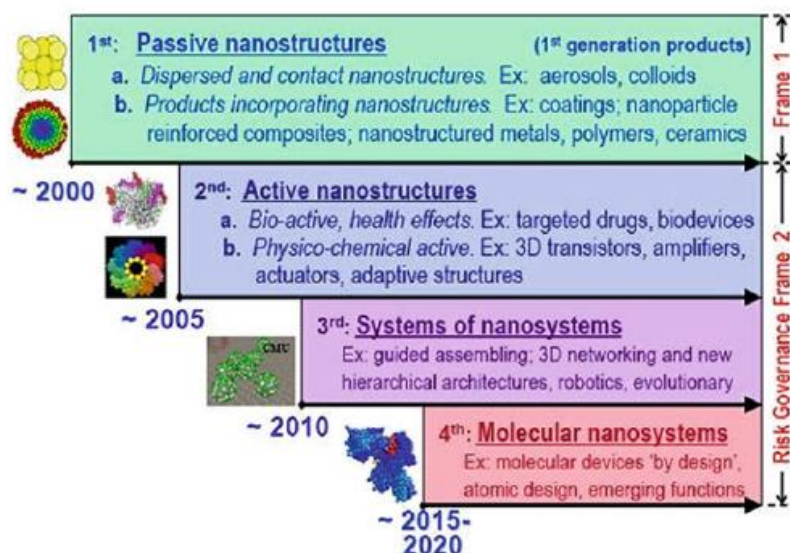
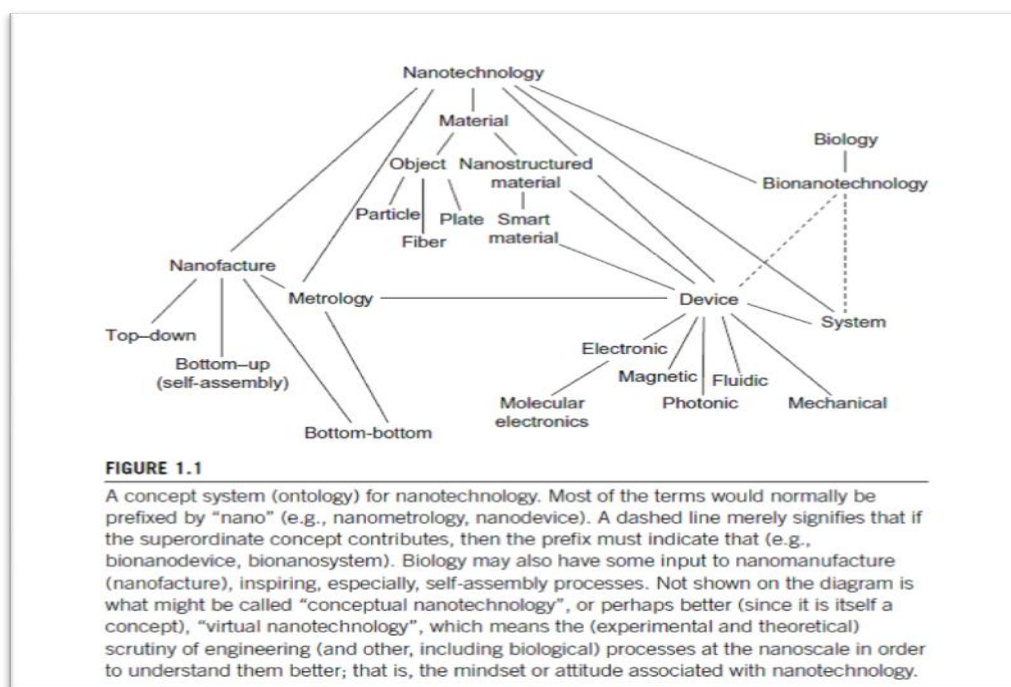


Fig. 2.1 Generations of nanotechnology development (Roco 2011)

Rasm 6. Nanotexnologiyaning rivojlanish tendensiyasi¹¹

3.2. Nanotexnologiyalar to'g'risida umumiy Ma'lumot

Belgilangan xossali nanomateriallar olishda ilm-fan va texnika yutuqlarini tadbiq qilish. Bir qator nanoobyektlar Ma'lum va ular anchadan beri qo'llanadi. Kolloidlar, mayda dispers kukunlar ingichka plyonkalar shular jumlasidan (Rasm 7).



Rasm 7. Nanotexnologiyalarda ontologiya. Nano prefiksi (nanometrologiya, nanoasbob)¹²

Taylor and Fransis, 2009, 12

¹¹ Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 95.

¹² Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies)

Hozirgi kunga kelib xona harorati sharoitida yuzada atomlarning birikishi va hajmda atomlarning turli kombinasiyalari hosil bo'lishining texnologik usullari ishlab chiqilmoqda.

Uglerod “nanotube”lar (nanonaycha, nanotrubkalari) CNT (carbon nanotubes):

- bu trubkalar molekulyar masshtabdagi materiallarga kiradi;
- tarkibida grafit uglerodi bo'lib ajoyib xossalarga ega.

Nanotexnologiyalarining eng real chiqishi atomar tuzilmalarining o'z-o'zini yig'ishi deyiladi. Zamonaviy nanotexnologiyaning vazifasi, atomar tuzilmalarini yig'ishni ta'minlovchi tabiiy qonuniyatlarini topish.

3.3. Nanoobyekt, nanomaterial, nanotexnologiya tushunchasi

Nano - “ 10^{-9} ”. Shunday qilib nanotexnologiyalarning faoliyat sohasiga, hoh bitta o'lchamda bo'lsin *nm* bilan o'lchanadigan obyektlar kiradi. Ko'rib chiqilayotgan obyektlar ko'lami alohida atom o'lchamidan ancha keng, konglomeratlargacha (tarkibida 1,2 yoki 3 o'lchamda 1 mkm o'lchamga ega 10^9 dan ortiq atom organik molekulalar). Ushbu obyektlar b.b son atomlardan iborat emasligi juda muhim, bu esa moddaning diskret atom-molekulyar tuzilmasining paydo bo'lishi yoki uning kvant qonuniyatlarini belgilab beradi (rasm 8).

Intension	Concept	Extension
One or more external dimensions in the nanoscale	Nano-object	Graphene, fullerene
One or more geometrical features in the nanoscale	Nanomaterial	A nanocomposite
Automaton with information storage and/or processing embodiments in the nanoscale	Nanodevice	Single electron transistor

Jadval 1. Nanokonsepsiya va ularning tarkibiy qismi va qo'llanilishi ¹³

1) Nanoobyektни aniqlash. Nanometr o'lchamli har qanday fizikaviy obyekt $1 \times 2 \times 3 \times$ koordinatali maydonda (tez kunda vaqt o'lchamida bo'lishi mumkin).

2nd Edition, Elsevier, 2011, 4

¹³ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 5

2) Har qanday amterial obyekt nanoobyekt deyiladi, ularda yuza atomlarning soni hajmdagi atomlarning soni bilan solishtirma yoki yuqori.

3) Nanoob'ktni aniqlash. Nanoobyekt - 1 yoki ko'proq koordinata o'lchamli, de Broylning elektron uchun to'liqini uzunligi bilan taqqoslanadigan obyekt. (1924 yilda fizik olim de Broyl "Fotonlar uchun korpuskulyar to'liqinli dualizm tabiatning istalgan zarrasi uchun mos" degan.

$$\lambda_{\sigma} = \frac{h}{p},$$

bu yerda: h – Plank doimisi; r – elektron impulsi; λ_b – de Broylning to'liqini.

4) Nanoobyektni aniqlash. O'zining o'lchovlarida hodisaning eng so'nggi o'lchovidan ham kichik obyektlarni aytishadi (u yoki bu hodisaning polarizasion radiusi bilan bir xil o'lcham, elektronlarning erkin harakatlanish uzunligi, magnit domen o'lchami, qattiq jismning paydo bo'lish o'lchami).

5) Nanoobyektni aniqlash. Nanoobyekt – bu uch maydon o'lchamining hych bo'lmasa bittasida 100 nm dan kam bo'lmagan o'lchamli obyekt. 100 nm – de Broylning elektroni uchun to'liqin uzunligi.

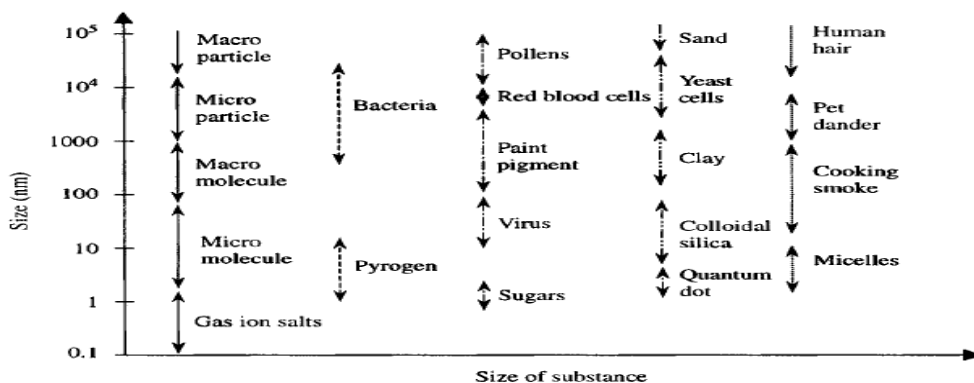
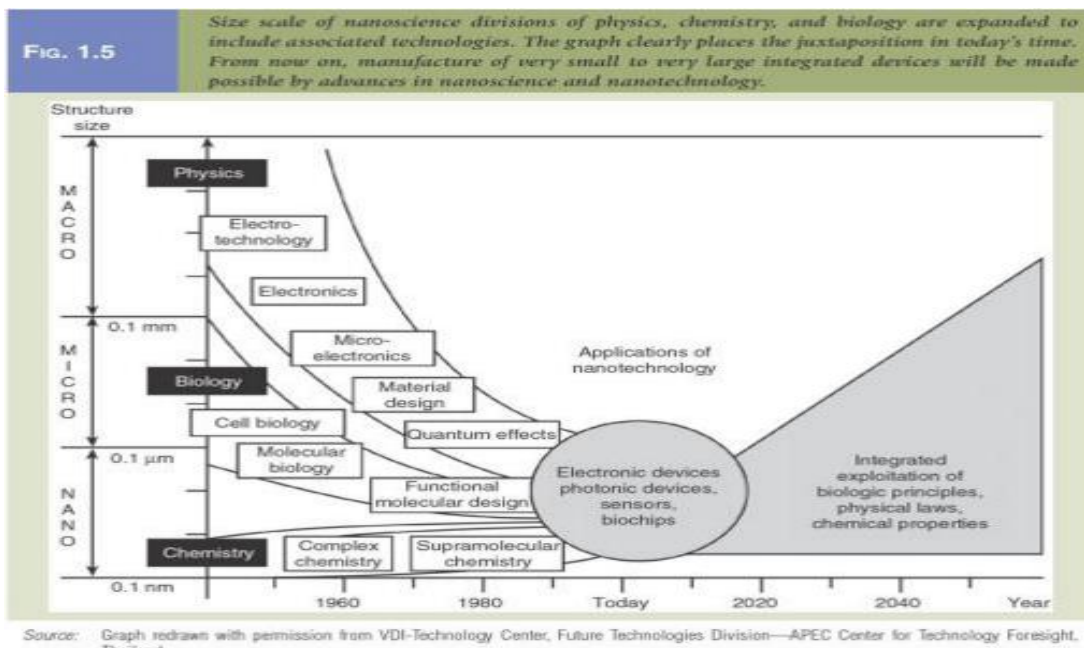


Fig. 1.1. Examples of zero-dimensional nanostructures or nanomaterials with their typical ranges of dimension.





*Rasm. 8. Tipik o'lchamli 0-o'lchamli nanotizimlar va nanomateriallarning namunalari*¹⁴⁻¹⁵

Nanomateriallar bu nanoobyektlarning o'zi (agar ular turli texnikaviy moslama va uskunar tayyorlashga xizmat qilsa, xuddi nanoobyektlar ushbu materiallarda Ma'lum bir xususiyat shakllantirishi uchun foydalaniladi yoki nanokonstrukturlangan materiallar kabi).

“Nanotexnologiya” tushunchasi “nanomaterial” tushunchasi bilan chambarchas bog‘liq.

“Texnologiya” atamasi uch tushunchani anglatadi:

- 1) texnologik jarayon;
- 2) texnologik hujjatlar to‘plami;
- 3) qayta ishlash jarayonlarining qonuniyatlari va mahsulotni o‘rganuvchi ilmiy fan.

Nanotexnologiya – nanomateriallarni olish, qayta ishlash va qo‘llash qonuniyatlarini o‘rganuvchi fan.

3.4. Nanoobyektlar tavsifi.

Nanoobyektning katta-kichikligi – nanoobyektlarni tasniflashning asosidir.

Katta-kichiklikka muvofiq quyidagilar farqlanadi:

¹⁴ G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 8-11.

¹⁵ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 2.

1) 0-D nanoobyektlar – ularning 3 ta makon o‘lchamining hammasi nanometr diapazonida yotadi (qo‘pol qilib aytganda: 3 o‘lchamning hammasi < 100 nm).

Bunday obyekt makroskopik ma‘noda nulmerli bo‘ladi va shu sababli, elektron xossalari nuqtai nazaridan, bunday obyektlar kvant nuqtalar deb ataladi. Ulardagi de Broyl to‘lqini har qanday makon miqdordan katta bo‘ladi. Kvant nuqtalardan lazer qurilishida, optoelektronikada, fotonikada, sensorikada va boshqalarda foydalaniladi (rasm 9-11).

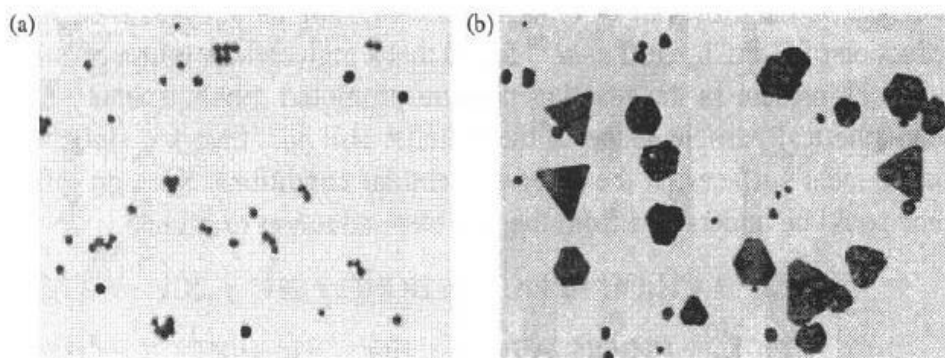


Fig. 3.10. SEM micrographs of gold nanoparticles prepared with sodium citrate (a) and citric acid (b) as reduction reagents, respectively, under otherwise similar synthesis conditions. [W.O. Miligan and R.H. Morriss, *J. Am. Chem. Soc.* **86**, 3461 (1964).]

*Rasm 9. Qaytaruvchi sifatida qo‘llaniladigan natriy sitrati va limon kislotasidagi oltin nanozarrachalari*¹⁶.

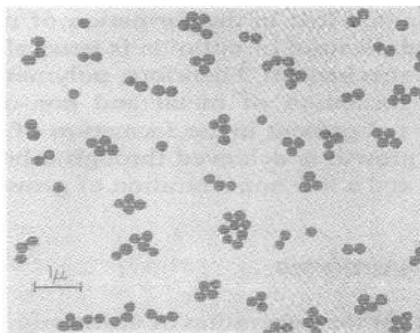


Fig. 3.19. SEM micrograph of silica spheres prepared in the ethanol-ethyl ester system. [W. Stober, A. Fink, and E. Bohn, *J. Colloid Interf. Sci.* **26**, 62 (1968).]

*Rasm 10. Etanol-efir muxitidagi kremnezem nanozarrachalari*¹⁷.

¹⁶ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 69

¹⁷ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 86

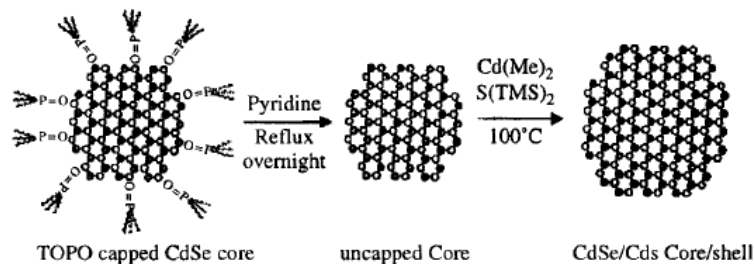


Fig. 3.27. Schematic synthesis of CdSe/CdS core/shell nanocrystals [X. Peng, M.C. Schlamp, A.V. Kadavanich, and A.P. Alivisatos, *J. Am. Chem. Soc.* **119**, 7019 (1997).]

Rasm 11. Yadro-qobiq nanokristallarning sintezi CdSe/CdS¹⁸

2) 1-D nanoobyektlar – ikki o‘lchamda nanometrik kattalikka, uchinchi o‘lchamda esa – makroskopik kattalikka ega bo‘ladi. Bular jumlasiga nanosimlar, nanotolalar, bir devorli va ko‘p devorli nanoquvurlar, organik makromolekulalar, shu jumladan DNKning ikki qavatli spirallari kiritiladi (rasm 12-15).

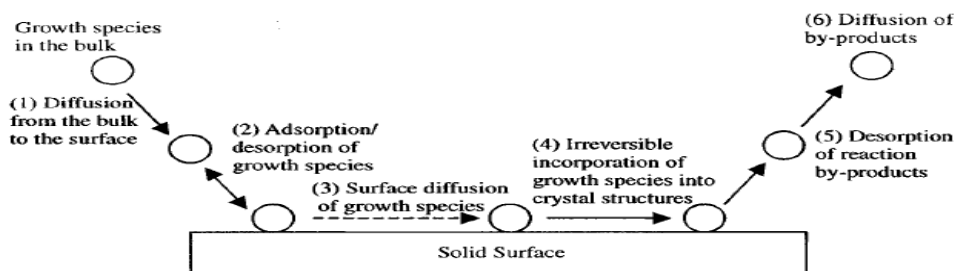


Fig. 4.1. Schematic illustrating six steps in crystal growth, which can be generally considered as a heterogeneous reaction, and a typical crystal growth proceeds following the sequences.

Rasm 12. Geterogen reaksiya bo‘yicha 6-karrali kristallarning o‘shish tizimi¹⁹.

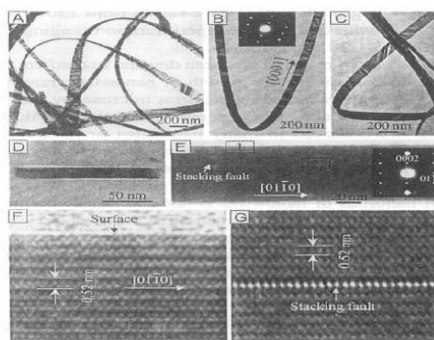


Fig. 4.6. SEM and TEM pictures of ZnO nanobelts [Z.W. Pan, Z.R. Dai, and Z.L. Wang, *Science* **291**, 1947 (2001).]

Rasm 13. Rux oksidi nanonaychalari uchun SEM va TEM elektron mikrotasvirlari²⁰.

¹⁸ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 104

¹⁹ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 113

²⁰ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 120

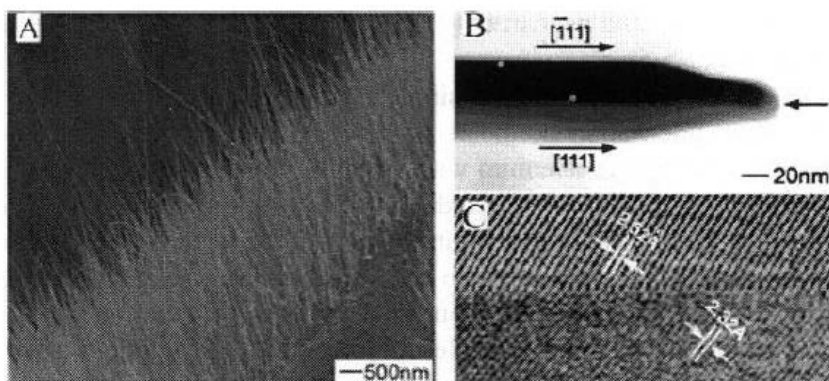


Fig. 4.8. (A) SEM and (B) TEM micrographs of CuO nanowires synthesized by heating a copper wire (0.1 mm in diameter) in air to a temperature of 500°C for 4 hr. Each CuO nanowire was a bicrystal as shown by its electron diffraction pattern and high-resolution TEM characterization (C). [X. Jiang, T. Herricks, and Y. Xia, *Nano Lett.* 2, 1333 (2002).]

*Rasm 14. Mis oksidi nanosimlari uchun SEM va TEM elektron mikrotasvirlari*²¹.

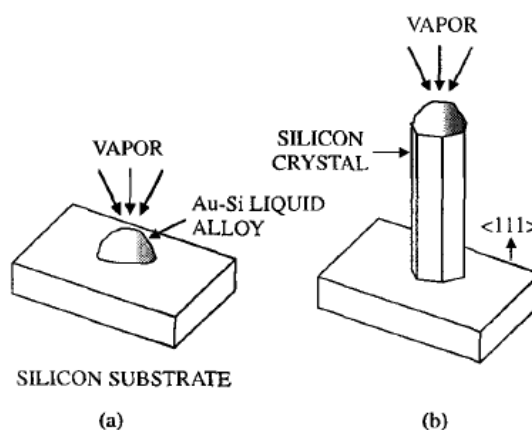


Fig. 4.11. Schematic showing the principal steps of the vapor–liquid–solid growth technique: (a) initial nucleation and (b) continued growth.

*Rasm 15. Gaz-suyuqlik-qattiq jism usulining sxemasi: a- boshlang‘ich zarracha xosil bo‘lishi, b- o‘sish*²².

3) 2-D nanoobyektlar – faqat bitta o‘lchamda nanometrik kattalikka ega bo‘ladi, qolgan ikkita o‘lchamda esa bu kattalik makroskopik bo‘ladi. Bunday obyektlar jumlasiga bir tarkibli materialning yuzaga yaqin ingichka qatlamlari: plenklar, qoplamalar, membranalar, ko‘p qatlamli geterotuzilmalar kiritiladi. Ularning kvazi ikki o‘lchamliligi elektron gazning xossalari, elektron o‘tishlarning (r-p o‘tishlarning) xususiyatlarini va shu kabilarni o‘zgartirish imkonini beradi. Aynan 2-D nanoobyektlar radioelektronikaning tamomila yangi

²¹Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 123

²² Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 129

element bazasini ishlab chiqish uchun asos o‘ylab topish imkonini beradi. Bu endi nanoelektronika, nanooptika va shu kabilar bo‘ladi (rasm 16-19).

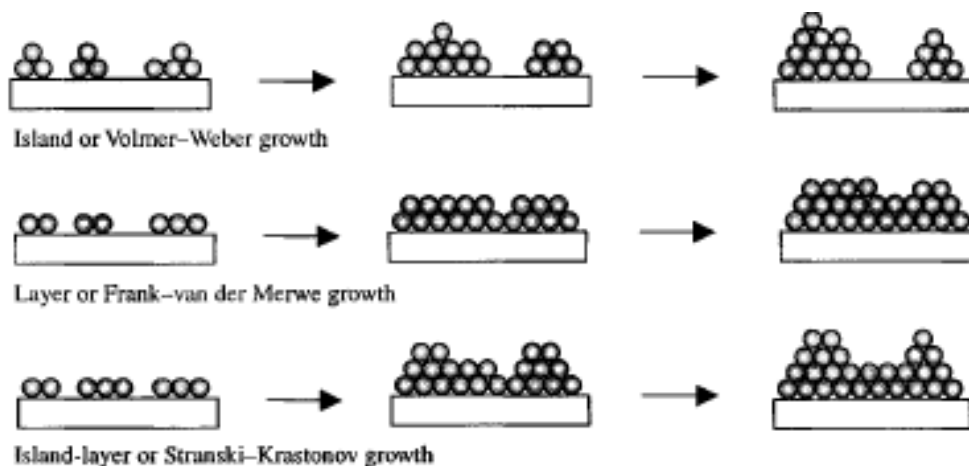


Fig. 5.1. Schematic illustrating three basic modes of initial nucleation in the film growth. Island growth occurs when the growth species are more strongly bonded to each other than to the substrate.

Rasm 16. Yupqa plenkalarining o‘shish sxemasi. Orolchali o‘shish substrat bilan mustaxkam bog‘langan zarrachalar uchun boradi²³

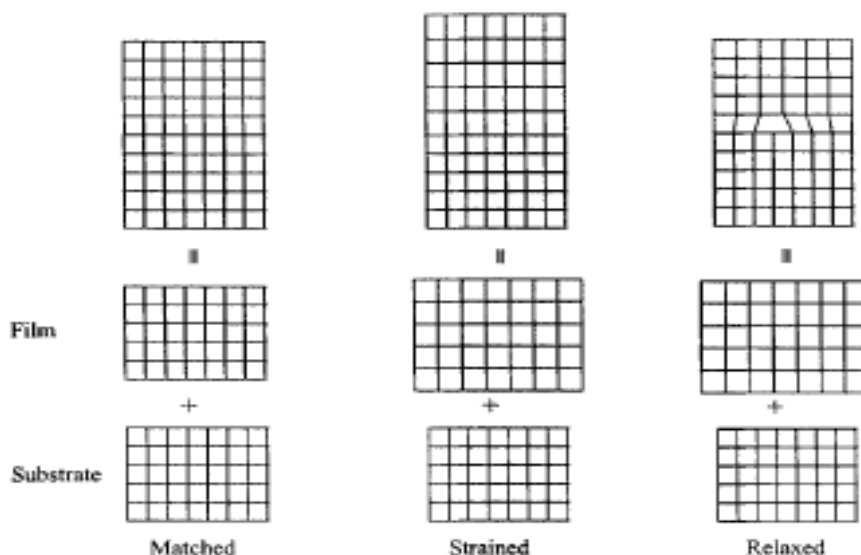


Fig. 5.3. Schematic illustrating the lattice matched homoepitaxial film and substrate, strained and relaxed heteroepitaxial structures.

Rasm 17. Geteroepitaksial plenkalarining stredagi va relaksasiyadagi gomoepitaksial plenka va substratning kristall panjarasi sxemasi, Rux oksidi nanonaychalari uchun SEM va TEM elektron mikrotasvirlari²⁴.

²³ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 175

²⁴ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 179

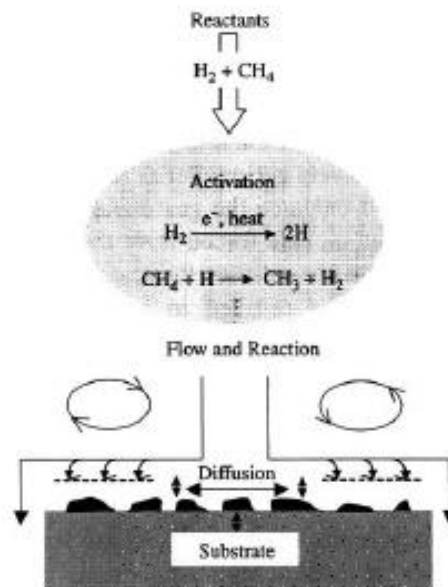


Fig. 5.14. Schematic showing the principal elements in the complex diamond CVD process: flow of reactants into the reactor, activation of the reactants by the thermal and plasma processes, reaction and transport of the species to the growing surface, and surface chemical processes depositing diamond and other forms of carbon. [J.E. Butler and D.G. Goodwin, in *Properties, Growth and Applications of Diamond*, eds. M.H. Nazare and A.J. Neves, INSPEC, London, p. 262, 2001.]

Rasm 18. CVD jarayoni bo'yicha nanoolmoslarni olishning prinsipial tizimi: reagentlarning reaktorga oqimi, reagentlarni termik jarayon yoki plazma bilan faollanishi, o'suvchi yuzalarga zarrachalarning tashib o'tilishi va reaksiyasi, olmoslarning va uglerodning boshqa shakllarini cho'ktirishning yuzadagi kimyoviy jarayonlari²⁵.

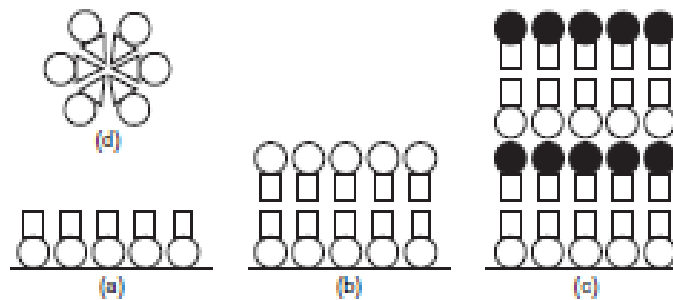


FIGURE 6.6

Langmuir-Blodgett films. (a) A monolayer; (b) a bilayer; (c) a Y-type multilayer. The circles represent the polar heads and the squares the apolar tails of the amphiphilic molecule. (d) A micelle, which can form spontaneously upon dispersal in water if the amphiphilic molecules have a smaller tail than the head (see Section 8.2.9).

Rasm 19. Lengmyur-Blodjet plenklarini olish. Monoqavat, biqavat, u-multiqavat. Agarda «tail» «head»dan kichik bo'lsa polyar amfifil molekulalar o'z-o'zidan misellalar hosil qiladi²⁶

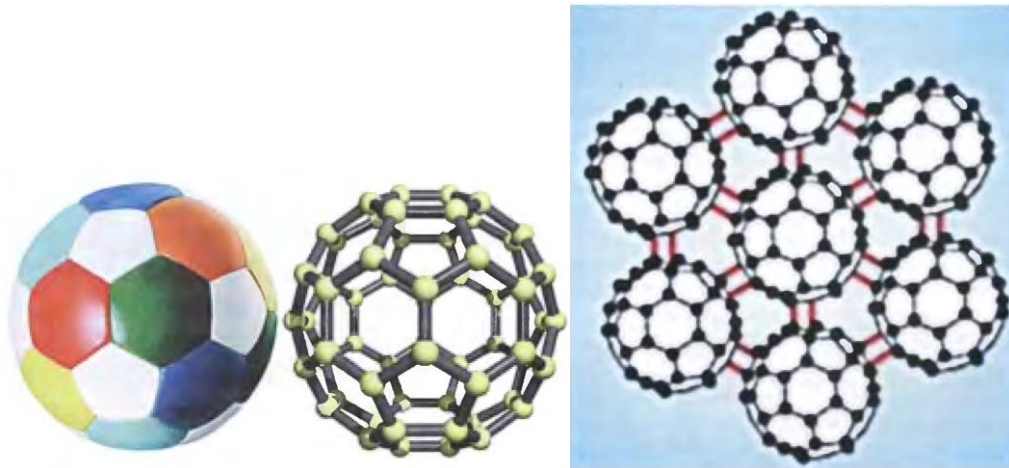
Hozirgi vaqtda 2-D nanoobyektlar hammadan ko'proq xilma-xil

²⁵ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 198

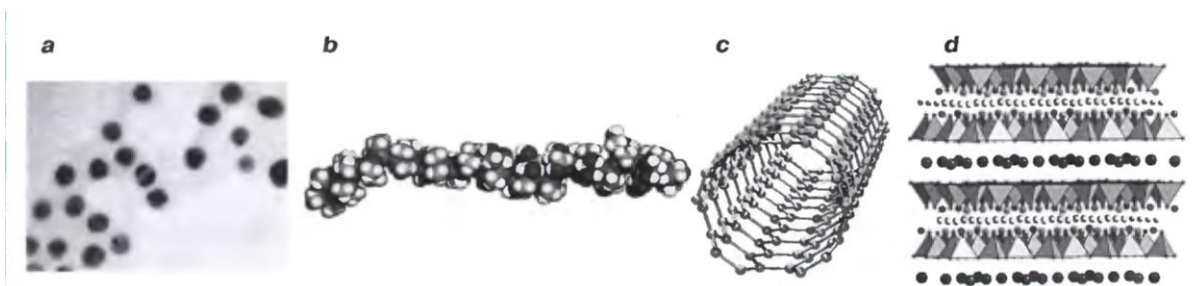
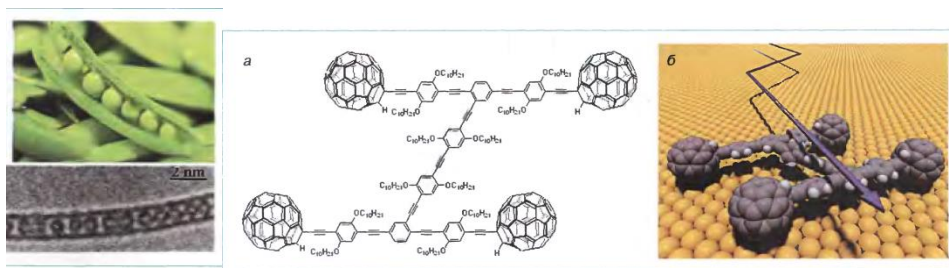
²⁶ Jeremy Ramsden *Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies)* 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110

antifrazion, antikorrozion va hokazo qoplamalar sifatida xizmat qilmoqda. Ular molekulyar filtrlar, sorbentlr va shu kabilarda turli xil membranalar yaratish uchun ham katta ahamiyatga ega.

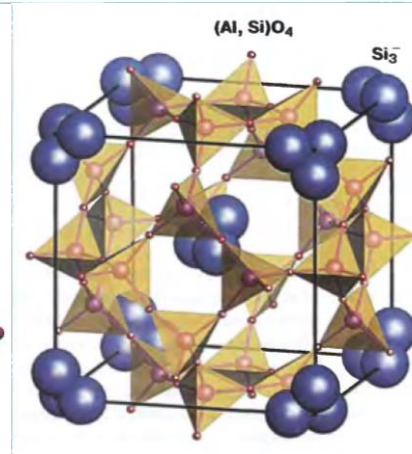
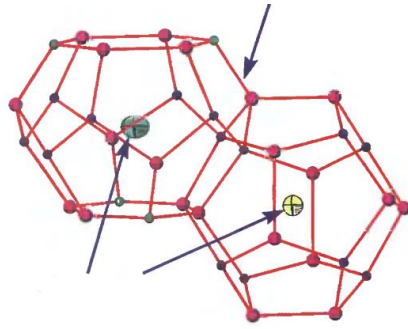
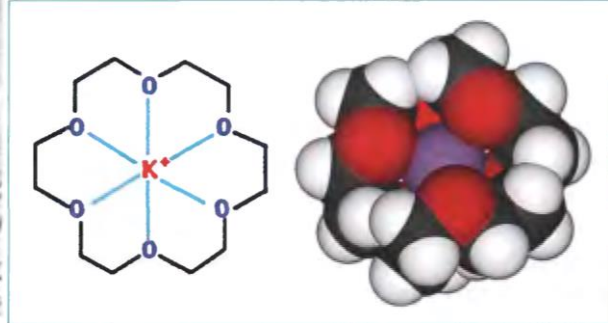
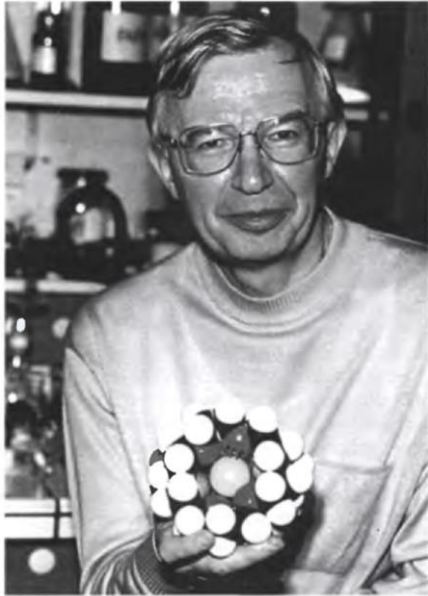
Fullerenlar.



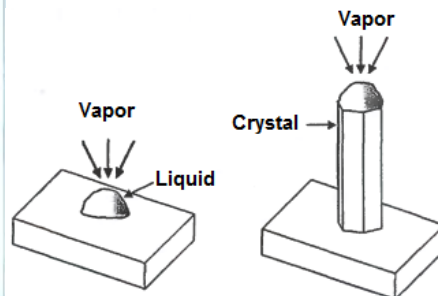
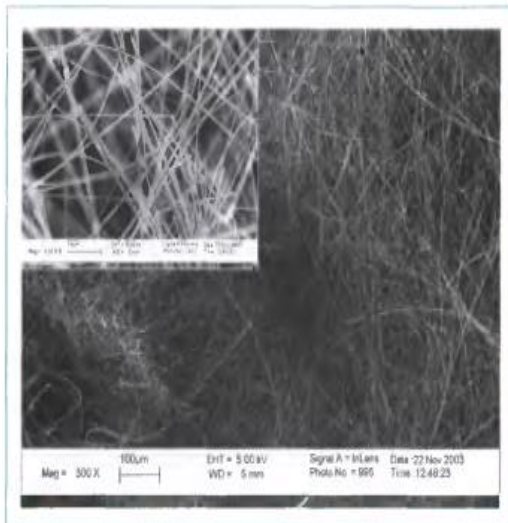
Uglerodli trubkalar.



3.5. Supramolekulyar kimyo.

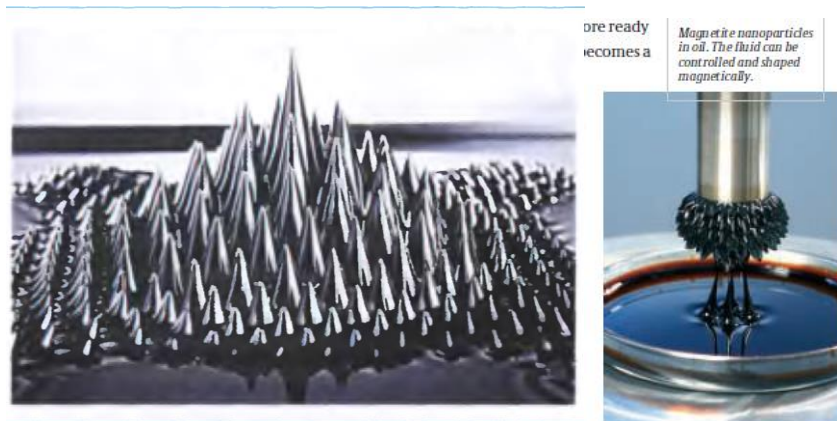


Noorganik nanomateriallar. Viskerlar.

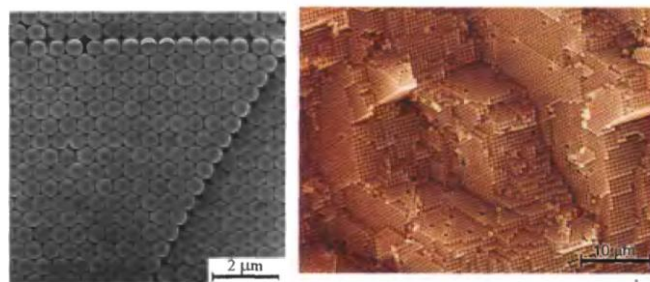


Manganitlar²⁷.

²⁷ European Commission **EUR 21151, Nanotechnology : Innovation for tomorrow world**, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004, 56.



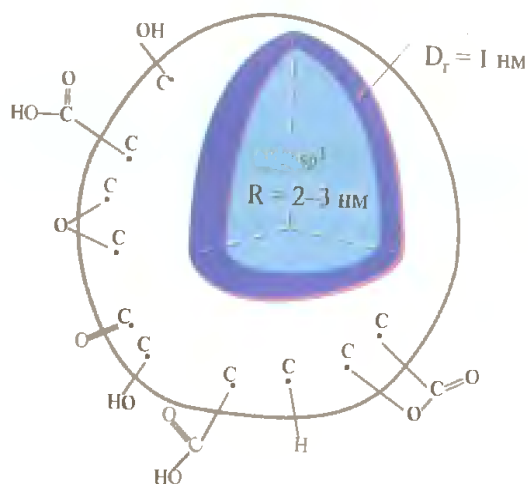
Yuqori xaroratli o'to'tkazgichlar.
Foton kristallari (3D struktura)



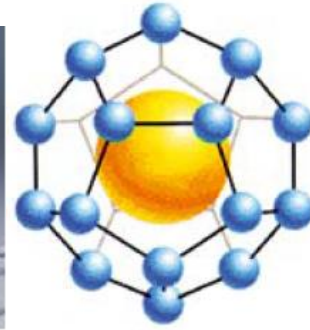
Biokeramika.



Nanoolmoslar.



Gazli gidratlar. Gazlardagi klasterlar.



Nazorat savollari

1. “Nanomateriallar” tushunchasiga ta’rif bering.
2. Nanomateriallarning kandy turlarini bilasiz?
3. Nanometrologiya va nanoasbob deb nimaga aytiladi?
4. Nanomateriallarning aloxida xususiyatlarning sababi nimada?
5. Mur qonuni nima?
6. Krider qonuni tushuntiring?
7. 0-D nanoobyektlarga misol keltiring.
8. 1-D nanoobyektlarga misol keltiring.
9. 2-D nanoobyektlarga misol keltiring.
10. Fullerenlar va uglerodli trubkalarining kandy turlarini bilasiz.
11. Supramolekulyar moddalarga misol keltiring.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011. 35.
2. G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 24.
3. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 21.
4. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 12.
5. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 302.

6. G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 12.
7. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 95.
8. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 4.
9. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 5.
10. G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 8-11.
11. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010,

4-Mavzu. 2D-Nanostrukturalangan materiallar va uglerodli nanomaterial sintez usullari

Reja:

- 4.1. 2-D Nanoobyektlar (yupqa plenkalar)
- 4.2. Fazali epitaksiya.
- 4.3. Uglerodli nanomateriallar
- 4.4. Uglerodli nanomateriallar sintezi.
- 4.5. Uglerodli nanomateriallarning ishlatilishi.

Tayanch iboralari: yupqa plenkalar, fazali epitaksiya, fulleren, grafen.

4.1. 2-D Nanoobyektlar (yupqa plenkalar).

Texnikada qoplama sifatida foydalaniladi. Yupqa plenkali qoplamalarning yaratilishi dastlabki materialning xossalarini o'zgartirish, bunda hajmiga tegmaslik va geometrik o'lchamlarni oshirmaslik imkonini beradi. Qalinligi 1 mkmdan ortiq emas. Qoplamani ishlatishning eng ko'p tarqalgan maqsadlari:

1)Turli detallar materiallarining yemirilishga chidfenamliligini, issiqlikka va korroziyaga barqarorligini oshirish;

2) Mikro, nanoelektronika, optoelektronika, sensorika va boshqalarning elementlari uchun planar, bir qavatli, ko‘p qavatli geterotuzilmalar yaratish;

3) Yuzaning optik ko‘rsatkichlarini o‘zgartirish (xameleon ko‘zoynaklar);

4) Axborotni yozib olish va saqlash elementlarida magnit muhitlar yaratish uchun;

5) Axborotni yozib olish va saqlash optik vositalarini yaratish CD, DVD disklar;

6) Yutkichlar, gaz aralashmalarining separatorlarini, katalizatorlar, kimyoviy modifikasiyalangan membranalar va shu kabilarni yaratish;

Yuzaning xizmat ko‘rsatkichlarini yaxshilashga (ya‘ni ularga plenklar yaratishga) bir-biridan mutlaqo farqlanuvchi ikkita yondoshuv mavjud:

1) Yuzaga yaqin qatlamlarni har xil (kimyoviy, issiqlik, mexanik, radiasion yoki ularning kombinasiyalari) ishlov berish yordamida modifikasiyalash;

2) Boshqa atomlarning qo‘shimcha qatlamlarini berish.

Qoplamalar surtishning hamma usullarini ikkita guruhga birlashtirish mumkin:

1) Bug‘ fazasidan fizik cho‘ktirish PVD;

2) Bug‘ fazasidan kimyoviy cho‘ktirish CVD.

Ikkala holatda ham jarayon vakuum kamerada amalga oshiriladi, unda ba‘zan texnologik gazning uncha katta bo‘lmagan bosimi hosil qilinadi (nisbatan kimyoviy neytral gazlar – Ar, N₂, etilen).

Bug‘ fazasidan fizik cho‘ktirish usullarida (PVD) yangi materialni taglikka yetkazib berishning asosan ikkita usulidan foydalaniladi (rasm 1-2):

1) Termik qizdirish hisobiga purkash (qizdirish juda xilma-xil usullar bilan: rezistiv, elektron-nurli, intuksion, lazerli va boshqa usullar bilan);

2) Neytral gazlar tezlashgan ionlarining, masalan:

Ar ionlarning Ek kinetik energiyasi hisobiga purkash. Musbat ion Ar katodni bombardimon qiladi, katodda purkaladigan materialning nishoni va t.o. ushbu materialning fizik purkalishi yuz beradi.

Farqi – faqat materialni purkash usullarida xolos.

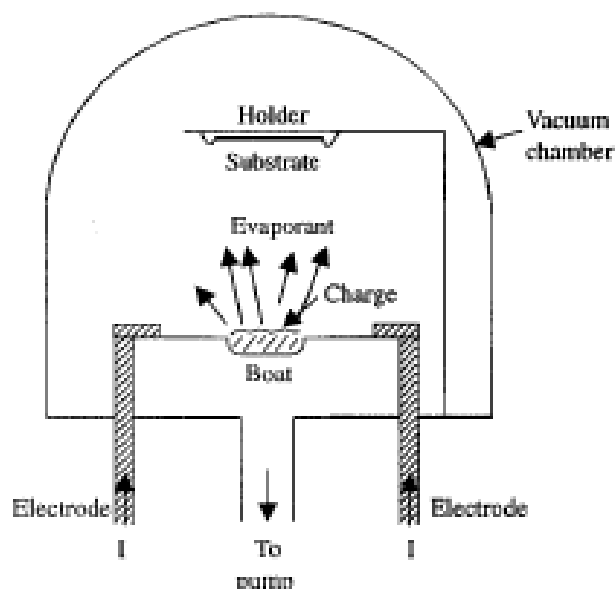


Fig. 5.6. A typical evaporation system consisting of an evaporation source to vaporize the desired material and a substrate located at an appropriate distance facing the evaporation source. Both the source and the substrate are located in a vacuum chamber.

Rasm 1. Tipik bug'latuvchi tizimi vakuum kamerasidagi manba va substratdan tashkil topgan²⁸.

Bug' fazasidan cho'ktirishning fizik usullari bilan g'oyat xilma-xil qoplamalar qoplanadi, chunki bu usullar keng ko'lamdagi fazilatlarga ega:

- 1) Bunday yo'l bilan qoplanishi mumkin bo'lgan materiallarning g'oyat xilma-xilligi (Me. Qotishmalar, polimerlar, ba'zi kimyoviy birikmalar);
- 2) Taglikning g'oyat keng issiqlik diapazonida sifatli qoplamalar olish mumkinligi;
- 3) Bu jarayonning juda ham yuqori darajada tozaligi, bu esa yaxshi sifatli yopishishni ta'minlaydi;
- 4) Detallar kattaligi jiddiy o'zgarmasligi.

Bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirish usullarida qattiq mahsulotlar (plenka) taglikda kameraning ishchi atmosferasi atomlari ishtirokidagi kimyoviy reaksiya natijasida o'sadi. Bunday reaksiya kechishi uchun energiya manblari sifatida u yoki bu elektr zaryadidan, ba'zida esa lazer nuridan foydalanadilar. Texnologik jarayonlarning bu turi avvalgisiga qaraganda hilma-hillig bilan ajralib turadi. U nafaqat qoplama yaratishda, balki nanokukunlar yaraishda ham ishlatiladi (rasm 3).

²⁸ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 183

Bu usul bilan uglerodli kimyoviy birikmalar-karbidlar, CN-nitridlar, oksidlar va boshalarni olish mumkin.

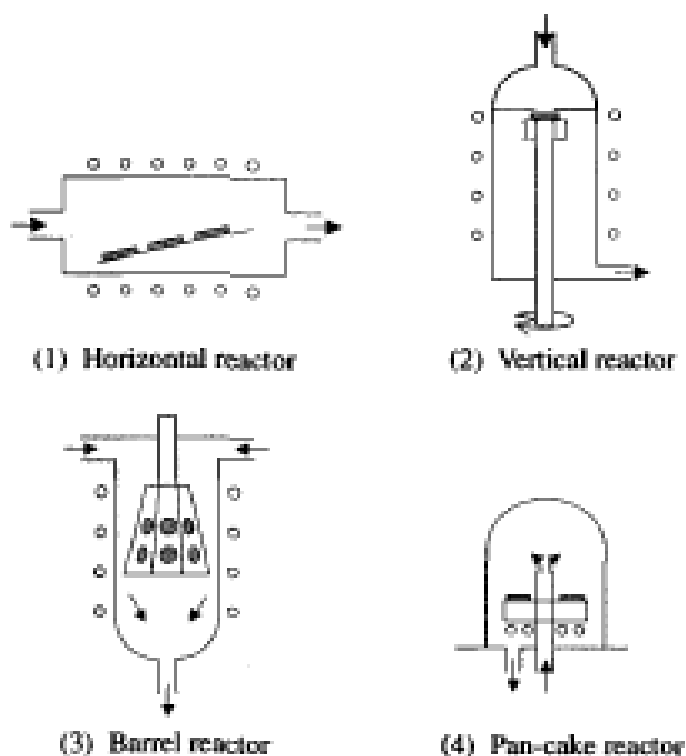


Fig. 5.12. A few common setups of CVD reactors.

Rasm 2. CVD reaktorlarning qurilmalari ²⁹.

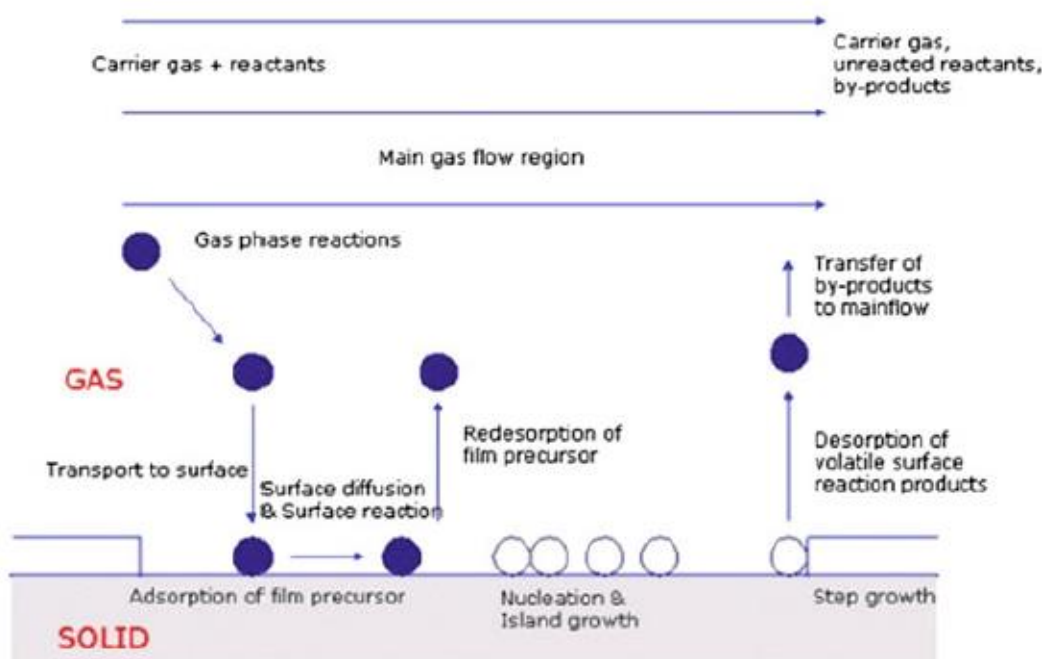


Fig. 2.11 Events take place in the CVD process (<http://postechlocal.k2web.co.kr/user>)

Rasm 3. CVD geterogen reaksiya bo'yicha kristallarning o'sish tizimi³⁰.

²⁹ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 194

³⁰ Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for 67

1. Egiluvchanlik va hilma-hillik, bular qoplamaning tabiati va shakli turlicha bo'lgan (tolali, kukunli va boshqa) podlojka sirtida yaxshi turib qolish imkonini beradi;
2. Zaruriy texnologik uskunalarning nisbatan soddaligi. Avtomatlashtirilishi osonligi;
3. Foydalanishga yaroqli kimyoviy reaksiyalar va moddalarning tanlovi kattaligi;
4. Qoplamaning tuzilishi, uning qalinligi va don hajmining monitoring qilishini va boshqarilishi;
5. Donlari-ya'ni yarimkristall tuzilmalari elemayentlari.

Yupqa plyonkali tuzilmalar ishlab chiqarishda epitaksial jarayonlar katta rol o'ynaydi. Epitaksiya – bu xudda shu yokiboshqa material, ya'ni podlojka sirtiga material qatlamini o'stirishga qaratilgan texnologik jarayondir. Agar podlojka ning va plyonkaning materiali bir-biriga mos tushsa, unda bu jarayon avtoepitaksiya deyiladi, agar podlojka va plyonkaning materiallari bir-biriga mos kelmasa, unda bu jarayonni geteroepitaksiya deyiladi. Barcha epitaksial jarayonlar ikki sinfga bo'linadi:

1. Eltuvchi muhitli jarayonlar: (suyuq fazali va bug' fazali epitaksiyalar);
2. Eltuvchi muhitsiz: (vakuumli epitaksiyalar). Molekulyar bog'li yoki molekulyar nurli epitaksiyalar.

4.2. Fazali epitaksiya

Suyuq fazali epitaksiya.

Afzalliklari va kamchiliklari.

Suyuq fazali epitaksiya asosan GaAs, GdP2 kabi qatlamli yarmo'tkazgichli birikmalar olish uchun qo'llaniladi; shuningdek, monokristall kremniy olishning asosiy usul hisoblanadi. Jarayon azot va vodorod atmosferasida (qorishma yoki podlojka sirtidagi oksid plyonkalarini tiklash uchun) yoki vakuumda (dastlab oksid plyonkalarini tiklab olgach) o'tkaziladi. Qorishma podlojka sirtiga surtiladi, bunda uni qisman eritadi va uning

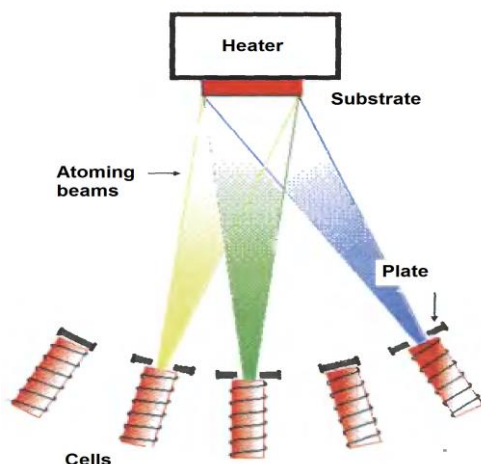
kamchiliklari , iflosliklari yo‘qotiladi.

Gaz fazali epitaksiya – bu yarimo‘tkazgichlarining epitaksiyal qatlamlarini bug‘ va gaz fazalaridan cho‘kma hosil qilish yo‘li bilan olinishidir. Eng ko‘p kremniyli, germaniyli, arsenid-galliley yarimo‘tkazgichli uskunalarda atmosfera bosimiva is da qo‘llaniladi. Jarayon vertikal yoki gorizontal tipdagi maxsus reaktorlarda atmosfera bosimi ostida yoki past bosimda o‘tkaziladi. Reaksiya 750-1200 gradusgacha qizdirilgan yarimo‘tkazgichli plastinkalar sirtiga boradi.

Molekulyar nurli epitaksiya.

Afzalliklari va kamchiliklari.

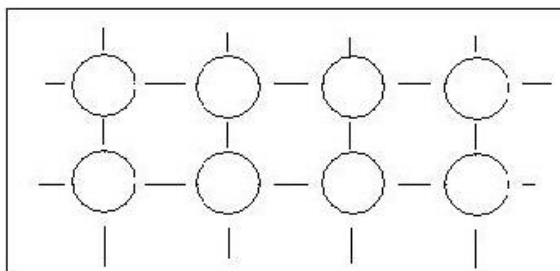
Molekulyar nurli epitaksiya (MNE) yoki molekulyar bog‘li epitaksiya o‘ta yuqori vakuum sharoitidagi epitaksial o‘shidir. Bu geterochegaralari monoatomli silliq bo‘lgan oldindan berilgan qalinlikdagi getero tkzilmaniyoki ligerlanish profili oldindan belgilangangetero tuzilmani o‘stirish imkonini beradi. Epitaksiya jarayoni uchun sirti atomlar silliq bo‘lgan yaxshi tozalangan maxsus podlojkalar zurrur (rasm 4).



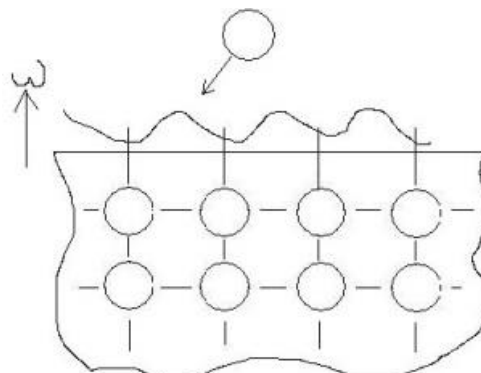
Rasm 4. Molekulyar nurli epitaksiyaning sxemasi

Yo‘naltirilgn o‘stirish. oddiy ko‘z bilan qaraganda ham yapaloq, qattiq sirt-kristall jismni ko‘rish mumkin.

Mikroskopda: atom va kimyoviy bog‘lanishni ko‘rish mumkin.



Bu bog‘lanish minimum Yerdir.



Podlojka atomlarning sirtga joylashishida erkin atomlarini joylashishiga yo‘naltirilgan ta‘siri (rasm 5-8).

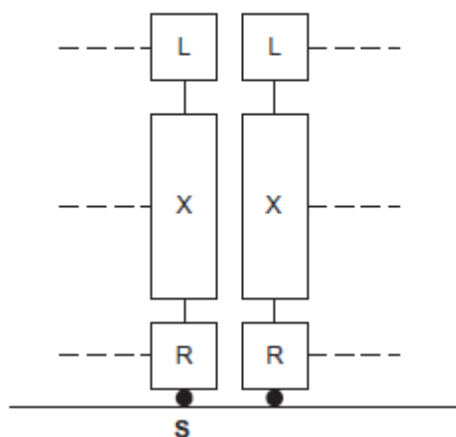


FIGURE 6.9

A (fragment of a) self-assembled monolayer. The component molecules have the general formula LXR, where X is an apolar chain (e.g., alkyl), and R is a reactive group capable of binding to the substratum S. X can be functionalized at the end opposite from R with a group L to form molecules L–XR; the nature of L can profoundly change the wetting properties of the SAM.

Rasm 5. O‘z-o‘zidan xosil bo‘luvchi monoqavatning fragmenti. LXR. S-substrat bilan bog‘laydigan LX- nopolyar zanjirning R-reaksiyon guruxi. L ga bog‘liq ravishda materialning shimdirilish xossalari o‘zgarishi mumkin³¹.

³¹ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110

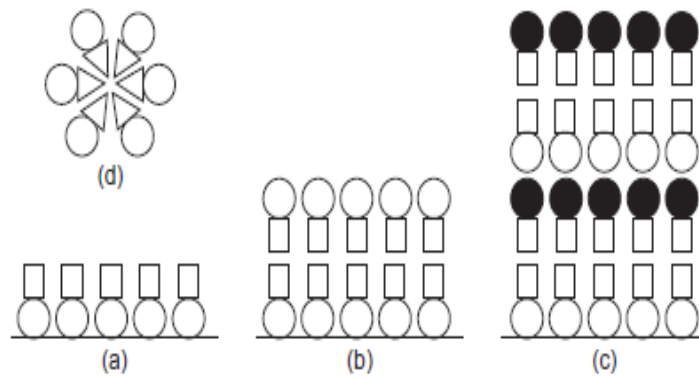
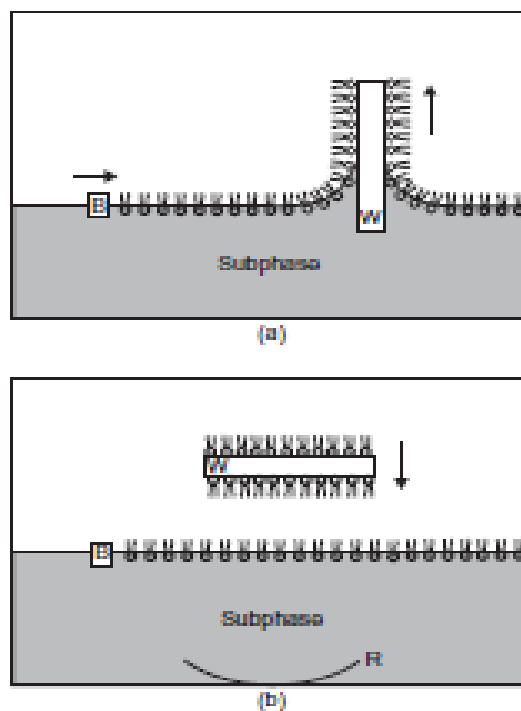


FIGURE 6.6

Langmuir–Blodgett films. (a) A monolayer; (b) a bilayer; (c) a Y-type multilayer. The circles represent the polar heads and the squares the apolar tails of the amphiphilic molecule. (d) A micelle, which can form spontaneously upon dispersal in water if the amphiphilic molecules have a smaller tail than the head (see Section 8.2.9).

Rasm 6. Lengmyur-Blodjett plenkalari. A) monoqavat, b) biqavat, v) U-multiqavat³²



Rasm 7. Lengmyur-Shyofer usuli. a) Lengmyur monoqavatini hosil qilib polyar substrat asta sekin ko‘tariladi. b) ikkinchi monoqavat cho‘ktiriladi, qoplangan nopolyar substrat Lengmyur plenkasiga gorizontaal yo‘naltiriladi³³.

³² Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110

³³ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 111

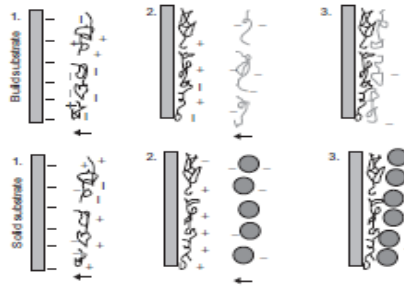


FIGURE 6.10
Upper panel: deposition of a polycation onto a negatively charged substrate followed by a polyanion. Lower panel: deposition of a polycation followed by a negatively charged nanoparticle onto a negatively charged substrate [112].

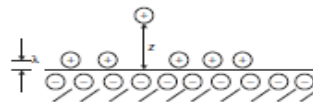


FIGURE 6.11
A polyanion approaching a surface already covered with its congeners (see text).

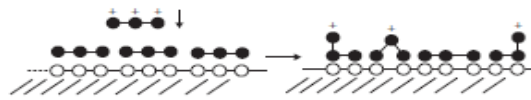
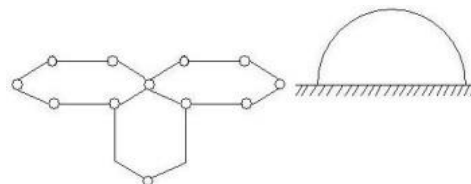


FIGURE 6.12
Overcharging resulting from adsorbed polyanion tails (see text).

Rasm 8. Polikationlar va zarrachalarni substratga cho'ktirish. Poliionlarni adsorbsiya vaqtidagi ortiqcha zaryadi³⁴.

4.3. Uglerodli nanomateriallar

Amerikalik arxitektor Fuller arxitektura konstruksiyasiga yangi elementni kiritdi.



1985 yilda xuddi shunday konstruksiyaga birrikan uglerod zarrachalari topildi. Bu moddalar fullerenlar deb ataldi. Fulleren S-60 (60 ta S atomli), fulleren S-70 (70 ta S atomli), fulleren S-1000000 kam bo'lishi mumkin.

Uglerod atomlari 60 ta atomlardan tashkil topgan va sferada 1 nm diametrda joylashagan yuqori simmetrik molekula S-60 ni hosil qilishi mumkin. Bunda Leonard Eyler nazariyasiga muvofiq uglerod atomlari 12 ta to'g'ri nshurchak va 20 ta to'g'ri oltiburchakni hosil qiladi.

O'z navbatida S-60 molekulari fullerit deb nomlanadigan kristall hosil qilishi mumkin. Bu ristall granisentrirovan qubli panjara bo'lib, ularning

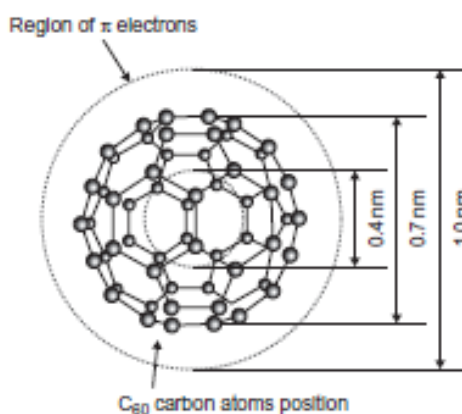
³⁴ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 103-123

molekulyar bog‘lari zaif. Fullerenlar atomlarga nisbatan ancha yirik bo‘lishini hisobga olsak, panjara uncha zich joylashgan bo‘ladi. Ya‘ni hajmda oktaedrik, bo‘shliqqa ega. Tetroedrik bo‘shliqqa esa yod jismlar bo‘lishi mumkin. Oktoedrik bo‘shliqlarini Me (K, Rb, CS) ishqor ionlar bilan to‘ldirilsa, u holda xona haroratidan past bo‘lgan haroratda fulleren yangi materialga aylanadi. Bu esa polimer zagotovkasidan shakl yasashga juda qullay. Tetroedrik bo‘shliqlar boshqa ionlar bilan to‘ldirilsa, unda $t = 40 - 20 \text{ K}$ ga bo‘lgan yangi yangi materila hosil bo‘ladi. Turli moddalarning rdsorbsiyalash xususiyatlari tufayli fulleritlar yangi noyob materiallarni yaratish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Masalan S60S2N4 kuchli ferromagnitik xossalariga ega. Hozirda ularning 10000 dan ortiq turi Ma‘lum. Uglerodlardan atomlar soni judda katta bo‘lgan molekulalar olish mumkin. Masalan S 1000000 ko‘pincha bu bir devorli yoki ko‘p devorli (cho‘zilgan nanopaychalar) UNT. Bunday nanopaychaning diametri $\sim 1 \text{ nm}$, uzunligi esabir necha o‘n mm ga teng. Bunday naychalarning uchlari 6 to‘g‘ri beshburchak yordamida yopilgan. Hozirda bu eng mustahkam materialdir. Grafen – to‘g‘ri oltiburchak bo‘lib, yassi tekis tuzilmaga ega, biroq grafen to‘g‘ri oltiburchaklarni birin-ketin almashuvidan emas 5-7 burchakli kombinasiyadan hosil etilgan bo‘lsa, unda to‘lqinsimon tuzilmaga ega bo‘lishi ham mumkin.

4.4. Uglevodorodli nanomateriallar sintezi

Birinchi fullerenlar qattiq grafit na‘munalarni lazer nuri ostida bug‘lantirishdan olingan kondensatlangan grafit bug‘laridan ajratib olingan. 1990 yilda bir qator olimlar (Krepchir, Xofman) bir necha gramm o‘lchamda fullerenlar olish usulini ishlab chiqishdi. Usul grafit sterjenlari – elektrodnlarni atmosferalarda elektr yoyida kuydirishdan iborat. Ndan past atmosferada emas. Jarayonining optimal parametrlarini tanlash yaroqli fullerenlar chiqishini optimallashtirdi. Fullerenlarning optimal chiqishi sterjenning dastlabki massasidan 3-5% anod massasidan. Bu fulleren qiymatining baland bo‘lishini belgilaydi. Bu bilan Yaponlar qiziqib qoldilar. Mitsubishi firmasi uglevodlarni kuydirish yo‘li bilan yaroqli fullerdarni olishni sa‘noat miqyosiga olib chiqdilar. Biroq bunday fullerenlar ular sof emas. Ularing tarkibida O_2 mavjud. Shu

sababli sof fulleren olinishining yagona usuli bu atmosferada Ne yoqishdir (kuydirish) (rasm 9).



Rasm 9. S60 fulleren strukturasi (geksagonlar va pentagonlar)³⁵

Fulleren oluvchi va tozalovchi qurilmalarning umumiy soni ortgani tufayli uning tan narxi pasaydi. (Avvaliga- 10000\$ bo'lsa, hozirda 10/158). Fulleren narxining qimmatligiga sabab uning chiqish foizi kamligi emas, balki tozalash tizimining murakkabligidir.

Tozalashning standart sxemasi: kuydirganda qurumga o'xshagan narsa hosil bo'ladi, uni erituvchi bilan aralashtiradilar (tomzol), so'ng bu qorishma filtrlanadi. Qolgan to'q rangdagi cho'kma turli fullerenlarning mayda dispersiyali qorishmasidir. Bu aralashmani tarkibiga ko'ra turlarga bo'lish zarur. Bu jarayon o'ta yuqori mikroskopiyadagi suyuq xromotografiya yordamida hamda skanerlovchi zondli mikroskopiya yordamida o'tkaziladi.

Avvallari huddi shunday grafitni elektr yoyli yoki lazerli bug'lantirish, so'ngra inert gaz muhitida kondensatlash usuli bilan UNT olishardi. Biroq bu usul uncha samarali bo'lib chiqmadi. Shu sababli hozirda eng maqbul usul bu - bug'dan kimyoviy cho'kma hosil qilishdir. Buning uchun uglerod tarkibli birikma olinadi. Masalan aseyetilen, uni qattiq qizdirilgan, Me katalizator yuzasida parjalaydilar. Shundan so'ng kattalizator yuzasida zich bo'lib UNT o'sa boshlaydi. Ushbu reksiya gazsimon uglerodlarning katalitik piroliz deb ataladi. Ko'p xollarda trubasimon pechlarda amalga oshiriladi. Bunda katalizator sifatida Fe, Co, Ni, dan foydalanadilar. Ularning zarrachalari bilan teolit bo'lakchalarini tuyintiradilar. Seolit – tabiiy material. Elektr yoyli, lazerli, yoki

³⁵ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 195

yuqori haroratdagi sintezning boshqa turlaridan farqli o‘laroq kattalik piroliz uglevodorodli nanotuzilmalarni laboratoriya masshtabida emas, balki sa‘noat masshtabida ishlab chiqarish imkonini beradi. Ular uncha toza emas va tarkibi ham bir-xil bo‘lmasligi mumkin. Shunga qaramay ulardan foydalanish mumkin.

Grafen – grafit zarrachalari. Grafen tangachalarini oksidlangan Si yuzasiga qo‘yadilar. Bu grafenni elektro fizikaviy o‘lchovlar uchun tadqiqot qilish imkonini beradi. Masalan grafen olishining kimyoviy usuli: kristallsimon grafitga NSl va N₂SO₄ ni ta‘sir etirradilar. Buning natijasida grafen tangachalarida oksidlanish ro‘y beradi. Grafenning karboksil guruxi tionixloridga ishlov berish yo‘li bilan xloridlarga aylantiriladi. Shundan so‘ng esa tetrogidrofurunlar, tetraxlormetan va zixloroetan eritmalarida oktadesilamik ta‘sirida qalinligi 0.5 nm bo‘lgan grafimli qatlam hosil bo‘ladi (rasm 10-12).

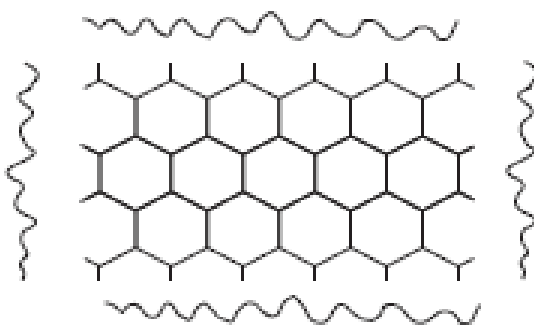
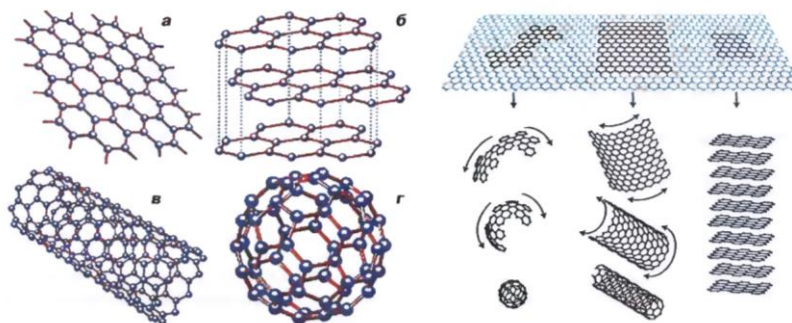


FIGURE 9.1

Part of a graphene sheet, showing the sp^2 chemical bonds. There is a carbon atom at each intersection. The length of each bond is about 0.3 nm.

Rasm 10. Grafen. Uglerodning sp^2 kimyoviy bog‘lari ($d(S-S) = 0.3 \text{ nm}$)³⁶



³⁶ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 190



Rasm 11. Grafen va uglerodning nanomateriallari



FIGURE 9.2

A single walled carbon nanotube (SWCNT): a single graphene layer rolled into a seamless tube. Reproduced with permission from [24].



FIGURE 9.3

A multiwalled carbon nanotube (MWCNT): concentric single wall nanotubes of different diameters nested within each other. Reproduced with permission from [24].

Rasm 12. Birqavatli va ko'pqavatli uglerodli nanonaychalar, grafen mono qavati³⁷

³⁷ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 192

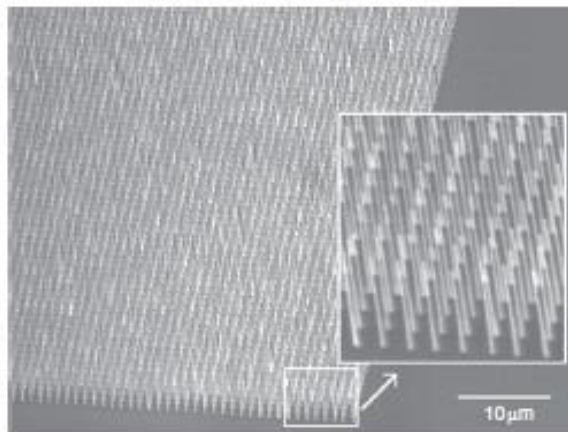


FIGURE 9.5

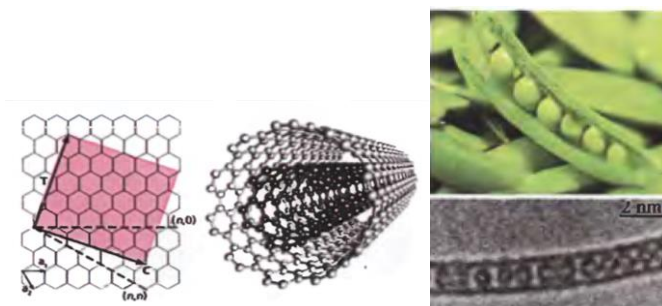
A forest of carbon nanotubes produced by plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD). The substratum must first be covered with metal (e.g., Fe or Ni) catalyst islands. Hydrocarbon feedstock (acetylene) is then passed over the substratum heated to several hundred °C. The acetylene decomposes at the surface of the catalyst and the carbon nanotubes grow up from the catalyst particle, or grow up beneath it (pushing it up). Illustration courtesy of Dr Ken Teo, AIXTRON.

*Rasm 13. PECVD yordamida olingan nanonaychalarning o‘rmoni*³⁸

Kremniy karbidi yuzasida grafen olish usuli. Bunda grafen kremniy karbidi yuzasida pirlilik parchalanish yo‘li bilan hosil bo‘ladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bu holda ajralib chiqqan grafit qatlami bir atomli qatlamga nisbatan qalinroq bo‘ladi. Bo‘linishi chegarasida kompensasiyalangan zaryad hosil bo‘ladi. Elektronlar chiqishi orasida farq sabali o‘tkazuvchanlikda grafitning bir atomarli qatlamigina ishtirok etadi. Ya‘ni bu qatlam grafendir.

4.5. Uglevorodli nanomateriallarning ishlatilishi

1. Optik muhitni modifikasiyalash uchun fullerenlar ishlatiladi;
2. Mutlaqo yangi kompozitsion materiallar tayirlash uchun (nanonaychalar aralashmalari va fullerenlar bilan) (rasm 13).

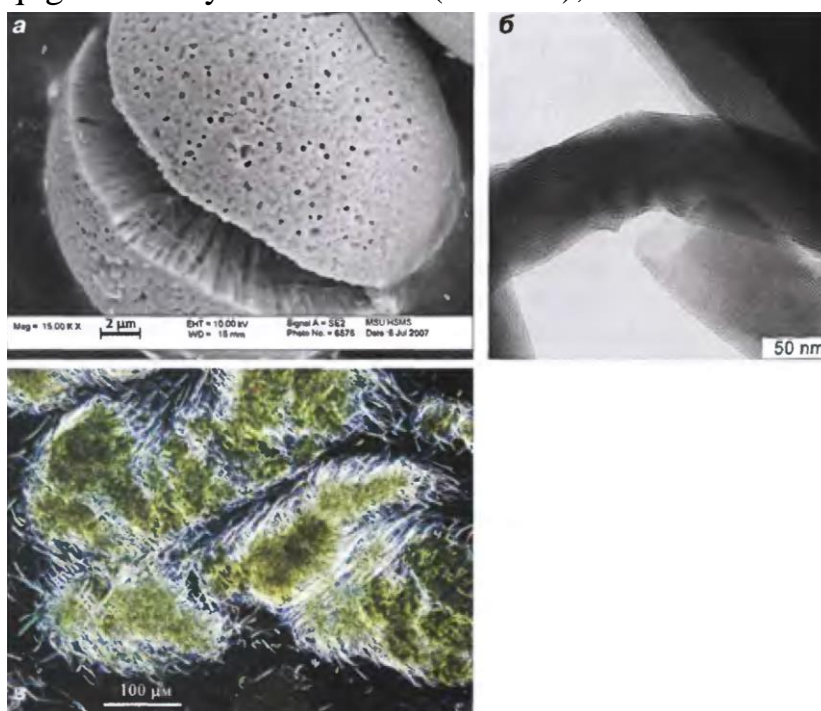


³⁸ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 194



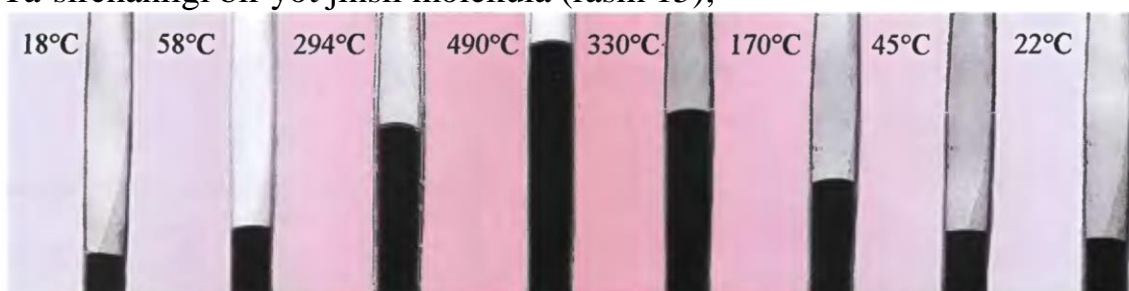
Rasm 14. Nanonaychalarni mikrotasvirlari³⁹

3. O'ta qattiq qoplamalar uchun. Asbob-uskunalar sirlari, ishqalanuvchi detallar va boshqalar. Qattiqligiga ko'ra olmosga teng keladi;
4. Moylovchi tarkiblar va prisadkalar uchun;
5. Kelgusida kimyoviy energiya manbai sifatida foydalanadigan vodorod yoqilg'isi konteynerlari uchun (rasm 14);



Rasm 15. Noorganik nanonaychalar⁴⁰

6) Fizikaviy va kimyoviy ta'sir turlarini qayd etuvchi nanosensorlar tayyolashda. Ta'sirchanligi bir yot jinsli molekula (rasm 15);

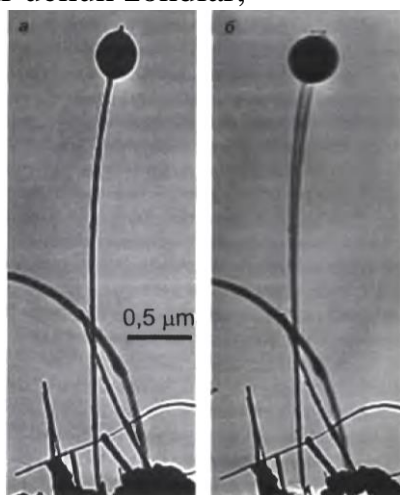


³⁹Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 194

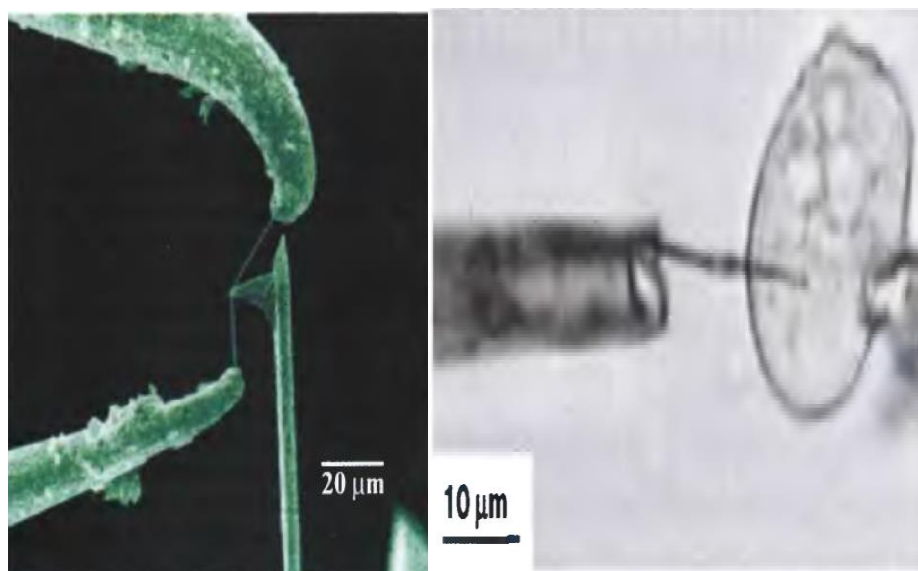
⁴⁰ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 192

Rasm 16. Nanotermometr (galliy uglerodli nanonaychalarda)⁴¹

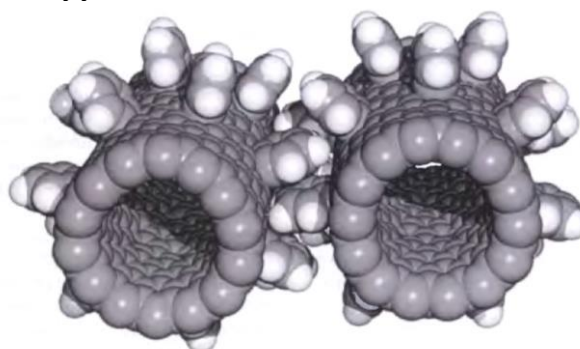
7) Skanerlash mikroskoplar uchun zondlar;



8) Skanerlash mikroskopiyasi uchun zondlar tayyorlashda;



9) Atom manipulyator tayyorlashda (rasm 16);



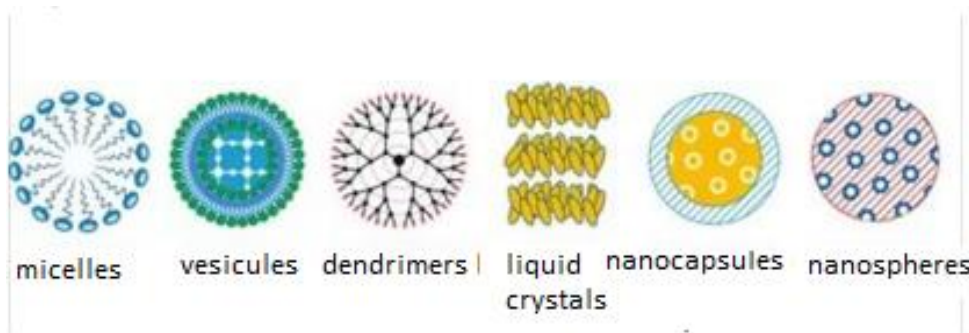
Rasm 17. Uglerodli nanonaychalarning nanoshesterenkalar

10) Nanomexanik axborot toʻplagichlar tayyorlashda. Nanooʻtkazgichlar, nanorezistorlar, nanotranzistorlar, nanooptik elementlar tayyorlashda;

⁴¹ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 194

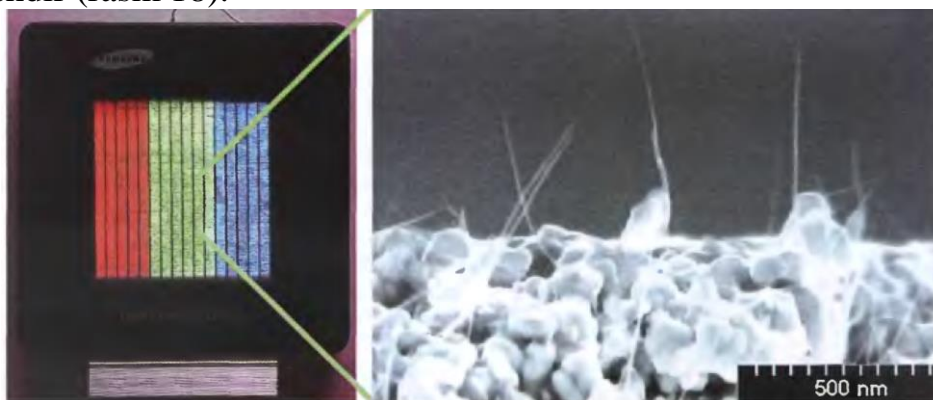
11) Elektr magnit nurlardan va yuqori temperaturadan himoya ekranlarini tayyorlashda “Stelle” texnologiyasi;

12) Dori vositalari uchun nanokonteynerlar tayyorlash mumkin (rasm 17).



Rasm 18. Dori-darmonlarni qadoqlash uchun nanokonteynerlar

13) Tasvirning aniqliligi va yorqinligi yuqori bo‘lgan, yirik yassi displeylar tayyorlashdir (rasm 18).



Rasm 19. Displeylar uchun nanonaychalar

Nazorat savollari

1. Epitaksiya jarayoni kandy sodir bo‘ladi?
2. CVD va PVD asosiy prinsipini tushuntiring.
3. Lazer ablyasiyasining asosiy prinsipini tushuntiring
4. Yupka plenkalari nima uchun kerak?
5. Uglerod nanomaterial va grafen tuzilishining tushuntiring?
6. Nanokonteynerlar va nanodispley nima uchun kerak?

Fodalanilgan adabiyotlar

1. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 183.
2. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials:

Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 194.

3. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 100.

4. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110.

5. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110.

6. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 111.

IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1-amaliy mashg‘ulot: Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi mustahkamlashtiruvchi komponentlar xossalarini o‘rganish.

Reja:

1. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi tolalar xossalarini o‘rganish.
2. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi dispers mustahkamlashtiruvchi komponentlarning granulometrik tarkibi va xossalarini o‘rganish.

Ishning maqsadi:

Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda qo‘llanadigan tolasimon va zarrasimon mustahkamlovchi komponentlarni xossalarini o‘rganish.

1. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi tolalar xossalarini o‘rganish.

Ishning maqsadi: Elementar tolalarning mexanik xossalarini o‘rganish.

Tola – bu ko‘ndalang kesim yuzaning kichik kesimida bo‘ylama o‘lchamlarining ko‘ndalang o‘lchamlariga nisbatan katta qiymatga (10-100 dan kam emas) ega bo‘lgan materialdir.

Ko‘pgina tolalar cho‘zilishda yuqori mexanik xossalar va yuqori elastiklik moduliga egadirlar. Bunday ko‘rsatkichlar yuqori mexanik xossalarga ega kompozitsion materiallar (KM) olishda asosiy ko‘rsatkichlar hisoblanadi.

Elementar tolalarni mexanik xossalarini aniqlash GOST 6943.5–79 ga asosan olib boriladi. Sinov uchun elementar toladan kesib olingan va ramkaga qotirilgan namunalar qo‘llaniladi. Ramkalar 10 mm uzunlikda va 5–6 mm kenglikda teshik ko‘rinishida zich qog‘ozdan qirqib olinadi (rasm 1, *a*, *b*).

Namunani buzilishigacha yuklanish berish maxsus asbobda amalga oshiriladi (rasm 2). Maksimal yuklanish F dinamometr shkalasi bo‘yicha aniqlanadi, tolaning uzunligi bo‘yicha o‘zgarishi Δl – deformatsiya shkalasi yoki gorizontal mikroskop (katetometr) orqali aniqlanadi. Talab etilganda deformatsiya diagrammasi tuziladi (F – Δl bog‘liqlik).

Quyida ba‘zi elementar tolalarning cho‘zilishidagi diametr d ning,

buzuvchi kuchlanish σ_r va elastiklik moduli Ye_r ning qiymatlari keltirilgan (jadval 1).

Jadval 1. Elementar tolalarning ko'rsatkichlari.

Tola turi	d , mkm	σ_r , MPa	Ye_r , GPa
Shisha tolası	6–20	3450	70–73
Yuqori mustahkam uglerodli tola	7,5–8	2500–3500	200–250
Yuqori modulli uglerodli tola	7,5–8	2000–2500	300–700

Bir tomonga yo'naltirilgan tolali to'ldiruvchilarning mustahkamligini aniqlash

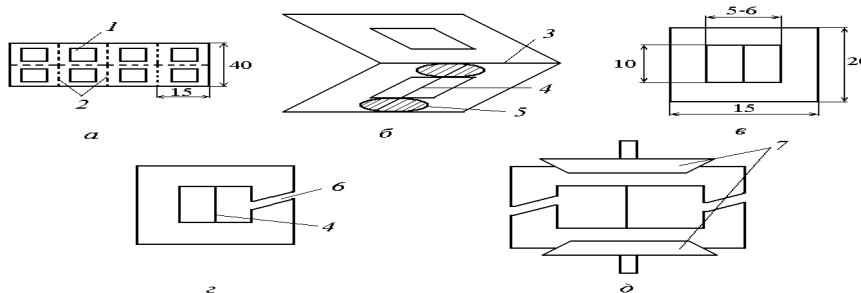
Ishning maqsadi: Elementar tolalar mustahkamligini ip va bog'ichlar mustahkamligidan farqini ko'rsatish.



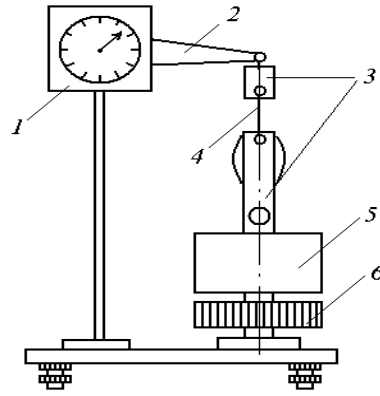
Elementar tolalarning xossalari Ma'lum darajada boshqa turdagi tolalarning xossalarini aniqlaydi. Bunda bu xossalarni amalga oshirish qayta ishlash usuli va harakteriga bog'lik bo'ladi.

Shuning uchun bir tomonlama yo'naltirilgan to'ldiruvchilarning mexanik xossalari elementar tolalarning mexanik xossalaridan past bo'ladi.

Mustahkamlovchi to'ldiruvchilarni asosiy mexanik xossalari elastiklik moduli va cho'zilishdagi buzilish kuchlanishi hisoblanadi.



Rasm 1. Elementar tolalardan mexanik sinov uchun namuna olish. (a–d – tayyorlash bosqichlari): 1 – teshiklar; 2 – kesish chiziqlari; 3 – bukish chiziqlari; 4 – elementar tola; 5 – kley; 6 – kesik; 7 – qisqichlar.



Rasm 2. Elementar tolalarni buzuvchi kuchlanish va elastiklik modulini aniqlash uchun asbob. 1 – dinamometr; 2 – richag; 3 – qisqichlar; 4 – tola; 5 – stoyka; 6 – deformatsiya shkalali maxovik.

Bu sinovlarda ramkalarga qotirilgan kesma namunalar qoʻllaniladi. Hamunaga R-05 tipdagi universal mashinada buzulguncha 60-100mm/min oʻzgaruvchan tezlikda yuklanish beriladi. Berilgan kuchlanishlarni kuch oʻlchash shkalasi boʻyicha oʻlchanadi.

Kerak boʻladigan asboblardan va materiallardan: shisha ip va shisha bogʻlardan kesmalar, namunalarni maxkamlash uchun ramkalar, qaychilar, kley, sinovchi mashina.

Ishning borish tartibi. Sinov olib borish va namunalarni tayyorlash GOST 6943.10–79 ga muvofiq olib boriladi.

220 mm uzunlikdagi ip kesmalari ramkalarga qotiriladi. Yelimlangan iplar namunalarga ajratiladi va sinov mashinasi qisqichlariga qotiriladi. Bunda yelimlangan qism 8-10 mm tashqariga chiqib turishi, qisqichlar orasidagi masofa 100 ± 1 mm ni tashkil etishi kerak.

Namunalarga 60-100 mm/min tezlikda sinov mashinasida kuchlanish beriladi va buzilish vaqtidagi yuklanish qayd qilinadi. Olingan qiymatlar boʻyicha choʻzilishdagi mustahkamlik σ_r (MPa) quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\sigma_p = \frac{F_p}{A},$$

Bu yerda F_r – buzuvchi yuklanish, H; $A = \frac{T}{\rho} \cdot 10^{-3}$ – tolani umumiy yuzasi, mm²; T – toʻldiruvchining chiziqli zichligi (Maʼlumotnomadan olinadi); ρ –

to'ldiruvchi materialni zichligi, g/cm^3 .

Ekspiriment kamida o'n marta qaytariladi va o'rtacha qiymati olinadi. Olingan natijalar xuddi shu turdagi elementar tola natijalari bilan solishtiriladi va xulosalar chiqariladi. Olingan natijalar qayd etiladi.

Bir tomonga yo'naltirilgan tolali to'ldiruvchilarni elastiklik modulini aniqlash.

Kerak bo'ladigan asboblardan va materiallar: shisha ip va shishabog'lamlar kesmalari, ramkalar, kley, sinov mashinasi, katetometr, shtangensirkul.

Ish tartibi. Ramkalarga qotirilgan namunalarga namunaning markazidan yuqori va past tomonga 25 mm masofada bo'yoq bilan belgi qo'yiladi.

Belgilar orasidagi masofa l_0 (katetometr, shtangensirkul yordamida) boshlang'ich yuklanish F_0 da o'lchanadi. Hamunaga sekin asta yuklanish ΔF F_1 kuchgacha beriladi va namunaning uzunligi Δl o'lchanadi. Sinov 2-3marta takrorlanadi va namunaning o'rtacha cho'zilganligi aniqlanadi.

To'ldiruvchining elastiklik moduli E_r (MPa) quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$E_p = \frac{\Delta F \cdot l_0}{\Delta l \cdot A},$$

Bu yerda ΔF – o'sib boruvchi yuklanish, H; l_0 – belgilar orasidagi masofa, mm; Δl – cho'zilgan namuna uzunligi, mm; A – tolaning umumiy yuzasi, mm^2 .

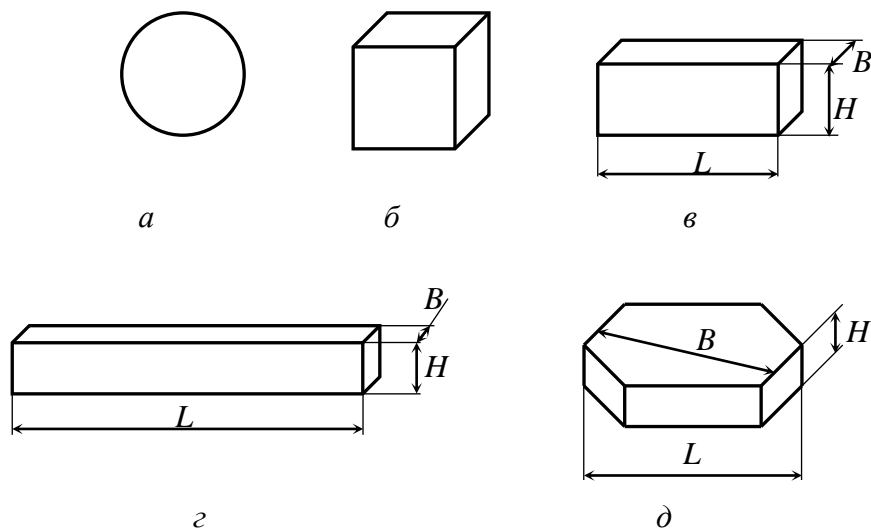
Ekspiriment kamida o'n marta qaytariladi va o'rtacha qiymati olinadi. Olingan natijalar xuddi shu turdagi elementar tola natijalari bilan solishtiriladi va xulosalar chiqariladi. Olingan natijalar qayd etiladi.

Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda zarrasimon to'ldiruvchilarni granulometrik tarkibi va xossalari o'rganish.

Ishning maqsadi: to'ldiruvchilarning asosiy geometrik tavsifini aniqlash.

To'ldiruvchilarni tanlash avvalo, uning zarralarining o'lchamlari va zarralarning shakli va tavsifiga bog'liq.

Zarrali materiallar tavsifiy o'lchamlari nisbatiga bog'liq holda shakliga ko'ra sinflanadi (rasm 10).



*Rasm 3. To'ldiruvchi zarralarni o'lchami va turlari:
 a – sfera; b – kub; v – parallelepiped; g - tolasimon; d -tangasimon.
 L- uzunlik; H – balandlik; B –kenglik.*

Ko'pgina to'ldiruvchilarning zarralarining shakli bir – biridan keskin farq qiladi. Shuning uchun ularning yuzasining zarrasi sinflanish uchun xizmat qiladi. Bu maqsadda zarralarni o'lchamini tavsiflaydigan tushuncha- ekvivalent sfera diametri(ESD) kiritilgan.

Kalta tolali to'ldiruvchilarning geometrik o'lcham va zarrasining shaklini aniqlash

Kerak bo'ladigan asboblari va materiallar: yog'och qirindisi, shoya tolasi, lnokostra, mikroskop, shtangensirkul, mikrometr.

Ish tartibi. Tekis yuzaga Ma'lum miqdordagi to'ldiruvchi bir tekis yoyiladi. O'lchash uchun shtangensirkul yoki mikrometr, juda mayda zarralar uchun esa (<0,1 mm) mikroskop ishlatiladi.

Zarraning tegishli o'lchamlari aniqlanadi (uzunligi, kengligi, qalinligi) va maksimal va minimal o'lchamlarning nisbati aniqlanadi.

Turli to'ldiruvchilar zarralarining shakli aniqlanadi va chiziladi. Olingan natijalar 5 jadvalga yozib boriladi.

Kuknsimon to'ldiruvchilar zarralarining shakli va o'lchamlarini aniqlash.

Kerak bo'ladigan asboblari va materiallar: turli tipdagi kuknsimon to'ldiruvchilar,tipov, mikroskop, shisha predmetlar.

Ishning tartibi. Zarralarni shakli va o'lchamlarini aniqlash uchun Ma'lum miqdordagi to'ldiruvchi oldindan namlangan shisha predmet yuzasiga joylanadi va ustidan ikkinchi shisha bilan yopiladi. Bunda to'ldiruvchini tekis

taqsimlanishi va zarralarining bir-biridan alohida –alohida bo‘lishiga e‘tibor beriladi.

Hamuna mikroskop stolchasiga o‘rnatiladi. Kerak bo‘lgan kattalashtirish va keskinlik tanlanadi. Zarralarning shakli aniqlanib chizib boriladi. Zarralarning asosiy o‘lchamlari va ESD hisoblanadi.

2. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi dispers mustahkamlashtiruvchi komponentlarning granulometrik tarkibi va xossalarini o‘rganish.

Ishning maqsadi: Tahlilning elaklar usulini o‘rganish.

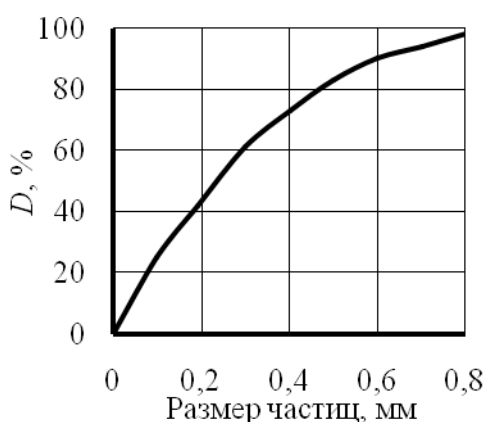
To‘ldiruvchini tanlashda avvalo uning zarralarining o‘lchamlari va o‘lchamlar bo‘yicha taqsimlanganligi aniqlanadi.

Kukunsimon materiallarning granulometrik tarkibi kukundagi turli o‘lchamdagi zarralarning o‘zaro nisbati va qancha miqdordan mavjudligi to‘g‘risida Ma’lumot olishga yordam beradi.

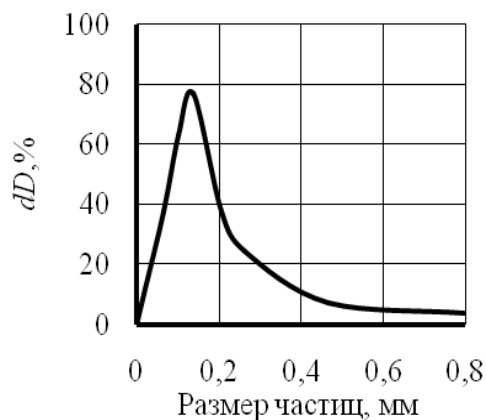


Zarralarning o‘lchamini aniqlashning bir nechta usullari mavjud: elaklar yordamida (zarralar o‘lchami 0,06 dan 19 mm gacha), mikrometrik (0,001dan 0,06 mmgacha), sedimentasion (0,0001dan 0,06 mmgacha).

Elaklar usuli material namunasining standart elaklar to‘plamidan o‘tkazish orqali fraksiyalarga ajratishga asoslangan. Bu usul dispers analizning asosiy usuli hisoblanadi. Lekin bu usul zarralarning haqiqiy o‘lchamlarini aniqlay olmaydi.



a



B

Rasm 4. Ajralish darajasi taqsimlanish funktsiya ko‘rinishlari (a) va fraksiyalarning zarra o‘lchamiga nisbiyligi (b).

Mayda dispers materiallar o‘lchamini aniqlashda asosan sedimentasion usul qo‘llaniladi.

Mikroskopik usul zarralarning chiziqli o'lchamlarini aniqlashdagi eng aniq usul hisoblanadi, lekin ancha mehnat va vaqt talab etadi.

Amaliy mashg'ulot vazifalari:

1- vazifa.

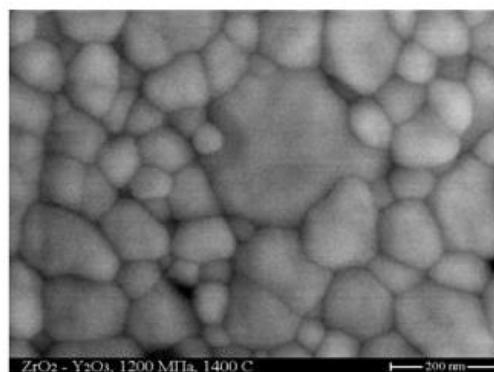
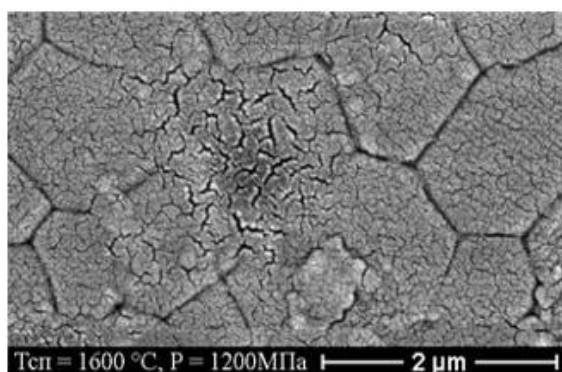
Jadvalda keltirilgan qiymatlar asosida material o'lchamlariga bog'liq holda fraksiyalarni mavjudligi diagrammasini tasvirlang.

Сармат кумининг гранулометрик таркиби

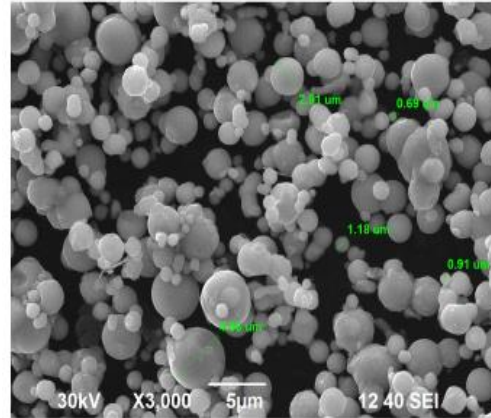
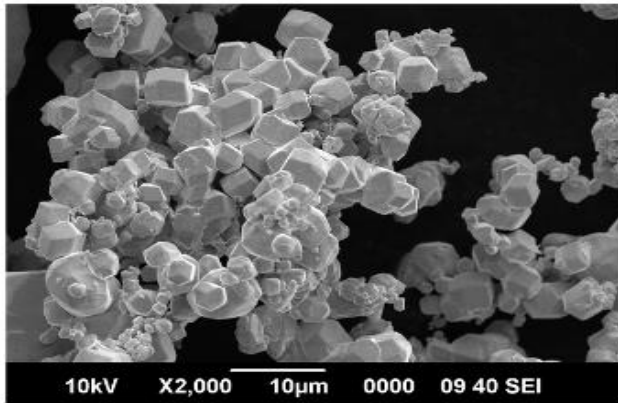
Проба №	Заррачалар миқдори, мас.%	Элакдаги тешиklar ўлчамлари , мм					
		2,5	1,25	0,63	0,3	0,14	0,14 элакдан ўтган
94	1,6	0,6	2,1	17,3	84,4	98	1,9
95	6,8	1,5	4,3	20,7	69,7	95,3	4,6
98	22,6	-	1,1	4,9	42,3	87,5	12,1
99	16,1	-	-	0,6	24,4	83,1	16,8
100	22,7	-	-	1	26,6	78,9	20,6
101	2,8	0,3	1,3	13,8	67,6	96,2	3,4
102	2,7	-	0,2	2,8	37,6	92,9	6,8

2- vazifa.

Keltirilgan mikroskopik 5,6-rasmlardan foydalanib, asosiy kristall fazalar o'lchamlarini aniqlang.



Rasm 5. Keramik materialning elektron-mikroskopik rasmi. (elektronnyy mikroskop EVM-100)



Rasm 6 – Volfram karbidi va temir kukunlarining elektron-mikroskopik rasmlari.

Hazorat savollari:

1. Bir tomonlama yoʻnalgan tolali toʻldiruvchilarni keltiring va tushuntiring.
2. Tolasimon toʻldiruvchilarni yuklanishdagi holati nima maqsadda oʻrganiladi?
3. Chiziqli zichlik nimani tavsiflaydi, nimalarga bogʻliq va qanday aniqlanadi?
4. Elementar tola va bir tomonlama yoʻnalgan tolasimon toʻldiruvchilarning choʻzilishga mustahkamligi nimasi bilan farq qiladi?
5. Choʻzilishga mustahkamlikni aniqlashda namunalar qanday tayyorlanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -98-101, 249-306
2. Morgan P. Carbon fibers and their composites / Morgan P. - Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. (Materials engineering; vol.27). - ISBN 0-8247-0983-7. 1153 r.
3. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 r.
4. William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010. -655-660 r.

5. Steklovolokno. Hiti kruchennyye kompleksnyye. Texnicheskiye usloviya: GOST 8325–93 (ISO 3598-86). – M.: IPK Izd-vo standartov, 2002. – 12s.

6. Yu.H. Sidorenko. Konstruktsionnyye i funktsionalnyye volknistyye kompozitsionnyye materialy : uchebnoye posobiye. -Tomsk : Izd-vo TGU, 2006. – 107 s.

2-amaliy mashg‘ulot: Matrisa materiallari tarkibi va xossalarini o‘rganish.

Reja:

1. Termoreaktiv polimer materiallar tarkibi va asosiy xossalarini o‘rganish.
2. Termoplastik polimer materiallar tarkibi va asosiy xossalarini o‘rganish.
3. Kompozitsion material tarkibini tuzish va xossalarini loyihalash. Polimer matritsa asosida kompozitsion material tarkibini tuzish, kompozitsiyani tayyorlash usullari va qotirish jarayonini o‘rganish.
4. Shishakompozitlar ishlab chiqarish texnologiyasini o‘rganish. Shishakompozit “Tripleks” tarkibi, asosiy xossalari va qo‘llanilish imkoniyatlarini o‘rganish.

Termoreaktiv polimer materiallar tarkibi va asosiy xossalarini o‘rganish.

***Ishning maqsadi:** Termoreaktiv va termoplastik polimer materiallarning tarkibi va xossalarini o‘rganish.*

Kompozit materiallar olishda termoreaktiv polimerlardan bog‘lovchi sifatida foydalaniladi.

Termoreaktiv polimer bog‘lovchilar sintetik smolalar va qotiruvchi, katalizatorlardan tashkil topgan ikki yoki ko‘p komponentli sistema hisoblanadi.

Bog‘lovchining tarkibi qotish reaksiyasining borishi va mahsulotning mexanik xossalariga bog‘liq bo‘ladi.

KM tayyorlashda ko‘p hollarda poliefir, epoksidli yoki fenolformaldegidli bog‘lovchilar qo‘llaniladi.

Poliefirmaleinatlar (poliefir smollar) tarkibi, kimyoviy tuzilishi va molekulyar massasidan kelib chiqqan holda qovushqoq suyuqlik yoki qattiq

moddadan iborat. Temperatura va qotish tezligi inisiator va tezlashtiruvchi turini tanlash orqali aniqlanadi.

Qotmaydigan epoksid smolalar eriydigan qovushqoq suyuqlik yoki mo'rt qattiq moddalar hisoblanadi. Quyida ba'zi epoksid smolalarni fizik holatlari keltirilgan. (jadval 2).

Epoksid smolalarning qotiruvchisi sifatida aminlar ishlatiladi.

Qotirilmagan fenoloformaldegid smolalar qovushqoq suyuqlik yoki 60–120°Sda suyuq xolga o'tuvchi qattiq mo'rt shaffof amorf massa hisoblanadi.

Jadval 2. Ba'zi epoksid smolalarni fizik holatlari.

Smola turi	T_{pl} , °S	Fizik holat 20°Sda
ED-22	-10	Suyuq
ED-20	0	Suyuq
ED-16	10	Qovushqoq
ED-10	50	Qattiq
ED-8	70	Mo'rt

Kerakli asboblar va materiallar: smolalar – poliefir, epoksid, fenoloformaldegidli; qotiruvchilar – polietilenpoliamin (PEPA), trietanolaminotitanat (TEAT), malein anhidrid (MA), gidroperoksid izopropilbenzol (giperiz); tezlatuvchi: kobalt naftenati (HK).

Ish tartibi. Polimer bog'lovchilar tayyorlash uchun turli tipdagi smolalar va komponentlarni vizual o'rganish.

Adabiyotlar tahlili yordamida har bir komponentning alohida belgilari bo'yicha yoziladi, ya'ni xidi, rangi, agregat holati, zichligi. Hatijalar 3- jadvalga yozib boriladi.

Jadval 3

Komponentlar	Rang	Xidi	Fizik holati	Boshqa xususiyatlar

Termoreaktiv oligomerlar asosida bog'lovchilar tayyorlash

Ishning maqsadi: turli bog'lovchilarni tayyorlash uchun kerak bo'ladigan komponentlarni xisoblashni o'rganish.

Polimer bog'lovchilar bir nechta komponentlardan tashkil topadi: smolalar, qotiruvchilar, tezlashtiruvchi, katalizator, plastifikator va boshqalar.

Ma'lum miqdordagi bog'lovchini tayyorlashda kerakli komponentlar

massasini aniqlik bilan tanlash lozim bo‘ladi. Aniq tanlangan tarkib va qo‘shilmalar sifatli mahsulot olish uchun zamin bo‘ladi. Komponentlar tarkibi empirik yoki hisob yo‘li bilan aniqlanadi.

Kerak bo‘ladigan massa yo‘qotishni hisobga olgan holda (taxminan 10%) barcha komponentlar massa ulushini yig‘indisiga teng deb qabul qilinadi.

Bog‘lovchi komponentlari smolaga bosqichma bosqich qo‘shib boriladi va yaxshilab aralashtiriladi. Qotiruvchilar jarayonning oxirida qo‘shiladi.

Yuqori qovushqoq smolalar ishlatishdan oldin 80°Sgacha qizdiriladi va shu xolida plastifikator yoki aralashtiruvchi qo‘shiladi.

Kerakli asboblardan va materiallardan: epoksid va poliefir bog‘lovchilarni tayyorlashga kerakli komponentlar, tarozi, shisha tayoqcha, idish, termoskaf.

Ishning tartibi. Epoksid smola asosida 100 g bog‘lovchi tayyorlashni hisobi. ED-20 – 100 mas. ch, PH-1 – 20 mas. ch., PEPA – 10 mas. ch.

Komponentlar massasini yo‘qotishlarni hisobga olgan holda aniqlash. Bog‘lovchilar massasi 110 g, 130 mas. q. Bog‘lovchiga mos keladi (100+20+10).

U holda 110 g (bog‘lovchi) – 130 mas. q, X_1 (ED-20) – 100 mas. q., X_2 (PH-1) – 10 mas. q., X_3 (PEPA) – 20 mas. q. Bu proporsiyalarni yechgan holda quyidagilarga ega bo‘lamiz: 84,6 g – ED-20; 8,4 g – PH-1; 16,9 g - PEPA.

Olingan natijalar quyidagi jadvalga yozib boriladi.

Jadval 4

№ res.	Smola		Plastifikator		Qotiruvchi		Tezlashtiruvchi	
	mas. q.	g	mas. q.	g	mas. q.	g	mas. q.	g
1								
...								

Bog‘lovchining zichligini aniqlash

Ishning maqsadi: turli termoreaktiv polimerlar asosidagi bog‘lovchilarning zichligini nazariy va eksperimental aniqlashni o‘rganish.

Kompozitsion materiallarni tarkibini hisoblashda bir necha komponentdan iborat bo‘lgan bog‘lovchining zichligini o‘rganish kerak bo‘ladi.

Bunday bog‘lovchining zichligini dastlabki komponentlar zichligini va kompozitdagi massa ulushini bilgan holda, aralashma qoidasiga asosan nazariy

jixatdan aniqlash mumkin.

Olingan qiymatni eksperimental tekshirish uchun massa va hajm usulidan foydalanish mumkin. Bunda zichlik kompozit massasini uning hajmiga nisbati orqali hisoblanadi.

Kerakli asboblari va materiallar: epoksid va poliefir bog'lovchini tayyorlash uchun kerak bo'ladigan komponentlar, 0,1 g gacha aniqlikdagi laboratoriya tarozisi, shisha tayoqcha, idish, termoskaf, o'lchov silindri.

Ish tartibi. 50 g dan turli tarkibli bog'lovchilar tayyorlanadi. (2-ilova).

Har bir kompozitning nazariy zichligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\rho_{CB} = \frac{\rho_1 \cdot C_1 + \rho_2 \cdot C_2 + \dots + \rho_n \cdot C_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n},$$

Bu yerda ρ_1, ρ_2, ρ_n – komponentlar zichligi (3-ilova); S_1, S_2, S_n – tegishli komponentlarning massa ulushi.

Zichlikni eksperimental aniqlash uchun o'lchov silindri laboratoriya tarozisida o'lchanadi. Keyin o'lchov silindriga kompozit joylanadi va egallagan hajmi aniqlanadi. Bunda kompozitni silindr devorlariga tarqalishi va pufaklar paydo bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Shundan keyin kompozit joylangan silindr yana tarozida o'lchanadi va quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\rho_3 = \frac{m - m_1}{V},$$

Bu yerda m, m_1 – o'lchov silindri bog'lovchi bilan va bo'sh xolidagi massasi, g; V – bog'lovchi egallagan hajm, sm^3 .

Eksperiment kamida uch marta takrorlanadi va o'rtacha arifmetik qiymat topiladi.

2. Termoplastik polimer materiallar tarkibi va asosiy xossalarini o'rganish.

Ishning maqsadi: turli tabiatga ega granullangan polimer materiallarning asosiy tavsifiy xususiyatlarini o'rganish.

Tayyor mahsulotdagi polimer materialning tabiatini aniqlash uchun tizimli tarzda sifat va miqdor analizlar o'tkaziladi va Ma'lum polimerlar bilan solishtiriladi.

Polimer material namunasi quyidagi sxema bo'yicha aniqlanadi:

- **namunani tashqi kuzatish;**
- **yumshash temperaturasini aniqlash;**
- **namunani alangada o'zini tutishi;**
- **namunaning erishini aniqlash;**
- **polimerda rang reaksiyalarni olib borish.**



Avvalo, namunaning tashqi ko'inishi, uning fizik holati, rangi, xidi, shaffofligi, qattiqligi, elastikligi, zichligi va granula o'lchamlari belgilanadi.

Keyin uning eruvchanligi tekshiriladi. Buning uchun namuna issiq havoga yoki metall yoki asbest taglikda qizdiriladi.

O'zini qanday tutishiga qarab plastmassa termo yoki reaktoplastga ajratiladi. Agar polimer termoplast materialga taaluqli bo'lsa, unda polimerning yumshash temperaturasi aniqlanadi.

Materialni solishtirish maqsadida uni alangadagi holati o'rganiladi. Buning uchun Ma'lum miqdordagi material ehtiyotkorlik bilan alangaga tutiladi. Bunda yonishning tavsiflari belgilab boriladi: yonuvchanligi, egilishi, erishi, xidi, alanga rangi, tutun paydo bo'lishi, o'z-o'zidan o'chishi, kul hosil bo'lishi, rangi va boshqalar (**4-ilova**).

Materialni eritmalarda erishi u yoki bu polimerlar sinfiga oidligi bilan amalga oshiriladi (**5-ilova**).

Ko'pchilik smolalar sirka angidridi va sulfat kislotasi qo'shilganda turli rangli birikmalar hosil qiladi. Liberman– Shtorx – Moravskiy reaksiyasi shunga asoslangan (**6-ilova**).

Polimer materiallarning eruvchanligini aniqlash

Kerakli asboblari va materiallar: turli tabiatli polimer materiallar; erituvchi – benzin, aseton, suv, etil spirti, uksus kislotasi, xlorid kislotasi.

Ish tartibi. Eruvchanlikni aniqlash uchun 0,5 g maydalangan namunani probirkaga solinadi. 5-10 ml erituvchi qo'shiladi va chayqatilib, bir necha soatga tik holatda qoldiriladi. Keyin erish darajasini aniqlanadi-to'liq, qisman, bo'kkan, erimagan.

Agar namuna qisman erigan bo'lsa, eruvchanlik qizdirish orqali aniqlanadi.

Materialning alangadagi holatini aniqlash

Kerakli asboblari va materiallar: turli tabiatli polimer materiallar; yondirgich, shpatel, pinset.

Ish tartibi. Ma'lum miqdordagi material shpatel yordamida ehtiyotkorlik bilan alanganing yuqori temperaturali zonasida tutib turiladi.

Alangadan olingandan so'ng uning yonishi kuzatiladi. Bunda yonishning tavsiflari belgilab boriladi. Bunda yonishning tavsiflari belgilab boriladi: yonuvchanligi, egilishi, erishi, xidi, alanga rangi, tutun paydo bo'lishi, o'z-o'zidan o'chishi, kul hosil bo'lishi, rangi va boshqalar.

Polimerda rangli reaksiya

Kerakli asboblari va materiallar: turli tabiatli polimer materiallar; chinni plastina, sirka anhidridi, konsentrlangan sulfat kislotasi, pipetka.

Ish tartibi. Chinni plastinkaga polimer bo'lakchasi joylashtiriladi va unga bir necha tomchi sirka anhidridi tomiziladi, keyin sulfat kislotasi tomiziladi. 30 minut davomida suyuqlik va smola yuzasi rangi o'zgarishi kuzatiladi. Hatijalar 6-ildavaga solishtirilib polimer turi aniqlanadi.

Yumshash temperaturasini aniqlash

Kerakli asboblari va materiallar: turli tabiatli polimer materiallar; metall yoki chinni tigel, termometr, kvarts qumi, metall yoki asbest taglik.

Ish tartibi. Erish uchun namuna. Olingan namuna issiq havo oqimiga tutiladi. Hatijaga qarab uni termo yoki reaktoplas ekanligi aniqlanadi.

Yumshash temperaturasi. 5-10 sm uzunlikdagi va 1 m kenglikdagi namuna quruq qum bilan to'ldirilgan temir tigelga o'rnatiladi. Tigel asta sekin qizdiriladi va namuna egilishi vaqtidagi temperatura belgilanadi. Bu yumshash temperaturasi hisoblanadi.

Oquvchanlik temperaturasi. Xuddi yuqoridagi usul bilan namunaning oquvchanligini ham aniqlash mumkin, ya'ni namunaning Ma'lum temperaturadagi oquvchanligi uning oquvchanlik qiymati hisoblanadi.

Amaliy mashg'ulot vazifalari:

1-vazifa.

Adabiyotlar ro'yxatida va ilovalar bo'limida keltirilgan E.Bernardo, J-F. Carlotti i dr. "Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers" ilmiy maqolasidan foydalanib (**7-Ilova**) biokompozitlar sintezida qanday polimer va to'ldirgichlar qo'llanilganini aniqlang. Qo'shimcha Ma'lumotlar **1-6- Ilovalarda** keltirilgan.

2-vazifa.

Internet-Ma'lumotlaridan foydalanilgan holda kompozitsion materialning asosiy xossalari va ularni o'lchash usullarini aniqlang. Tadqiqot natijalari jadval shaklida keltirilishi kerak.

Hazorat savollari:

1. Polimer bog'lovchi tarkibiga qanday komponentlar kiradi?
2. Epoksid bog'lovchilar uchun qotiruvchilarni aniqlang.
3. Poliefir smolalar uchun inisiator va qotishni tezlatuvchilarni keltiring.
4. Termoreaktiv polimerlar asosida bog'lovchilar tayyorlash uchun massa komponentlari hisobi qanday amalga oshiriladi?
5. Bog'lovchilarning zichligi qanday aniqlanadi?
6. Bog'lovchilarning sirt tarangligiga qanday parametrlar ta'sir ko'rsatadi?
7. Termoreaktiv polimerlarni sirt tarangligini aniqlovchi asosiy usullarni keltiring.
8. Bog'lovchilarning asosiy texnologik tavsiflarini keltiring.
9. Polimer materiallarning qovushqoqligini aniqlashning asosiy usullarini keltiring.
10. Polimerlarning qovushqoqlik ko'rsatkichiga temperatura qanday ta'sir ko'rsatadi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. - 98-101, 249-306 r.

2. E.Bernardo, J-F. Carlotti and oth. "Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers"// Ceramics International.- 40 (2014).-1029-1035 p. Available at www.sciencedirect.com.

3. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 r.

4. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 655-660 r.

5. Hosov V.V. Mexanika kompozitsionnykh materialov.- M.: Lan, 2013.-240 s.

3. Kompozitsion material tarkibini tuzish va xossalarini loyihalash. Polimer matritsa asosida kompozitsion material tarkibini tuzish, kompozitsiyani tayyorlash usullari va qotirish jarayonini o'rganish.

Ishning maqsadi: polimer matritsa asosida kompozitsion material tayyorlash, kompozit tayyorlash usulini aniqlash va qotirish jarayonini o'rganish. Termoreaktiv bog'lovchilar va mustahkamlovchi to'ldiruvchilar asosida kompozitsion material tayyorlash.

Polimerlarni to'ldirish amaliy jihatdan materialni texnologik va ekspluatasion xossalarini boshqarishga imkon beradi. Konstruktion to'yingan polimer materiallarning xossalari, olish usullari polimer matritsa va to'ldiruvchi, ularning hajmiy nisbatlariga bog'liq.

KM dan buyumlar tayyorlashda polimer bog'lovchilarning qovushqoqlik. Gel hosil bo'lish vaqti kabi texnologik xossalarini aniqlash lozim.

Gel hosil bo'lish vaqtini aniqlash asosiy parametrlardan biri hisoblanadi. U to'yingan materialning saqlanishi davomiyligini va materialdan buyum tayyorlash temperaturasini tavsiflaydi. KM olish vaqtining davomiyligi bog'lovchi aralashmasini xona haroratida tayyorlash vaqtidan oshib ketmasligi kerak.

Berilgan komponentlar asosida belgilangan struktura va komponentlar nisbatiga ega KM tayyorlash.

Mustahkam plastiklarning asosiy komponentlaridan biri bu bog'lovchi

hisoblanadi. Bog‘lovchi mustahkamlovchi tolali to‘ldiruvchi bilan to‘yintiriladi. Bog‘lovchi qotgandan keyin tola yoki to‘ldiruvchilar qatlamini o‘zaro birlashtiradi..

Mustahkam plastiklar olishda poliefir, epoksid va modifisirlangan fenoloformaldegid smolalar asosidagi bog‘lovchilar keng qo‘llaniladi. To‘ldiruvchilar sifatida turli materiallar: lentalar, matolar, iplar ishlatiladi.

Kompozitlarni tayyorlash jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

- bog‘lovchi va to‘ldiruvchi turini aniqlash;
- kompozit komponentlarini nisbatini hisoblash;
- bog‘lovchini tayyorlash, berilgan proporsiyalarda komponentlarni aralashtirish;
- to‘ldiruvchilarni tayyorlash;
- bog‘lovchini to‘ldiruvchi qavatlariga surkash, va to‘yingan qavatlarini birlashtirish;
- belgilangan rejimda materialni qotishini amalga oshirish.

Kompozitsion materialdagi komponentlar massasini hisoblash

Avvalo KMdan tayyorlangan plastinaning kerakli hajmini V_{KM} (m^3) aniqlanadi.

$$V_{KM} = l \cdot b \cdot h,$$

Bu yerda l , b , h – KM plastinaning uzunligi, kengligi, qalinligi. KM qalinligi sinov standartidan kelib chiqib tanlanadi ($h = 2-8$ mm).

Material hajmini bilgan holda uning massasini aniqlanadi: m_{KM} , kg

$$m_{KM} = \rho_{KM} \cdot V_{KM},$$

Bu yerda ρ_{KM} – zichlik KM, kg/m^3 .

Material zichligi ρ_{KM} (kg/m^3) komponentlar nisbatini bilgan holda o‘rtachasi olinadi .

$$\rho_{KM} = \rho_a \cdot P_a + \rho_c \cdot P_c,$$

Bu yerda ρ_a – armatura zichligi, kg/m^3 ; ρ_s – bog‘lovchi zichligi, kg/m^3 ;

P_a , P_s – armatura va bog‘lovchining hajmiy miqdori.

To‘ldirish darajasi texnologik jarayonlar uchun massa ulushlarda, hisoblash uchun hajmiy ulushlarda olinadi. Komponentlarning massaviy S va hajmiy R miqdorlari o‘rtasidagi bog‘liqlik quyidagi tengliklar orqali ifodalanadi::

$$C_a = \frac{P_a \cdot \rho_a}{P_a \cdot \rho_a + P_c \cdot \rho_c}, \quad C_c = 1 - C_a;$$

$$P_a = \frac{C_a \cdot \rho_c}{C_a \cdot \rho_c + C_c \cdot \rho_a}.$$

Bunda material tarkibida g'ovaklar yo'q deb hisoblanadi, ya'ni nolga teng.

Komponentlarni massasi (g) ularning massa nisbatlaridan topiladi:

$$m_a = m_{KM} \cdot C_a, \quad m_c = m_{KM} \cdot C_c.$$

Bu yerda m_a , m_s – to'ldiruvchi va bog'lovchi massasi, kg;

C_a , C_s – to'ldiruvchi va bog'lovchining massaviy miqdori.

KM tayyorlash uchun kerak bo'ladigan to'ldiruvchi qavatlar soni N_a aniqlanadi :

$$N_a = \frac{m_a}{m_{1c}},$$

Bu yerda m_a – armatura massasi, g; $m_{1c} = \gamma_a \cdot l \cdot b$ – bir qavat armatura massasi, g, hisob yo'li yoki o'lchab olish orqali aniqlanadi; γ_a – armatura materialini yuza zichligi, g/m².

Hisoblashdan keyin texnologik chiqindilar hisobga olinadi, ya'ni 20% bog'lovchi qo'shiladi.

Boshqa turdagi KM uchun ham xuddi shunday hisob ishlari olib boriladi. Olingan natijalar KM olishning texnologik kartasiga yozib boriladi (jadval 5).

Kompozitsion material plastinalarini tayyorlash

Kerakli asboblardan va materiallardan: bog'lovchi tayyorlash uchun komponentlar, matoli to'ldiruvchi, qaychi, tarozi, qattiq plastinkalar, mufel pechi.

Ish tartibi. Komponentlardan 250×250 mm o'lchamda qavat-qavat usulida plita tayyorlanadi.

Kesilgan to'ldiruvchi bog'lovchi bilan to'yintirib, plastina ustiga qavat-qavat qilib, havosizlantirib taxlanadi.

Ma'lum miqdorga erishilgandan keyin qattiq plastina qo'yiladi va qotish rejimiga muvofiq qotiriladi. **(2-ilova).**

Jadval 5. KM tayyorlashning texnologik kartasi

Material	Hamuna				Miqdori
	O'lchamlar, mm			Hajm, sm ³	
	Uzunligi	Kengligi	Qalinligi		

Komponentlar	Hormativ	Holati, o'lchamlar	Miqdori, mass. %	Miqdori, g
To'ldiruvchi				
Bog'lovchi				

Amaliy mashg'ulot vazifalari:

Adabiyotlar ro'yxatida va ilovalar bo'limida 7-ilovada keltirilgan E.Bernardo, J-F. Carlotti i dr. "Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers" ilmiy maqolasidan foydalanib, kompozitsion materialning ishlab chiqarish texnologiyasini o'rganing. Keramik matritsa li kompozitlarning qanday sintez usuli qo'llanilgan? Uning texnologik parametrlarini aniqlang.

Hazorat savollari:

1. Shisha tola bilan mustahkamlangan kompozitsion materialning tarkibi va xossalari aniqlang.
2. Bir tomonlama yo'naltirilgan KM mikrostruktura tahlili qanday olib boriladi?
3. Bir tomonlama yo'naltirilgan KM mikrostrukturasini aniqlashda qanday asosiy parametrlar aniqlanadi?
4. To'yinish darajasi nima va u qanday aniqlanadi?
5. Bir tomonlama yo'naltirilgan KM larning strukturasi bir jinsli emasligini qanday parametrlar aniqlaydi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. E.Bernardo, J-F. Carlotti and oth. "Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers"// Ceramics International.- 40 (2014).-1029-1035 p. Available at www.sciencedirect.com.
2. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. - 98-101, 249-306 r.
3. Morgan P. Carbon fibers and their composites.- Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. Materials engineering; vol.27. - ISBN 0-8247-0983-7. 1153 r.

4. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 r.

5. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010. - 655-660 r.

6. B.V. Gusev, V.I. Kondrashyenko, B.P. Maslov, A.S. Fayvusovich. Formirovaniye struktury kompozitsionnykh materialov i ix svoystva.– M. : Nauchnyy mir, 2006. – 560 s.

7. A.A. Batayev, V.A. Batayev. Kompozitsionnyye materialy. Ser. Novaya universitetskaya biblioteka.– M. : Logos, 2006. –400 s.

4. Shishakompozitlar ishlab chiqarish texnologiyasini o‘rganish.

Shishakompozit “Tripleks” tarkibi, asosiy xossalari va qo‘llanilish imkoniyatlarini o‘rganish.

Ishning maqsadi: Shishakompozit material – “Tripleks”ning tarkibi, xossalari, tayyorlash texnologiyasi va qo‘llanishini o‘rganish.

Ko‘p qavatli shisha buyumlar bir yoki bir nechta neorganik shisha listi va ularni yelimlaydigan polimer plenka yoki suyuqlikdan iborat materialdir.

“Tripleks” termini (lotincha triplex - uchqavat) ikkita shisha plastinasini polimer material bilan yelimlangan ko‘p qavatli shisha materialga qo‘llaniladi.

GOST 30826-2001ga muvofiq, ko‘pqavatli shisha quyidagilarga bo‘linadi;

- olovdan himoyalovchi;
- shovqindan himoyalovchi;
- sovuqbardosh;
- maxsus xossalarga ega.

Ko‘pqavatli shishalar mexanik xossalari bo‘yicha bir necha turlarga bo‘linadi (jadval 6).

Jadval 6. Ko‘pqavatli shishalar mexanik xossalari

Shisha turi	Hormativ xujjat	Markasi
Listli shisha	GOST 111	M0, M1, M2
Uzorli	GOST 5533	U
Armaturali	GOST 7481	A
Armaturali va sayqallangan	HD	A _p

Bo'yalgan	HD	T
Mustahkamlangan		
Kimyoviy mustahkam	HD	K
Toblangan	GOST 30698	T
Himoyalovchi	HD	X
Energiyasaqlovchi	GOST 30733	E

Ko'p qavatli shishalar yumshoq predmetlar zarbasiga bardoshliligi bo'yicha quyidagi SM1 - SM4 himoya sinflariga kiradi, qattiq predmetlar zarbasiga bardoshliligi bo'yicha R1A - R5A, teshib o'tishi bo'yicha R6V - R8V himoya sinflariga kiritiladi.

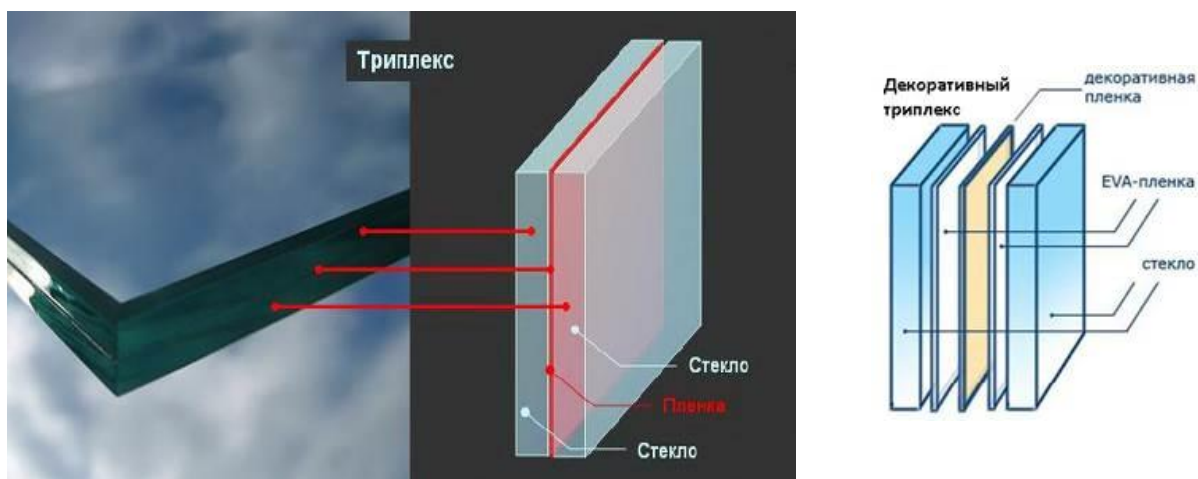
Zarba to'liqiniga bardoshliligi bo'yicha K1 - K14, o'qdan himoyalash bo'yicha P1 - P6a himoya sinflariga kiritiladi.

Shovqindan himoyalash bo'yicha GOST 23166ga muvofiq A-D sinflarga kiritiladi.

Tripleks tarkibi.

Quyma tripleks shisha plastinalarni biri-biri bilan butun yuzasi bo'yicha maxsus yelimlovchi suyuqlik bilan qoplanadi va UF nurlar yordamida polimerlanadi.

Plenkali tripleks shishalarni polimer plenkani yuqori temperatura va bosim ta'sirida yelimlashga asoslangan. Bunda plenka sifatida polimer plenka, masalan, polivinilbutiral plenkadan foydalaniladi.



Shisha plastinkalar sifatida M0,M1,M2 markali listli uzorli, armirlangan, bo'yalgan, toblangan, quyoshdan himoyalovchi, energiyasaqlovchi shishalardan

foydalanish mumkin.

Qurilish tripleksini tayyorlashda organik shishadan ham foydalanish mumkin.

Shisha plastinalar shakli turlicha bo'lishi mumkin. Plastinalar shakli yelimlashdan oldin tayyorlanadi.

Shisha listlarni yelimlash tripleksni tashkil etuvchilarning mustahkamligini oshirmaydi, balki qavatli strukturani shakllanishi tayyor buyumning buzilishga bardoshlilikini oshiradi. (60-89% ga oshadi). Bundan tashqari tripleks xavfsiz va himoyalovchi shisha turkumiga kiradi, chunki u sindirilganda parchalari uchib ketmaydi, aksincha polimer qavatga yopishgan holda qoladi.

Tripleks rangsiz va qoraytirilgan bo'lishi mumkin. Buning uchun hajmiy qoraytirilgan, qoraytirilgan plenka va polimerlardan foydalanish mumkin. Bundan tashqari tripleks ultrabinafsha nurlariga chidamli bo'lishi kerak. Shu bilan birga yopishtiruvchi plenka 2 soat qaynatilganda ajralib ketmasligi kerak.

Tripleks xira va rangli tayyorlanishi ham mumkin. Buyumga ikkita turli usulda rang berish mumkin. Birinchi usulda tripleks tayyor bo'yalgan shisha plastinalardan tayyorlanadi. Ikkinchi usulda tayyor tripleks yuzasiga kerakli rangdagi plenka yopishtiriladi.

Qurilish tripleksi – keng imkoniyatlarga ega bo'lgan ajoyib konstruksion materialdir. Bu materialni ishlatilishi kundan kunga oshib bormoqda.

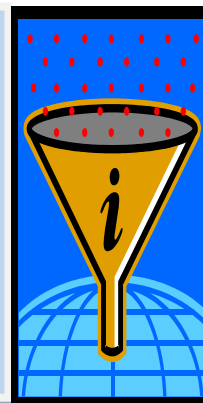
Binolarni gorizantal qismlarini, tomlarni, zinalarni pollarni tayyorlashda tripleks keng qo'llanilmoqda.

Tripleks tayyorlash texnologiyasi.

Tripleks tayyorlashning bir necha usuli mavjud: quyma texnologiya, plenkali texnologiya va avtoklavsiz plyonkali texnologiya.

Tripleksni quyma usulda tayyorlash texnologiyasi bosqichlari:

- shishalarni tayyorlash va yuvish;
- ikki tomonlama tasmalarni qoplash;
- ikkinchi shishani biriktirish;
- tayyorlangan konstruksiyani presslash;
- shishalar oralig'ini to'ldirish;
- smolani qotirish.



Tripleksni quyma usulda tayyorlash texnologiyasi - bu usulning afzalligi turli qalinlikdagi va rangdagi shishalarni birlashtirish mumkin.

Shishalarni yuvish. Shishalar yuvilgandan keyin ularni quruq, yog'lardan xoli bo'lishiga e'tibor berish kerak. Shishalar orasida Ma'lum bo'shliqni hosil qilish maqsadida chetlariga ikki tomonlama yopishadigan shaffof tasmalar yopishtiriladi va smola quyish uchun teshikcha qoldiriladi va konstruksiya presslanadi. So'ngra tayyorlangan smola bilan oraliq to'ldiriladi. To'ldirish vaqtida smolada pufaklarni paydo bo'lishiga imkon qadar yo'l qo'yilmaydi. Smolani qotish jarayonida uni yuza bo'ylab bir xil taqsimlanishiga e'tibor beriladi.

Tripleks tayyorlashni plenkali texnologiyasi.

Bu texnologiyaning afzalligi, bu usulda tayyorlangan ko'p qavatli shishalar yuqori optik xususiyatga ega bo'ladi. Bu usulda shisha listlar orasiga polivinilbutiral plenka (PVB) qo'yilib, keyin kollanderda dastlabki presslanadi, so'ngra avtoklavda yakuniy yopishtirish amalga oshiriladi.

Kollander yig'ilgan tripleks paketni dastlabki vakuumlash uchun ishlatiladi. Bu uskuna maxsus kameradan iborat bo'lib, unda yig'ilgan tripleks 110 – 115 Sgacha qizdiriladi, shisha va plenka orasidagi havo rezina valiklar yordamida chiqariladi. Kollanderdan paket shaffof holatda chiqadi va yakuniy presslash uchun avtoklavga joylashtiriladi. Avtoklavda presslash +150 S va 12,5 Bar bosim ostida olib boriladi.

Avtoklavsiz plenka texnologiyasi

Avtoklavsiz plenka texnologiyasi bosqichlari:

- shishalarni tayyorlash va yuvish;
- shisha va plenkadan kombinirlangan paket tayyorlash;
- vakuum xosil qilish;
- vakuumda konveksion kamerada qizdirish;
- 20-40 daqiqa davomida 130-140 oS da ushlab turish;
- vakuumda sovutish.



Bu texnologiyaning afzalligi maxsus plenkalarni qo'llash orqali boshqa

klassik triplekslardan texnik parametrlariga ko‘ra yuqori xossalarga ega bo‘ladi. Kamchiligi esa yuqori tannarxga ega bo‘ladi.

Amaliy mashg‘ulot vazifalari:

1-vazifa.

Adabiyetlar va Internet-Ma’lumotlardan foydalanilgan holda toblangan listli shisha asosida tripleks ishlab chiqarishning texnologik tizimini tuzing.

2-vazifa.

Adabiyetlar va Internet-Ma’lumotlardan foydalanilgan holda toblangan listli shisha asosida avtomobil uchun isitiladigan tripleks oynasi ishlab chiqarishning texnologik tizimini tuzing.

Hazorat savollari:

1. Tripleks tayyorlash uchun ishlatiladigan shisha markalarini keltiring.
2. Tripleks tayyorlashda qanday bog‘lovchilar ishlatiladi?
3. Plenkali texnologiya avtoklavsiz texnologiyadan nimasi bilan farq qiladi?
4. To‘rt va besh qavatli shishakompozit tayyorlash mumkinmi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -98-101, 249-306 r.
2. Morgan P. Carbon fibers and their composites. - Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. Materials engineering; vol.27. - ISBN 0-8247-0983-7. 1153 r.
3. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 r.
4. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering.An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 655-660 r.
5. GOST 30826-2001. Mejjosudarstvennyy standart. Steklo mnogoslnoynoye stroitelnoy nazyacheniya. Data vvedeniya 2003-01-01.
6. GOST 111-2001 Steklo listovoye. Texnicheskiye usloviya
7. GOST 30698-2000 Steklo zakalennoye stroitelnoy. Texnicheskiye usloviya.

8. GOST 30733-2000 Steklo s nizkoemissionnym tverдыm pokrytiyem. Texnicheskiye usloviya.

9. GOST 30779-2001 Steklopakety stroitel'nogo naznacheniya. Metod opredeleniya soprotivleniya atmosferym vozdeystviyam i osenki dolgovechnosti.

10. Tyalina L.H., Minayev A.M., Pruchkin V.A. Новые kompozitsionnyye materialy. Uchebnoye posobiye. Tambov: GOU VPO TGTU, , 2011.- 82 s.

3-amaliy mashg'ulot: Kristall nanosistemalar va ularni ahamiyati.

Hanotexnologiya va elektronika.

Reja:

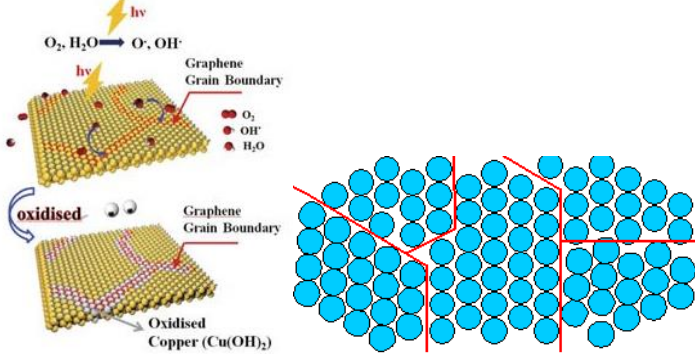
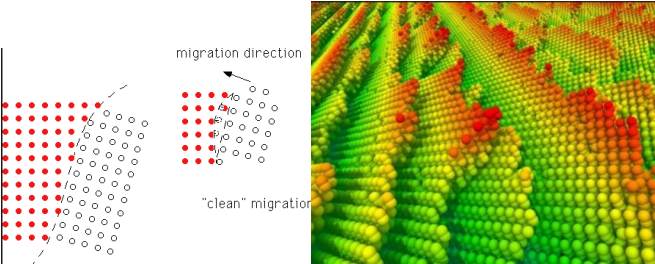
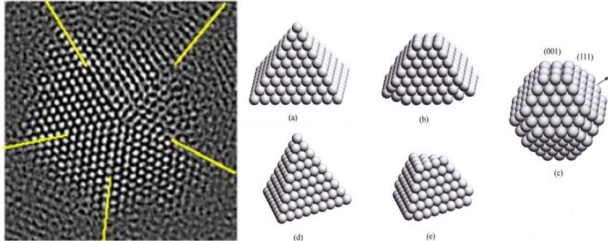
1. Zarrachalarning chegarasi. Zarrachalar chegarasining migrasiyasi.
2. Multiplet ikkilamchi zarrachalar. Dislokasiya. Joylashish defektlari. Uchkarrali tugun. Xoll-Petch qonuni. Ta'qiqlangan chegaraning kengligi.
3. Molekulyar elektronika. Yorug'lik diodi (LED). Maydon effektli tranzistor (FET). Yupqa plenkali tranzistorlar (TFT). Bir elektronli tranzistor (SET). Zaryad bog'lanishli qurilma (CCD). Komplementar metaloksidli yarim o'tkazgich (CMOS). Gigantmagnit qarshiligi (GMR). Optoelektronika. Fotolyuminessensiya.
4. Foton kristallar. Fotonika. Yuzaplazmon. Pyezorezistiv effekt. Spintronika (spin asosidagi elektronika). Kubit. Kvant kompyuterlar.

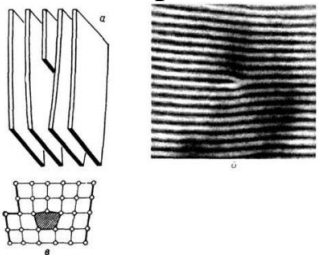
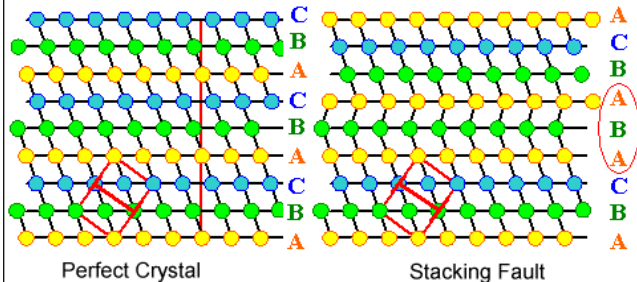
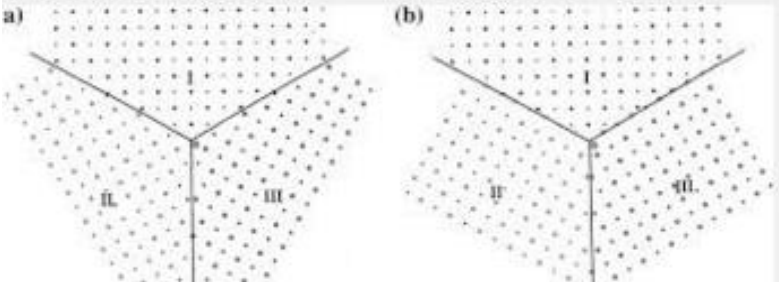
Ishdan maqsad:

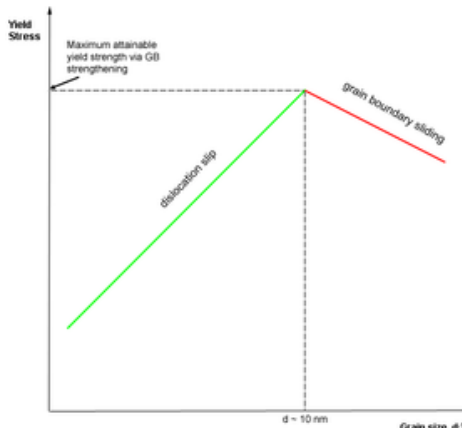
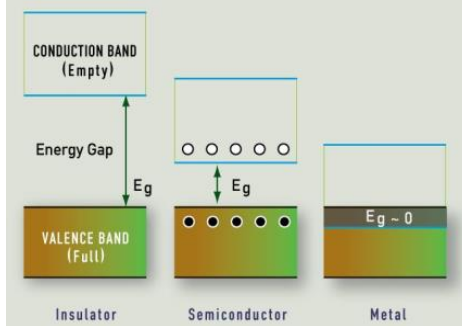
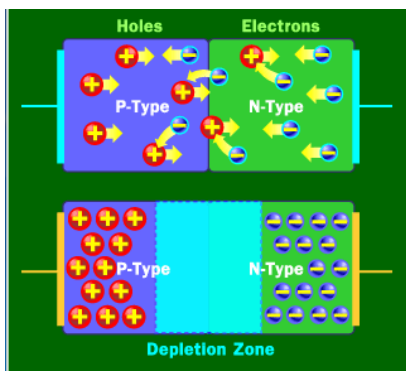
Zarrachalarning chegarasi. Zarrachalar chegarasining migrasiyasi. Multiplet ikkilamchi zarrachalar. Dislokasiya. Joylashish defektlari. Uch karrali tugun. Xoll-Petch qonuni. Taqiqlangan chegaraning kengligi. Xolilashtirilgan xudud.

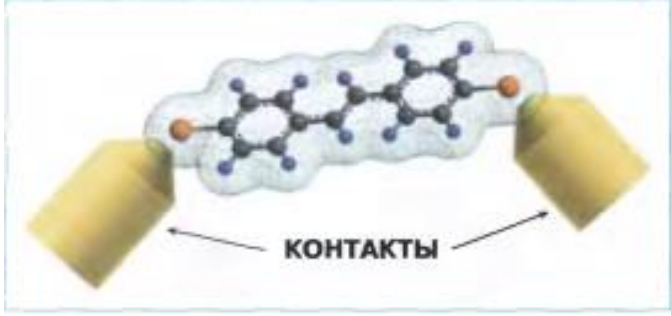
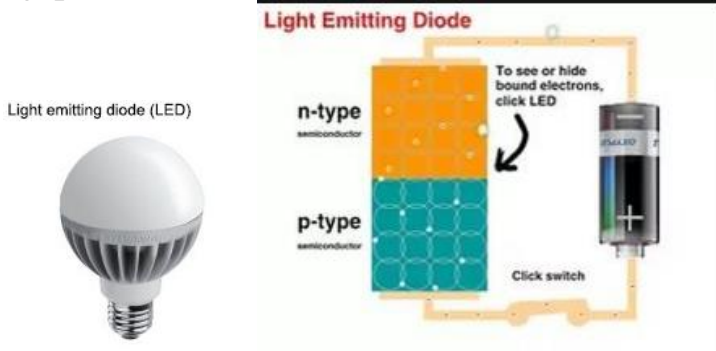
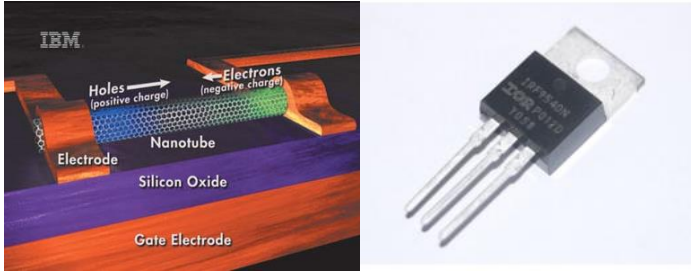
Molekulyar elektronika. Yorug'lik diodi (LED). Maydon effektli tranzistor (FET). Yupqa plenkali tranzistorlar (TFT). Bir elektronli tranzistor (SET). Zaryad bog'lanishli qurilma (CCD). Komplementar metaloksidli yarim o'tkazgich (CMOS). Gigantmagnit qarshiligi (GMR). Optoelektronika. Fotolyuminessensiya. Foton kristallar. Fotonika. Yuzaplazmon. Pyezorezistiv

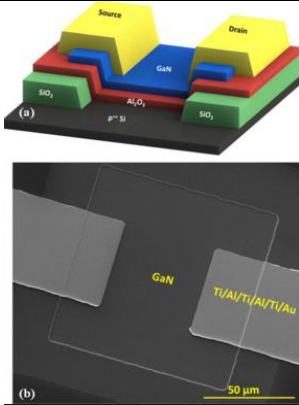

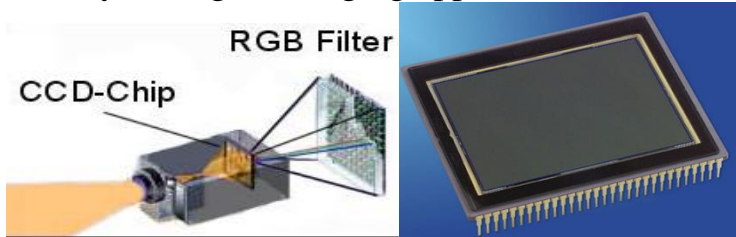
effekt. Spintronika (spin asosidagi elektronika). Kubit. Kvant kompyuterlar.

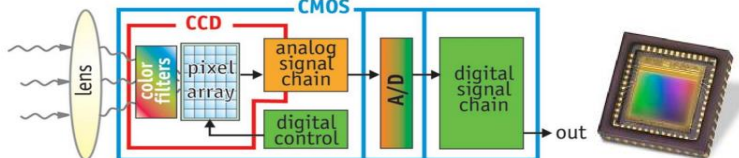
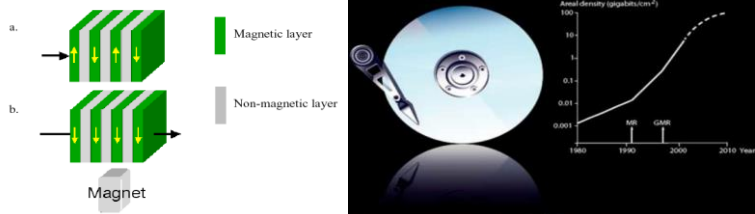

№	Ishni bajarish uchun namuna	Masalaning ko'ylishi
1.	<p>Grain boundary: a 2D defect, the interface bordering two well-defined crystals</p>  <p>Zarrachalarning chegarasi: 2D-defekt, aniq aniqlangan ikkita chegaralanuvchi kristallarning interfeysi</p>	<p>Zarrachalar chegarasining asosiy prinsipini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
2.	<p>Grain boundary migration: coordinated movement of grain boundaries activated either thermally or by mechanical stress</p>  <p>Zarrachalar chegarasining migrasiyasi: termik yoki mexanik kuchlanish yo'li yordamida faollashtirilgan zarrachalar chegaralarining kelishilgan xarakati</p>	<p>Zarrachalar chegarasining migrasiyasini asosiy prinsipini tushuntiring?</p>
3.	<p>Multiply twinned particles (MTP): observed frequently with a pseudo five-fold symmetry in nanocrystalline particles and thin films (deposited on crystalline substrates) of cubic face-centred metals, diamond-type semiconductors (C, Si, Ge) and alloys</p>  <p>Multiplet ikkilamchi zarrachalar (MTP): olmos (C, Si, Ge) va qotishmalar tipidagi yarimo'tkazgichlardan, kubsimon yoqlarimarkazlashtirilgan metallardan olingan yupqa plenkalar (kristall tagliklarda cho'ktirilgan) va nanokristall zarrachalardagi beshinchi tartibli</p>	<p>Multiplet ikkilamchi zarrachalarning asosiy xossalarni tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>

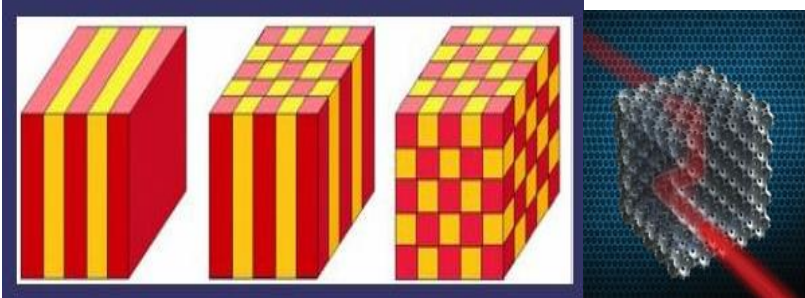

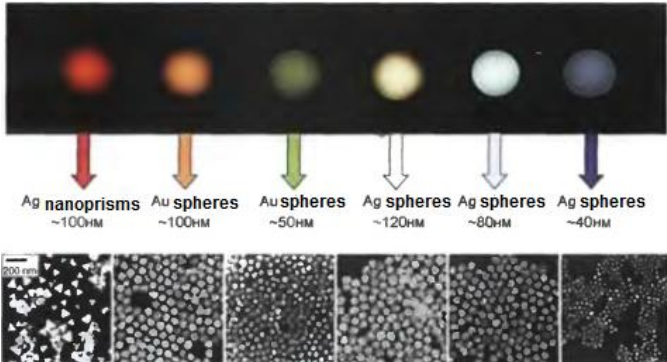
4.	<p>Dislocation: a crystallographic line defect involving irregularity in the periodic arrangement of atoms (missing row of atoms in a plane) in a crystal</p>  <p>Dislokasiya: o‘z ichiga atomlarning davriy joylashuvining notekisligini oluvchi kristaldagi (tekislikdagi bir qator atomlarning yo‘qligi) kristallografik chiziqli defekt</p>	<p>Dislokasiyaning asosiy xossalarni tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
5.	<p>Stacking faults: crystallographic defects arising due to wrong stacking sequence of planar arrangement of atoms</p>  <p>Joylashish defektlari: atomlarning noto‘g‘ri ketma-ket planar joylashuvi natijasida xosil bo‘luvchi kristallografik defektlar</p>	<p>Joylashish defektlarining asosiy prinsipini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
6.	<p>Triple junction: a node at the intersection of three crystals or grains</p>  <p>Uchkarrali tugun: uchta kristallarning yoki zarralarning to‘qnashuvidagi tugun</p>	<p>Uchkarrali tugunining asosiy xossalarni tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
7.	<p>Hall–Petch relation: the effect describing the inverse effect of grain size on the hardness of a crystalline solid that arises mainly due to grain boundary strengthening</p>	<p>Xoll-Petch qonunini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>

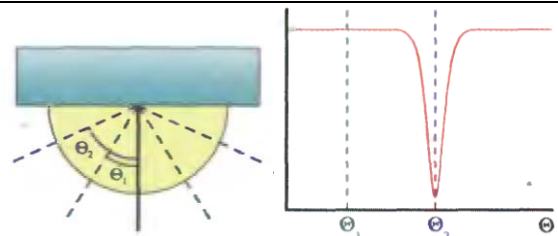

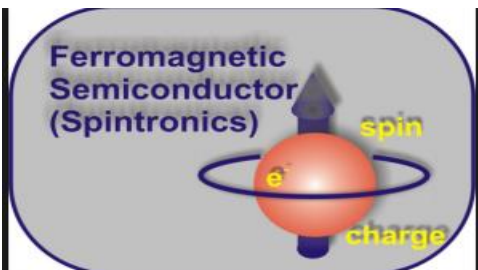

	<p style="text-align: center;">Hall-Petch Strengthening Limit</p>  <p>Xoll-Petch qonuni: asosan chegaradagi zarrachaning mustaxkamlashuvi xisobiga xosil bo‘luvchi kristalsimon moddaning qattiqligiga zarrachalarning o‘lchamini teskari ta‘sirini tavsiflovchi effekti</p>	
8.	<p>Band gap: energy gap between the valence band and conduction band in a solid in which all electronic energy states are forbidden</p>  <p>Ta‘qiqlangan chegaraning kengligi: barcha elektron energetik xolatlar ta‘qiqlangan qattiq jismdagi valent chegara va o‘tkazuvchanlik chegarasi orasidagi energetik tuynuk</p>	<p>Ta‘qiqlangan chegaraning asosiy xossalarini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
9.	<p>Depletion zone: a region at the junction of semiconducting materials that is devoid of free charge carriers</p>  <p>Xolilashtirilgan xudud: zaryadlarni erkin tashuvchilaridan xoli bo‘lgan yarimo‘tkazgich materiallarning birlashish joyi</p>	<p>Xolilashtirilgan xudud qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan? Rasmdan foydalaning!</p>

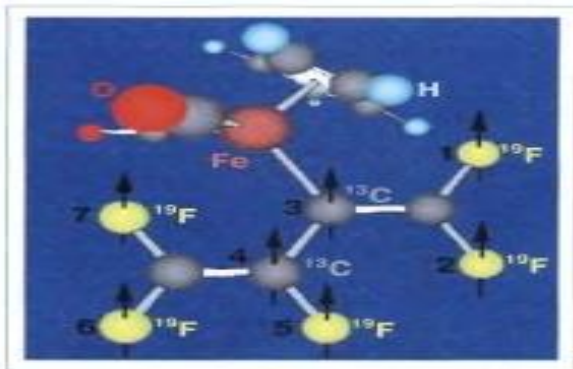
<p>10</p>	<p>Molecular electronics: the study and application of molecules for electronic device applications</p>  <p>Molekulyar elektronika: elektron qurilmalarda qoʻllanilishi uchun molekulalarning tadqiqi va qoʻllanilishi</p>	<p>Molekulyar elektronikaning asosiy prinsipini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>11</p>	<p>Light-emitting diode (LED): a semiconductor light source working on the principle of electroluminescence, where the wavelength of light emitted depends on the band gap of semiconductors</p>  <p>Svetodiod (LED): elektroluminessensiya prinsipiga asosan ishlovchi yarimoʻtkazgichli nur manbai, nurlanuvchi yorugʻlikning toʻlqin uzunligi yarimoʻtkazgichlarning taʻqiqlangan xududi kengligiga bogʻliq.</p>	<p>Svetodiodning asosiy prinsipini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>12</p>	<p>Field effect transistor (FET): a transistor whose conductivity can be controlled by electrical field</p>  <p>Maydon effektlitransistor (FET): elektr maydoni yordamida oʻtkazuvchanligini boshqarish mumkin boʻlgan tranzistor</p>	<p>Maydon effektlitransistor (FET) nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>13</p>	<p>Thin film transistors (TFT): an FET made of thin film layers of semiconducting and dielectric materials; used in LCD and digital radiography applications</p>	<p>Yupqa plenkali tranzistorlar qanday tarkibiy qismlardan</p>

	 <p>Yupqa plenkali tranzistorlar (TFT): yarimo‘tkazgichli va dielektrik materialli yupqa plenka qavatli tranzistorlar; radiografiyaning LCD va raqamli ilovalarida qo‘llaniladi</p>	<p>tashkil topgan? Rasmdan foydalaning!</p>
14	<p>Single electron transistor (SET): devices that are capable of detecting very small variations in the charge of the gate; charge differences of even one electron can cause the on-and-off switching function of SET</p>  <p>Bir elektronli tranzistor (SET): chiquvchi zaryadning juda kichik o‘zgarishlarini aniqlash qobiliyatiga ega moslamalar; birgina elektron uchun xam zaryadlar farqi “yoqib-o‘chirish” funksiyasini chaqirishi mumkin</p>	<p>Bir elektronli tranzistorning asosiy xossalarni tushuntiring?</p>
15	<p>Charge-coupled device (CCD): a device that can gather position-sensitive charge information and convert to digital data for manipulation, which is used extensively for digital imaging applications</p>  <p>Zaryad bog‘lanishli qurilma (CCD): zaryadlangan pozision-sezgir axborotni yig‘a oladigan va raqamli tasvirlarni ishlatish uchun keng qo‘llaniladigan monopulyasiyalar uchun raqamli Ma’lumotlarga o‘tkaza oladigan qurilma</p>	<p>Zaryad bog‘lanishli qurilma nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning!</p>
16	<p>Complementary metal–oxide semiconductor (CMOS): an emerging technology for the fabrication of ICs and VLSI, the main advantage being low power</p>	<p>Komplementar metaloksidli yarimo‘tkazgichl</p>

	<p>consumption and high noise, enabling larger density of devices within unit area</p>  <p>Komplementarmetaloksidli yarimoʻtkazgich (CMOS): integral sxemalar (ICs) va oʻta katta integral sxemalarni (VLSI) yasash uchun yangi texnologiya, asosiy afzalliklari kam energiya sarf qilishi va yuqori shovqin darajasida boʻlib bu oʻz navbatida yuza birligi doirasida qurilmalarning yuqori zichligini taʼminlaydi</p>	<p>ar nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>17</p>	<p>Giant magnetoresistance (GMR): quantum mechanical effect observed in thin film structures: the electrical resistance decreases significantly when the ferromagnetic layer is exposed to a magnetic field</p>  <p>Gigantmagnit qarshiligi (GMR): yupqa plenkali strukturalarda kuzatiladigan kvant-mexanik effekt: ferromagnit qavatning magnit maydoni taʼsiriga uchraganda elektr qarshiligi sezilarli darajada kamayadi</p>	<p>Gigantmagnit qarshiligining asosiy xossalarini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>18</p>	<p>Opto-electronics: an application of electromagnetic photons for electronic device applications; they can be either electrical-to-optical or optical-to-electrical transducers</p>  <p>Optoelektronika: elektron qurilmalardanani elektromagnit fotonlarning qoʻllanilishi; “elektr signalini optik signalga” yoki “optik signalni elektr signalga” oʻtkazuvchi oʻzgartgichlar boʻlishi mumkin CdSe nanokolloid</p>	<p>Optoelektronika ning asosiy xossalarini tushuntiring?</p>
<p>19</p>	<p>Photoluminescence (PL): a process by which certain substances absorb electromagnetic radiations of specific wavelengths and re-radiate photons of different wavelength</p> <p>Fotolyuminessensiya (PL): baʼzi bir moddalarning Maʼlum bir toʻlqin uzunlikdagi</p>	<p>Fotolyuminessen siyaning asosiy prinsipini tushuntiring?</p>

	<p>elektromagnit nurlarni yutib va qaytadan fotonlarni turli xil to'liqin uzunlikda nurlatuvchi jarayon</p>	
<p>20</p>	<p>Photonic crystals: periodic dielectric or metallo-dielectric optical nanostructures that are designed to affect the propagation of electromagnetic waves (EM) in the same way as the periodic potential in a semiconductor crystal affects electron motion by defining allowed and forbidden electronic energy bands</p>  <p>Fotonkristallar: elektromagnit to'liqlarni tarqatilishiga ta'sir etishga mo'ljallangan davriy dielektrik yoki metall-dielektrik optik nanostrukturalar</p>	<p>Fotonkristallarni ng asosiy xossalarini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>21</p>	<p>Photonics: electronics using light (photons) instead of electrons to manage data</p>  <p>Fotonika: Ma'lumotlarni boshqarishda elektronlar o'rniga yurug'likni (fotonlarni) qo'llovchi elektronika</p>	<p>Fotonikaning asosiy prinsipini tushuntiring?</p>
<p>22</p>	<p>Surface plasmon (SP): plasmons that are confined to surfaces and interact strongly with light resulting in a polariton</p> 	<p>Yuzaplazmon (SP) terminini tushunturing. Rasmdan foydalaning!</p>

	 <p>Yuzaplazmon (SP): yorug'lik bilan kuchli ta'sirlashish natijasida polyaritonga olib keluvchi yuzaga mos keluvchi plazmonlar</p>	
23	<p>Piezoresistive effect: phenomenon by which electrical resistance of a material varies with externally applied mechanical pressure</p>  <p>Pyezorezistiv effekt: tashqaridan mexanik bosim ta'siriga bog'liq ravishda materialning elektr qarshiligining o'zgarish xodisasi</p>	<p>Pyezorezistiv effektning asosiy prinsipini tushuntiring?</p>
24	<p>Spintronics (spin-based electronics): an emerging technology, which exploits the dual property of electrons, namely charge and spin state; also known as magneto-electronics</p>  <p>Spintronika (spin asosidagi elektronika): elektronlarning ikkilangan xossalarini, jumladan zaryad va spin xolatini qo'llovchi yangi texnologiya; manito-elektronika sifatida xam Ma'lum</p>	<p>Spintronika (spin asosidagi elektronika) ning asosiy xossalarini tushuntiring?</p>
25	<p>Qubit: a quantum-computing equivalent to a bit; with an additional dimension of quantum properties of atoms</p>  <p>Kubit: xisoblashlardagi bitning kvant ekvivalenti;</p>	<p>Kubit nima uchun kerak?</p>

	atomlarning kvant xossalari o'lash qo'shimchasi bilan	
26	<p>Quantum computers: a computational device using quantum mechanical phenomena for operations on input data</p>  <p>Kvantkompyuterlar: kirish Ma'lumotlaridagi operatsiyalarda kvant-mexanik hodisalarini qo'llovchi hisoblash asboblari</p>	<p>Kvant kompyuterlari asosiy prinsipini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>

Hazorat savollari

1. Kristall nanozarrachalarning asosiy xossalarning tushuntiring?
2. Materiallarda energetik zonalar qanday shakllanadi?
3. Ruxsat etilgan va ta'qiqlangan zonalarining farqi nimadan iborat?
4. Metallar, dielektriklar va yarimo'tkazgichlarda energetik zonalarining to'ldirilishidagi fundamental farqlar nimadan iborat?
5. Ko'p qatlamli yarimo'tkazgichli strukturalarda kvantli o'ralar va potensial to'siqlar qanday qilib shakllanadi?
6. Tunellanish hodisasi mohiyati nimadan iborat?
7. Kvantli o'rada energiya satxlari qaysi sabablarga ko'ra diskretlashadi?
8. Kvant o'lchamli effekt nimadan iborat?
9. Molekulyar elektronika, optoelektronika, fotonika, spintronika asosiy prinsipining solishtiring.
10. Svetodiod, maydon effektli tranzistor (FET), yupqa plenkali tranzistorlar, bir elektronli tranzistorning nima uchun kerak?
11. Kubit va kvant kompyuterlarning asosiy prinsipining tushuntiring.
12. Gigantmagnit qarshiligining asosiy xossalarning tushuntiring?
13. Fotonkristallarning qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan?

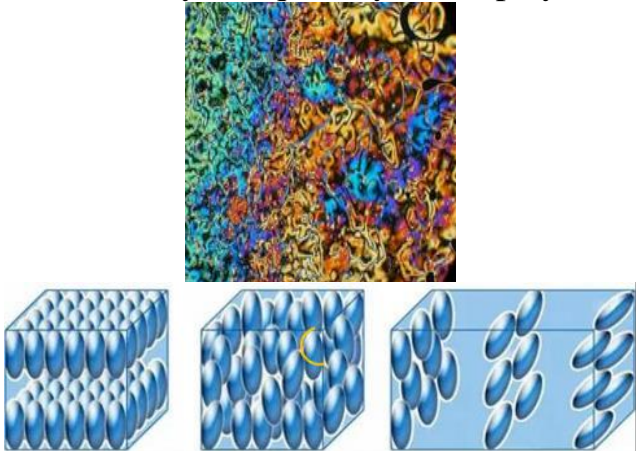
14. Pyezorezistiv effektning asosiy prinsipining tushuntiring?
15. Spin asosidagi elektronikaning asosiy xossalarning tushuntiring?

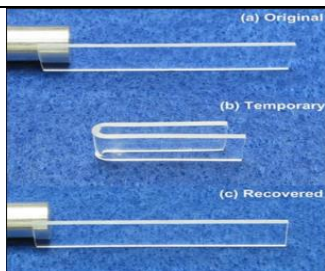
Foydalanilgan adabiyot

1. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 17-35.

4-amaliy mashg'ulot: Polimer nanomaterial olish va ularni xossalarni. Hanosellyuloza. Biomimetika sistemalarni olish va ularni xossalari.

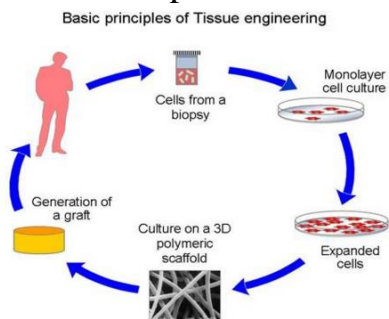
Ishdan maqsad: Suyuq kristal. Shakl xotirali polimerlar. Hanosellyuloza. To'qimali injeneriya. Biomoslashuvchanlik. Biomimetika. Elektron burun. Elektron til. Bot. Hanobot. Dorilarni maqsadli yetkazish. DHK-chip.

№	Ishni bajarish uchun namuna	Masalaning ko'yilishi
1.	<p>Liquid crystal (LC): a state of matter with properties between a liquid and solid crystal; it is used extensively in liquid crystal displays</p>  <p>Suyuqkristal (SK): suyuqlik va qattiq kristalsimon modda xossalari oralig'idagi materiya; suyuq qristalli displeylarda keng qo'llaniladi</p>	<p>Suyuq kristal (SK) qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan? Rasmdan foydalaning!</p>
2. h	<p>Shape memory polymers: smart polymers capable of returning to their original shape after being deformed by external forces, when triggered by an external stimulus such as temperature change</p>	<p>Shakl xotirali polimerlar nima uchun kerak?</p>



Shakl xotirali polimerlar: xaroratning o'zgarishi kabi tashqi kuchlar ta'sirida vujudga kelgan tashqi kuchlar ta'sirida deformatsiyadan so'ng o'zining dastlabki shakliga qaytish qobiliyatiga ega aqlli polimerlar

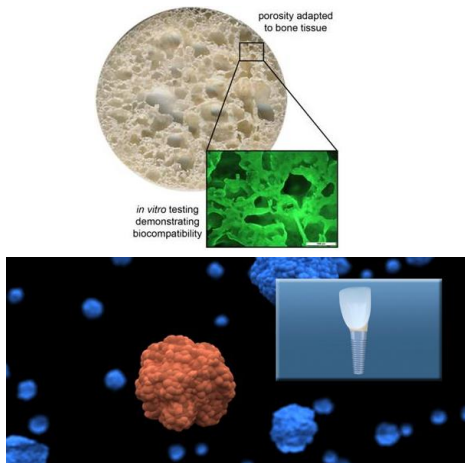
3. **Tissue engineering:** science of structural and functional fundamentals of mammalian tissues and application of biocompatible substitutes to restore, maintain or improve functions



To'qimali injeneriya: sutemizuvchilarning asosiy to'qimalarining tuzilishi va funksional asoslari xamda funksiyalarini tiklash, qo'llab turish yoki yaxshilash uchun bioslashuvchan o'rni bosuvchilarning qo'llanilishi to'g'risidagi fan

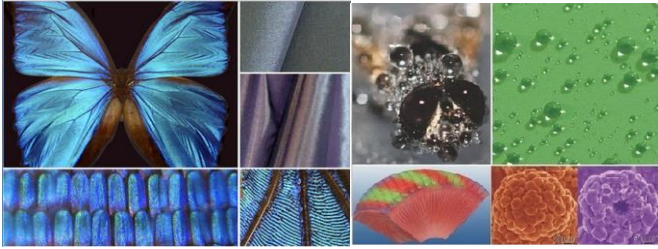
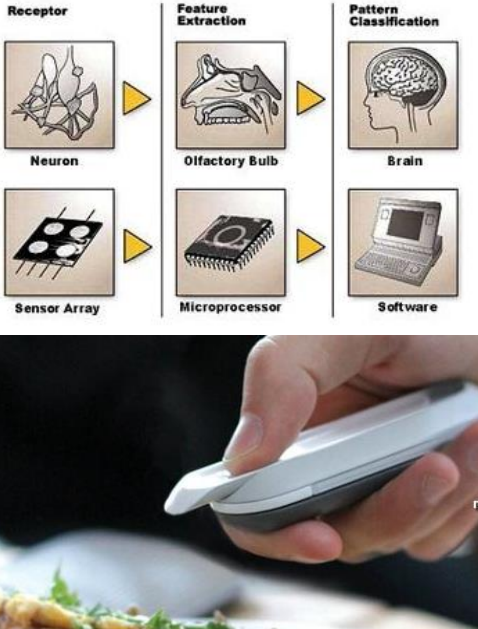
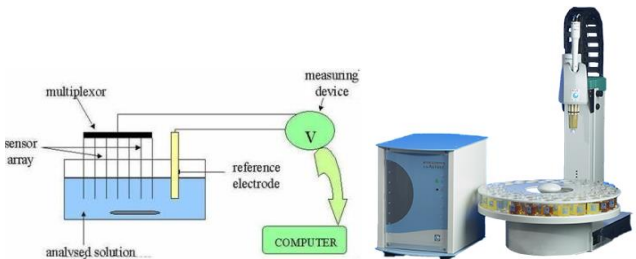
To'qimali injeneriyaning asosiy xossalarini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!

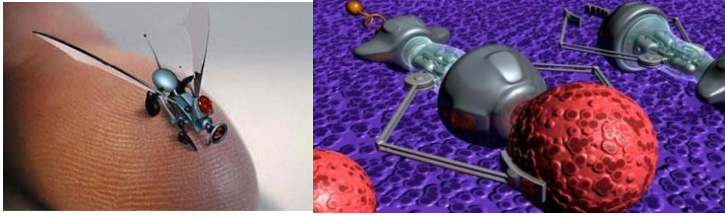
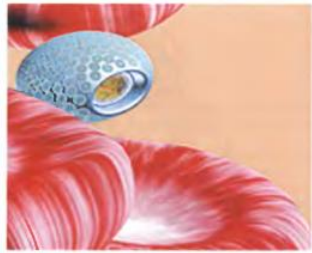
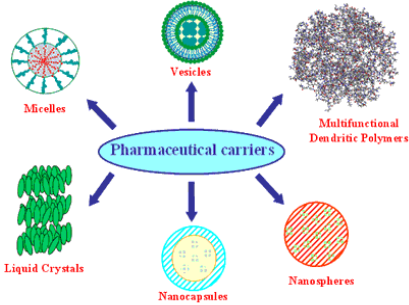
4. **Biocompatibility:** capability of a material in contact with a biological system to perform its intended function without causing deleterious changes

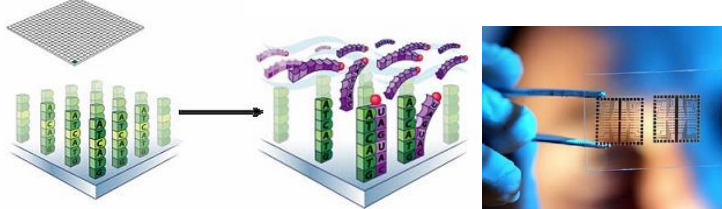


Bioslashuvchanlik: noxush o'zgarishlarni chaqirmay materialning biologik tizim bilan ta'sirlashuvida o'z vazifalarini bajarishi

Bioslashuvchanlikning asosiy prinsipini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!

<p>5.</p>	<p>Biomimetic: the science of imitating or reverse engineering from natural systems to the study and design of engineered systems using modern technology</p>  <p>Biomimetika: zamonaviy texnologiyalarni qo'llash bilan muxandislik tizimlarni tadqiq qilish va loyihalashtirish uchun tabiiy tizimlarga o'xshash, injeneriya yoki taqlid qilish to'g'risidagi fan</p>	<p>Biomimetika asosiy prinsipini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>6.</p>	<p>Electronic nose: a device consisting of an array of chemical sensors to detect odours or flavours</p>  <p>Elektron burun: xid yoki ta'mlarni aniqlash uchun bir necha kimyoviy sensorlardan tashkil topgan qurilma</p>	<p>Elektron burunning asosiy xossalarini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>7.</p>	<p>Electronic tongue: a device consisting of an array of chemical sensors to detect and compare tastes</p>  <p>Elektron til: ta'mlarni aniqlash va taqqoslash uchun bir necha kimyoviy datchiklardan tashkil topgan qurilma</p>	<p>Elektron tilning asosiy xossalarini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>

8.	<p>Bot: a robot or automated intelligent machine</p>  <p>Bot: robot yoki avtomatlashtirilgan intellektual mashina</p>	<p>Bot: nima uchun kerak?</p>
9.	<p>Nanobots: a robot (semi- or fully-automated intelligent machine) consisting of components of a few hundred nanometre-dimensions; they are also referred to as nanorobots, nanoids, nanites, nanomachines or nanomites</p>  <p>Hanobot: nanometrli o‘lchamlardan tashkil topgan komponentli robot (yarim yoki to‘liq avtomatlashtirilgan integral mashina); ular nanorobotlar, nanoidlar, nanitlar, nanomashinalar yoki nanomitlar nomlari bilan xam uchraydi</p>	<p>Hanobot nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning!</p>
10.	<p>Targeted drug delivery: administration of a pharmaceutical compound in desired amount to a localized diseased cell/tissue for therapy</p>  <p>Dorilarni maqsadli yetkazish: terapiyada lokallashtirilgan zararlangan xujayralarga / to‘qimalarga kerak bo‘lgan miqdorda farmasevtik birikmani kiritish</p>	<p>Dorilarni maqsadli yetkazishning asosiy prinsipini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
11.	<p>DNA chip: a sensor based on a semiconductor microchip used to identify mutations or alterations in a gene</p>	<p>DHK-chipping asosiy xossalarini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>

	 <p>DHK-chip: gendagi mutasiyalarni yoki o'zgarishlarni identifikatsiyalash uchun qo'llaniladigan yarimo'tkazgichli mikrochip asosidagi datchik</p>	
--	--	--

Hazorat savollari

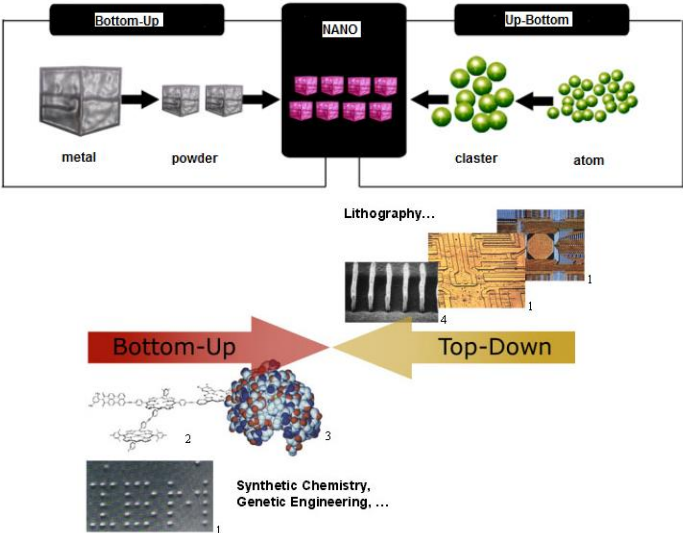
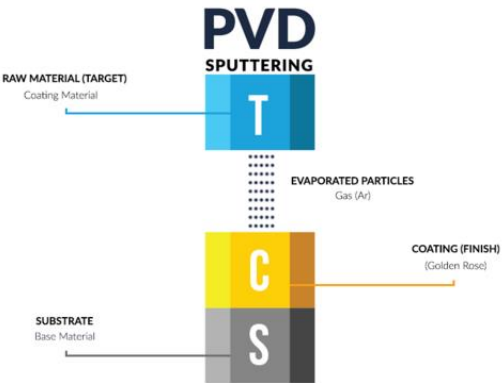
1. Suyuqkristal qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan?
2. Shakl xotirali polimerlar asosiy xossalarning tushuntiring?
3. To'qimali injeneriyaning nima uchun kerak?
4. Biomimetika va biokeramikaning asosiy prinsipini tushuntiring?
5. Elektron burun va elektron til asosiy xossalarning tushuntiring?
6. Hanobot va dorilarni maqsadli yetkazishning asosiy prinsipining tushuntiring?
7. DHK-chipning asosiy xossalarning tushuntiring?

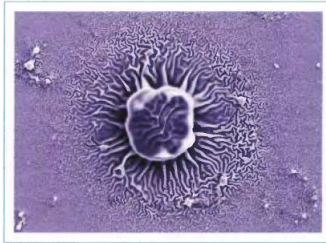
Fodalanilgan adabiyotlar

1. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 79-92.
2. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 213-226.

Nanomaterial olish va ularni xossalarni.

Ishdan maqsad: Tagdan-tepaga va Tepadan pastga. Bug' fazasidan fizikaviy cho'ktirish (PVD). Plazma. Bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirish (CVD). Issik izostatik preslash (HIPing). Piroliz. Uchqunli plazmali pishirish (SPS). Teng kanalli burchakli presslash (ECAP). Mexanik qotishmalash. Bug'-suyuqlik-qattiq modda usuli (VLS). Epitaksiya. Hanolitografiya. Fab. Kolloid. Hanodispersiya. O'z-o'zini yig'ish. Aerogel. Kvant nuqtalari. Bakminster – fulleren. Magikson. Uglerodli nanotrubka. Hanotolalar. Hanoqobiqlar. Hanosimlar. Hanomaterial. Hanosterjnlar. Viskerlar. Yupqa plenklar. Mezog'ovakli material. Multiqavatlar.

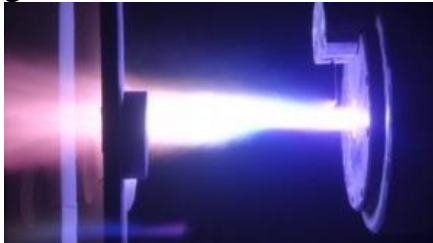
№	Ishni bajarish uchun namuna	Masalaning ko'yilishi
1.	<p>Bottom-up: a strategy for synthesizing nanomaterials from atomic scale fundamental units where the fundamental units link up to form nanoparticles/nanostructures</p> <p>Top-down: involves fragmentation of a microcrystalline material to yield a nanocrystalline material; all solid state synthesis routes of nanostructures fall into this category</p>  <p>Tagdan-tepaga: asosiy birliklari nanozarrachalar / nanotizimlarni xosil qilish bilan birlashadigan atom miqyosidagi asosiy birliklaridan nanomateriallarning sintez qilish strategiyasi</p> <p>Tepadan pastga: nanokristall materialni olish bilan mikrokristall moddaning maydalashni o'z ichiga oladi; nanostrukturalarni sintez qilishning qattiq moddali yo'llari shu kategoriyaga kiradi</p>	<p>Tagdan-tepaga va Tepadan pastga: asosiy prinsipini solishtiring? Rasmdan foydalaning!</p>
2.	<p>Physical vapour deposition (PVD): a variety of vacuum deposition technique involving vaporization of atoms from target material to produce a thin film on a substrate</p> 	<p>Bug' fazasidan fizikaviy cho'ktirishning asosiy prinsipini tushuntiring Rasmdan foydalaning!</p>



Amorphous silicon
on substrate (PVD)

Bug' fazasidan fizikaviy cho'ktirish (PVD): taglikda yupqa plenkalarni olish uchun atomlarni mo'ljal materialidan bo'g'latish ishtirokida vakuum cho'ktirishning turli texnologiyalari

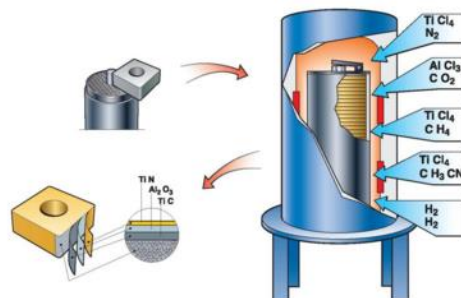
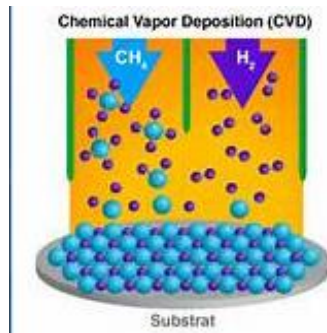
3. **Plasma:** a state of matter containing a significantly large fraction of ionized matter; plasma properties differ significantly from those of solids, liquids or gases



Plazma: ionlashgan moddaning anchagina katta fraksiyasini o'zida saqlovchi moddaning xolati; plazmaning xossalari qattiq moddalardan, suyuqliklardan yoki gazlardan tubdan farq qiladi

Plazma temperaturasi va xossalarni prinsipining tushuntirish

4. **Chemical vapour deposition (CVD):** a technique for depositing thin films on a substrate using gaseous reactants



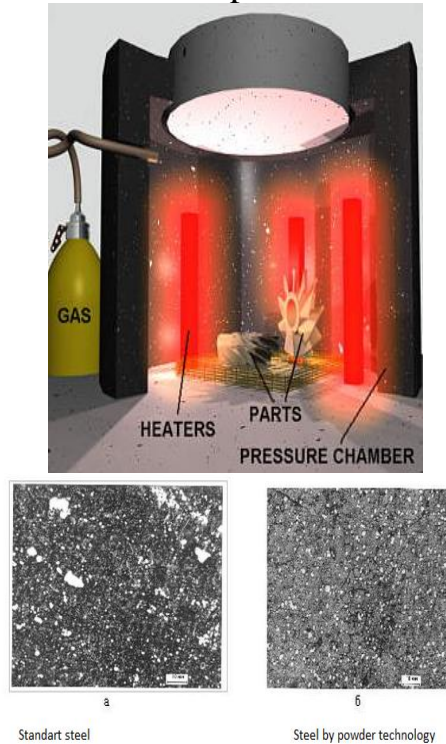
Bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirish (CVD): gazsimon reagentlarning qo'llanilishi bilan yupqa plenkalarning taglikda cho'ktirish uslubi

Bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirish (CVD) ing asosiy prinsipini tushuntirish? Rasmdan foydalaning!

5. **Hot isostatic pressing (HIPing):** the process of using

Issik izostatik

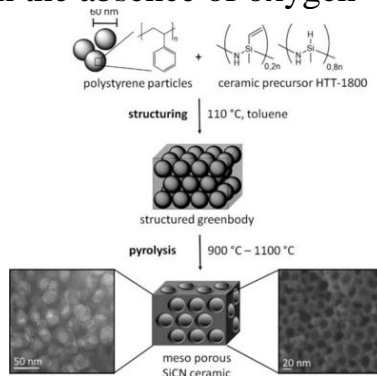
high hydrostatic pressure and temperature to compress fine particles into coherent parts



Issik izostatik preslash (HIPing): mayin zarrachalarni yaxlit qismlarga siqish uchun yuqori gidrostatik bosim va xaroratni qo‘llash jarayoni

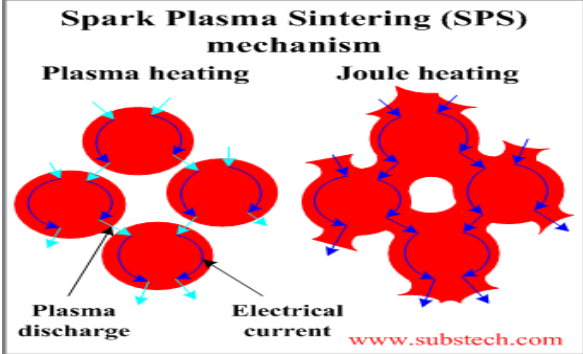
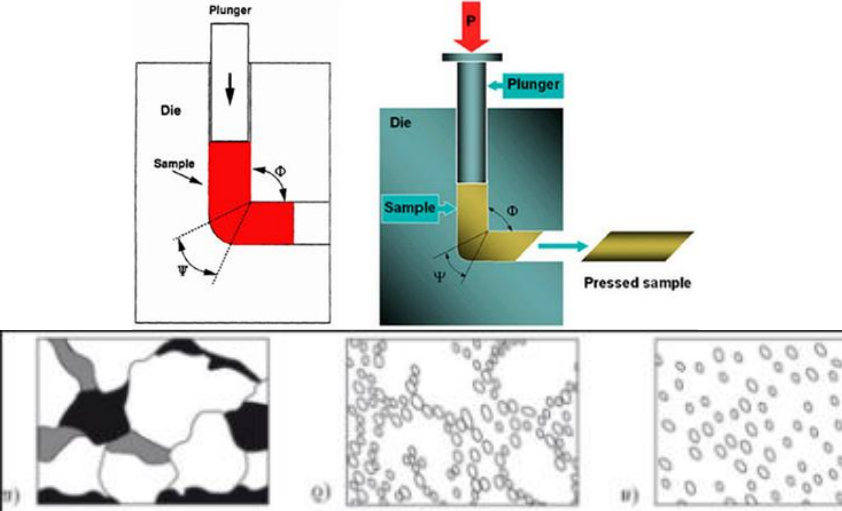
preslashning asosiy prinsipini tushuntiring? Rasmdan foydalaning!

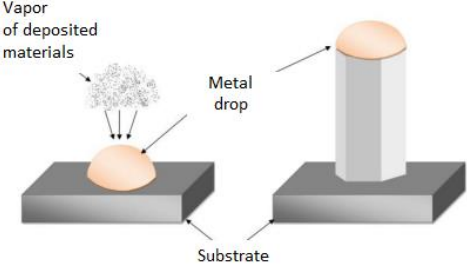
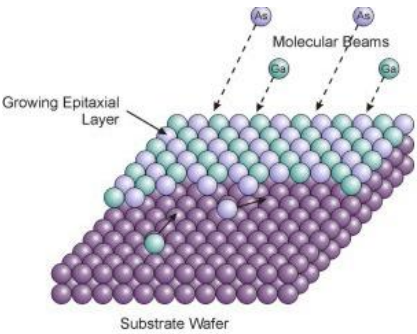
6. **Pyrolysis:** Greek word denoting separation (lysis) under fire (pyr); a thermochemical method involving decomposition of organic material at elevated temperatures in the absence of oxygen


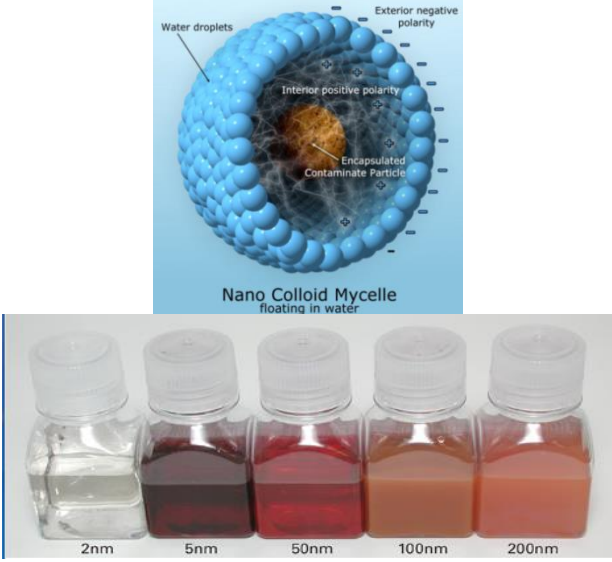
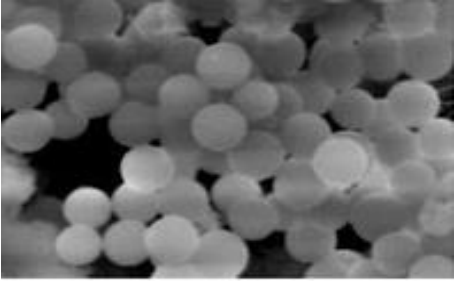


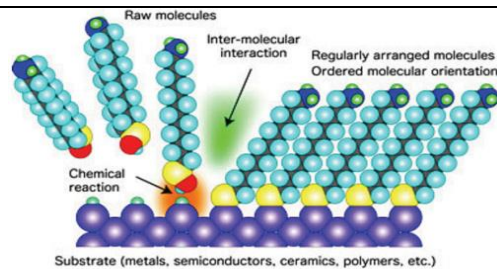
Piroliz: alanga(*pyr*) ostida ajratishni (*lysis*) anglatuvchi grekcha so‘z; kislorod ishtirokisiz yuqori xaroratlarda organik moddani parchalashni o‘z ichiga oluvchi termokimyoviy usul

Piroliz nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning!

<p>7.</p>	<p>Spark plasma sintering (SPS): a sintering technique using pulsed DC current that directly passes through the graphite die, as well as the powder to be consolidated, in case of conductive samples</p>  <p>Uchqunli plazmali pishirish (SPS): grafit matritsa si shuningdek oʻtkazuvchan namunalar xolatida pishirilayotgan kukundan bevista oʻtayotgan doimiy impuls toki qoʻllanilishidagi pishirish texnikasi</p>	<p>Uchqunli plazmali pishirishning asosiy prinsipining tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>8.</p>	<p>Equal channel angular pressing (ECAP): a severe plastic deformation technique for producing ultrafine grain structures, which introduces a large amount of shear strain into the materials without changing its shape or dimensions; equichannel angular extrusion (ECAE) is a similar process involving extrusion</p>  <p>Tengkanalli burchakli presslash(ECAP): shakl va oʻlchamlarini oʻzgartirishsiz katta miqdordagi deformatsion siljishni kirituvchi ultradispers tuzilishli zarrachalarni ishlab chiqarish uchun plastik deformatsiyaning ogʻir texnikasi; ekstruziya ishtirokidagi oʻxshash jarayonni namoyon qiluvchi teng kanalli burchak ekstruziyasi (ECAE)</p>	<p>Tengkanalli burchakli presslashning asosiy xossalarning tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>9.</p>	<p>Mechanical alloying: a solid state process in which grain refinement occurs by repeated deformation, fracturing and cold welding of powder particles in a high-energy ball mill</p>	<p>Mexanikqotish malashning asosiy prinsipining</p>

	<p>Mexanikqotishmalash: yuqori energiyali sharli tegirmonda zarrachalarning qayta deformatsiyalanishi va yoriqlari natijasida maydalanishi, kukunlarning zarrachalari sovuq payvanlanadigan qattiq jismdagi jarayon</p>	<p>tushuntiring?</p>
<p>10.</p>	<p>Vapour-liquid-solid method (VLS): a mechanism for the growth of one-dimensional nanostructures, such as nanowires, from chemical vapour deposition; to enhance the efficiency and kinetics for the growth of crystals, a catalytic liquid alloy phase which can rapidly adsorb a vapour to supersaturation levels is used</p>  <p>Bug'-suyuqlik-qattiq modda usuli (VLS): bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirishdagi nanosimlar kabi biro'lchamli nanostrukturalarning o'sishi uchun mexanizm; kristallarning o'sishi va kinetikasi samaradorligini oshishi uchun qo'llaniladi, katalitik suyuqotishmali faza bug'larni o'tato'yinganlik darajasigacha tezda adsorbsiyalashi mumkin</p>	<p>Bug'-suyuqlik-qattiq modda usulining asosiy prinsipining tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>11.</p>	<p>Epitaxy: growth of a secondary phase maintaining a perfect crystallographic registry (coherency) with the underlying substrate</p>  <p>Epitaksiya: asosiy taglik bilan kristallografik tartibni (kogerentlikni) ta'minlash uchun ikkilamchi fazaning o'sishi</p>	<p>Epitaksiya ing xossalarning tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>12.</p>	<p>Fab: a microfabrication facility consisting of clean rooms and controlled deposition process for the fabrication of semiconductor devices and ICs</p> <p>Fab: integral sxemalar va va yarimo'tkazgichli asboblarni ishlab chiqarish uchun nazorat qilinuvchi cho'ktirish jarayonlari va toza xonalardan tashkil</p>	<p>Fab nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning!</p>

	<p>topgan mikrotexnologik obyekt</p> 	
<p>13.</p>	<p>Colloid: a homogenous suspension of a dispersoid in a continuous medium; it may be a solid, liquid or gas</p>  <p>Kolloid: o‘zluksiz muxitdagi dispersiyalangan moddaning bir turdagi suspenziyasi; qattiq, suyuq yoki gazsimon bo‘lishi mumkin.</p>	<p>Kolloid qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>14.</p>	<p>Nanofluid: colloidal suspension of nanoparticles of metals, ceramic, carbon nanotubes, etc.</p>  <p>Hanodispersiya: metallar, keramik, uglerodli nanotrubkalar va xkz nanozarrachalarning kolloid suspenziyasi</p>	<p>Hanodispersiya qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan?</p>
<p>15.</p>	<p>Self-assembly: process in which the components interact within themselves to form aligned or organized structures without any external force</p>	<p>O‘z-o‘zini yig‘ishning asosiy prinsipining tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>

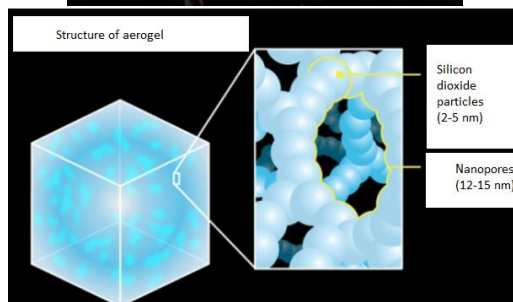


O‘z-o‘zini yig‘ish: biror bir tashqi kuch ta‘siriz bir tekis yoki tashkillashtirilgan tuzilish hosil qilish uchun komponentlarning o‘z ichida o‘zaro ta‘sirlashuv jarayoni

16. **Aerogel:** a porous solid formed from a gel in which the liquid is replaced with a gas with gas entrapment



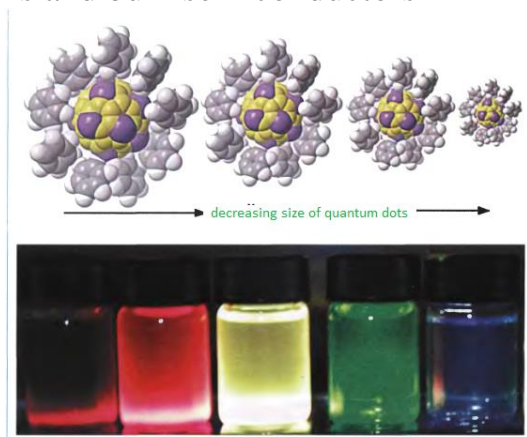
A blowtorch under a thin slice of Aerogel has no effect on the crayons on top.



Aerogel: suyuqligi yutilgan gaz bilan o‘rinalmashgan geldan olingan g‘ovaksimon qattiq cho‘kma

Aerogel qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan? Rasmdan foydalaning!

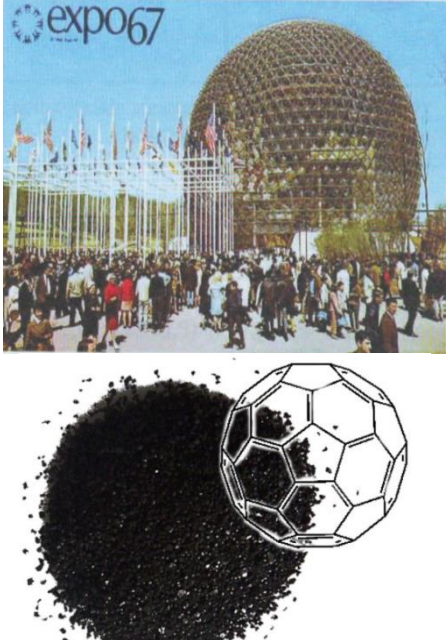
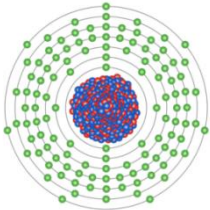
17. **Quantum dots:** 0D nanostructures in which electron energy states are confined in all three spatial dimensions; their electronic properties are between that of cluster*s and bulk semiconductors

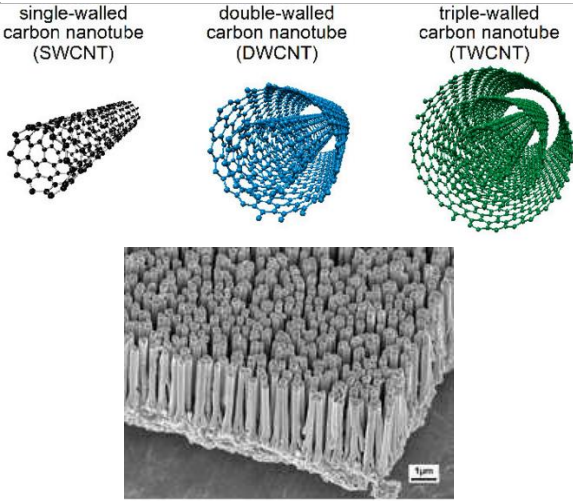
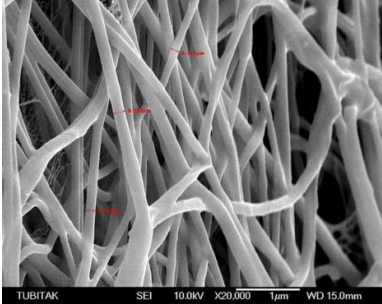
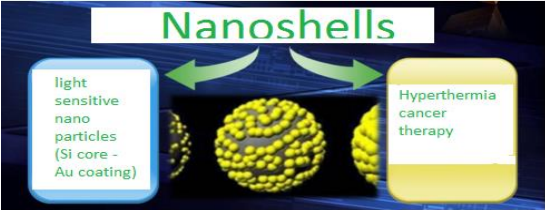
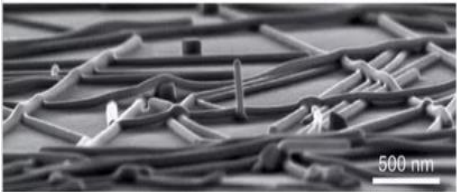


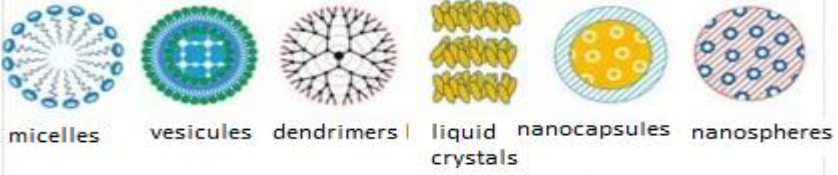
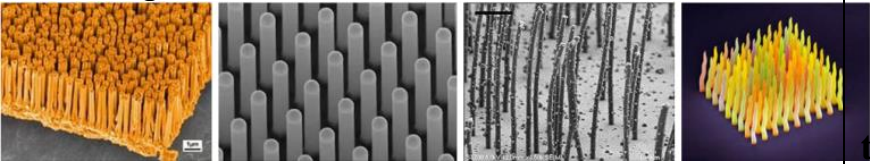
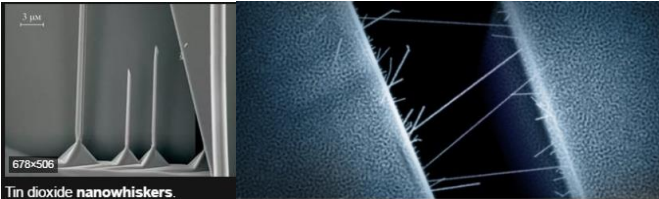
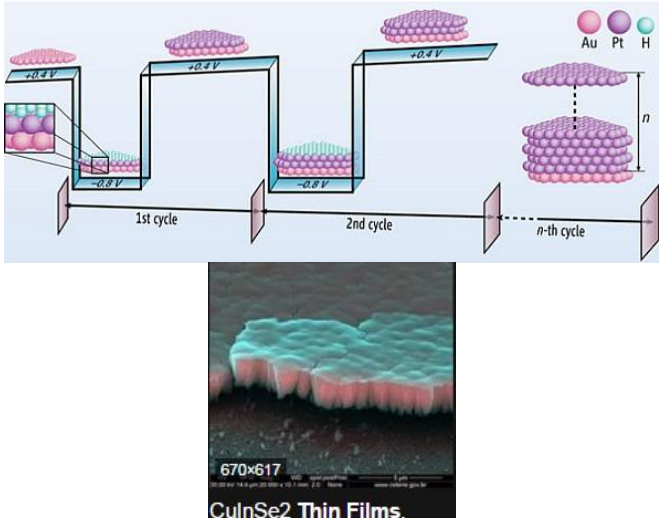
Color of CdSe - CdS colloids is a function of quantum dots sizes

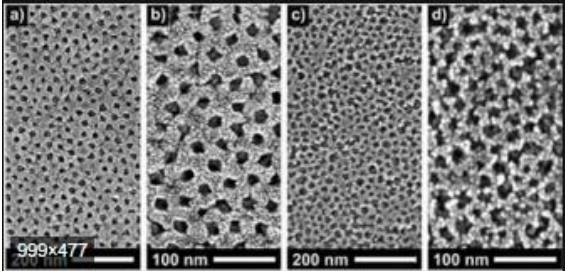
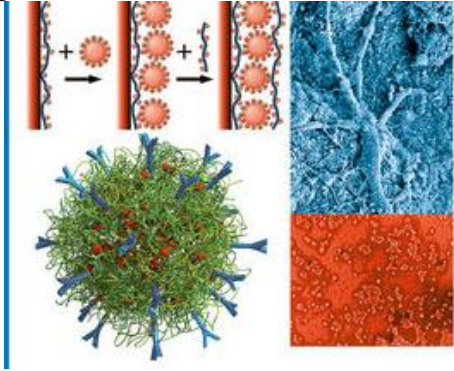
Kvantnuqtalari: elektronlarning energiya xolatlarida barcha uchta kenglik o‘lchamlarida aniqlanadigan 0D nanostrukturalar; ularning elektron xossalari klasterlar

Kvantnuqtalari nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning!

	va yarimoʻtkazgichlar orasida boʻladi	
18.	<p>Buckminster fullerene: a spherical molecule with the formula C_{60}, named in homage to Richard Buckminster Fuller, due to its resemblance to the geodesic dome designed by him; Buckminster fullerene is the first fullerene molecule to be discovered and is also the most common in terms of natural occurrence, as it can be found in small quantities in soot</p>  <p>Bakminster - fulleren: Richard Bakminster Fulleren tomonidan loyihalashtirilgan geodezik gumbazga oʻxshashi tufayli uning sharafiga nomlangan S_{60} formulali doirasimon molekula; Bakminsterfulleren – fullerenning dastlabki topilgan molekulasi hisoblanadi, shu bilan birga qurumda oz miqdorda topilishi mumkin boʻlganligi uchun tabiiy xosil boʻlishi nuqtai nazaridan eng koʻp tarqalgan hisoblanadi.</p>	<p>Bakminster – fulleren qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan?</p>
19.	<p>Magic number: a critical number of atoms in a cluster size providing it higher structural and potential stability</p>  <p>Magikson: anchagina yuqori boʻlgan strukturaviy va potensial turgʻunlikni taʼminlovchi klasterdagi atomlarning kritik soni</p>	<p>Magikson tushuntiring? Atom tuzilishining foydalaning!</p>
20.	<p>Carbon nanotube (CNT): an allotrope of carbon with cylindrical nanostructure and having high aspect ratios;</p>	<p>Uglerodli nanotrubkanin</p>

	<p>their unusual electronic and magnetic properties find wide applications</p>  <p>Uglerodli nanotrubka (CNT): tasvir formatining yuqori o'zgartirilib turishli silindrsimon nanostrukturali uglerodning allotropik shakli; ularning o'zgacha bo'lgan elektron va magnit xossalari keng qo'llaniladi.</p>	<p>g sinflanishining tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>21.</p>	<p>Nanofibre: fibres with diameter less than 100 nm</p>  <p>Hanotolalar: 100 nm dan kichik bo'lgan diametrlil tolalar</p>	<p>Hanotolalarnin g asosiy xossalarning tushuntiring?</p>
<p>22.</p>	<p>Nanoshells: a thin coating over a core object a few tens of nanometres in diameter</p>  <p>Hanoqobiqlar: diametri bir necha o'nlikdagi nanometrda bo'lgan obyekt yadrosi ustidagi yupqa qobiq</p>	<p>Hanoqobiqlar qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan? Rasmdan foydalaning!</p>
<p>23.</p>	<p>Nanowires: 1D nanostructures with width of nanometric dimensions and exhibiting aspect ratios of 1000 or more</p> 	<p>Hanosimlar nima uchun kerak?</p>

	<p>Hanosimlar: nanometr o'lchamli kenglikdagi va geometrik o'lchamlarining nisbati 1000 va undan yuqori bo'lgan 1D nanostrukturalar</p>	
24.	<p>Nanomaterial: class of materials in which at least one of the dimensions is on the nanoscale (<100 nm)</p>  <p>Hanomaterial: biron bir o'zgarishi nano darajada (<100 nm) bo'lgan materiallarning sinfi</p>	<p>Hanomateriallarning qanday sinflanishi bor?</p>
25.	<p>Nanorods: 3D nanostructures with aspect ratio typically in the range of 3–5; all their dimensions are in the range 1–100 nm</p>  <p>Hanosterjlar: yoqlarining nisbati 3-5 diapazonida bo'lgan 3D nanostrukturalar; ularning barcha o'lchamlari 1-100 nm diapazonida bo'ladi</p>	<p>Hanosterjlar qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan?</p>
26.	<p>Whiskers: thin fibrous growth of a dislocation free crystal</p>  <p>Viskerlar: erkindislokasiyalanadigan kristallning nozik tolali o'sishi</p>	<p>Viskerlar nima uchun kerak?</p>
27.	<p>Thin films: atomically engineered layers with film thickness usually in the range of nanometers to a maximum of a few microns</p> 	<p>Yupqa plenkalarning asosiy xossalarning tushuntirish? Rasmdan foydalaning!</p>

	Yupqa plenklar: atomar konstruksiyalangan qavatlar nanometrda maksimum bir necha mikrongacha bo'lgan diapazonda bo'lgan qalinlikdagi plenklar	
28.	<p>Mesoporous: porous materials with regularly arranged, uniform mesopores (2–50 nm in diameter); their large surface areas make them useful as adsorbents or catalysts</p>  <p>Mezog'ovakli: bir me'yorda ber tekis joylashgan mezog'ovakli (diametri 2-50 nm) g'ovaksimon materiallar; yuza sirtining kattaligi ularni adsorbent yoki katalizatorlar sifatida foydali qiladi</p>	<p>Mezog'ovakli materiallarning asosiy xossalarni tushuntiring? Rasmdan foydalaning!</p>
29.	<p>Multilayers: thin films of differing chemistry or structure deposited one over the other</p>  <p>Multiqavatlar: bir-biriga joylashtirilgan turli xil kimyoviy tarkibli yoki strukturali yupqa plenklar</p>	<p>Multiqavatlar: nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning!</p>

Hazorat savollari

1. Bug' fazasidan fizikaviy cho'ktirishning (PVD) va bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirish (CVD) ing asosiy prinsipini solishtiring?
2. Issik izostatik preslashning vo tengkanalli burchakli presslashning asosiy prinsipining tushuntiring?
3. Piroliz va uchqunli plazmali pishirishi nima uchun kerak?
4. Mexanik qotishmalashning asosiy prinsipining tushuntiring?
5. Bug'-suyuqlik-qattiq modda usulining asosiy prinsipining tushuntiring?
6. Epitaksiyaning asosiy xossalarning tushuntiring?

7. Kolloid va nanodispersiya qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan?
8. Kvantnuqtalari, bakminster – fulleren, uglerodli nanotrubkaning sinflanishining tushuntiring?
9. Hanotolalarning, nanoqobiqlar, nanosimlar, nanosterjnlr, viskerlar misol keltiring?
10. Yupqa plenkalarning va mezog‘ovakli materiallarning nima uchun kerak?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 153-197

VI.KEYSLAR BANKI

1-keys

Neft to‘kilishi va nanomatolar

British Petroleum (British Petroleum) tashkilotiga qarashli neft platformasidagi portlash tufayli 2010 yil 22-aprelda boshlangan Meksika ko‘rfazidagi neft yoyilishi AQSh tarixidagi eng katta neft to‘kilishi hisoblanadi. May oyining o‘rtalariga kelib ekspertlarning xisoblariga ko‘ra okeanga 60000 barrel neft oqib chiqqan. Ma‘lumki neftning bir tonnasi suv yuzasida yoyilib 12 km² yuzasini qoplaydi; neftning bir barreli 136,4 kg massaga ega; Meksika ko‘rfazining umumiy maydoni taxminan 2,5 mln. km² ega.

Savollar:

- 1) Meksika ko‘rfaziga oqib chiqqan neftning tonnadagi massasi nimaga teng?
- 2) Neft plenikasi bilan qoplanishi mumkin bo‘lgan sirt yuzasini aniqlang?
- 3) Qo‘rfaz umumiy maydonining necha foyiz qismi neft plenikasi bilan qoplanganligini aniqlang?
- 4) Nature Nanotechnology jurnalidagi maqolada e‘lon qilinishicha olimlar, “matoning” og‘irligidan 20 barobar ortiq og‘irlikdagi neftni absorbsiyalash imkoniyatiga ega bo‘lgan nanotolalardan to‘qilgan nanomato

kashf qilishgan. Meksika ko'rfazidagi neft to'kilishini bartaraf etish uchun necha kg nanomatodan ishlab chiqarish zarur?

2-keys

Yupqa qavatli quyosh batareyalarini ishlab chiqarish uchun mikroskop tanlash.

O'zbekistonda bir yilda quyoshli vaqt shimolda 2000 soat, janubda esa 3000 soatdan ko'proq bo'lganligi sababli, O'zbekistonda ko'p yillardan beri quyosh energetikasi sohasida tadqiqotlar olib borilmoqda.

Quyosh energetikasi panellarini ishlab chiqarish sifatini nazorat qilish zamonaviy laboratoriyasiga yuzalarning xajmiy tasvirlarini olish uchun mikroskop xarid qilish zarur. Yupqa plenkalarining yuzasini va yupqa plenkali quyosh batareyalarining nanoqoplamalarining mustaxkamligini nazorat qilish uchun xarid qilinadigan mikroskop turini tanlab oling.

Tanlangan mikroskop yordamida monokristall va polikristall batareyalarni tadqiq qilish mumkinmi?

Keysning yechish uchun quyidagilar talab etiladi:

1) quyosh batareyalari turlari va ishlash prinsiplari to'g'risida ta'surotga ega bo'lish kerak;

2) nanoqoplamalar mustaxkamligining optik va elektron mikroskopiyasining turli xil Ma'lumotlaridan olinishi mumkin bo'lgan axborot turlarini bilish.

Quyosh batareyalarining ishlash prinsipi

Fotoeffektning mazmuni quyosh energiyasini doimiy tokga o'zgartirishga asoslangan. Ba'zi bir moddalarning (misol uchun kremniyning) elektronlari quyosh nurlarining energiyasini yutish qobiliyatiga ega, o'z orbitallarini tashlab yo'naluvchi oqim – fototokni xosil qiladi. Bu effektni xosil qilish uchun maxsus moddalar – r- va n- o'tkazuvchanlikli yarim o'tkazgichlar qo'llaniladi. N- o'tkazuvchanlik moddadagi elektronlarning ortiqcha miqdorini ifodalaydi, r- esa tegishli ravishda ularning yetishmovchiligini ifodalaydi. Fotoelementni xosil qilish uchun, elektron batareyaga o'xshashlikni xosil qiladigan, ikkita yarimo'tkazgich kerak bo'ladi, bunda katod o'rnida n-yarimo'tkazgich anod

oʻrnida esa r-yarimoʻtkazgich boʻladi. Tushayotgan nurlar taʼsirida n-oʻtkazgich (strukturaning tepa qismida joylashgan boʻladi) elektronlari r-qavatga oʻtadi, natijada elektronlarning yoʻnaltirilgan oqimi vujudga keladi. Bu kabi tizim, uning ishlashi kimyoviy taʼsirlashuvga bogʻliq boʻlmaganligi va natijada materialning yemirilishi boʻlmaganligi sababli nixoyatda uzoq vaqt mobaynida ishlashi mumkin.

Quyosh fotoelementlari

Kremniyning keng tarqalganligi va ishlab chiqarish jarayoni katta xarajat talab etmasligi sababli hozirgi kunda quyosh elementlari kremniy asosida ishlab chiqariladi. Kremniyga turli xil turdagi oʻtkazuvchanlik qobiliyatini berish uchun turli xil aralashmalarni qoʻllashadi. Misol uchun, elektronlarning ortiqcha miqdori bor kiritilishi natijasida, yetishmovchiligi esa mishyakning kiritilishi natijasida erishiladi. Shuningdek arsenid, galliy, kadmiy va boshqalar qoʻllaniladi. Oʻtkazuvchanlikni shakllantirish bilan bir qatorda aralashmalarning qoʻshilishi kremniy asosidagi batareyalarning samaradorligini oshishiga olib keladi, ularning FIK (KPD) oʻrtacha 20% ga teng.

Xozirgi kunda, yuqorisamarador va iqtisodiy foydali quyosh batareyalarini olishga yoʻnaltirilgan bu soxadagi faol tadqiqotlar olib borilmoqda.

Quyosh batareyalarining turlari

Kremniy asosida fotopanellarning u turi ishlab chiqariladi:

- Monokristallardan. Ularni ishlab chiqarish uchun bir turdagi strukturali monokristallar oʻstiriladi. Hatijada bunday fotoyacheykalar bir tekki meʼyorli yuzasi bilan farqlanadi, buning oqibatida quyosh nurlarini yaxshiroq yutadi, yuqori FIK (KPD) ga ega, biroq narxi qimmatroq boʻladi.

- Polikristall yacheykalar notekki, polikristall strukturaga ega boʻlib, nur yutish qobiliyati monoyacheykalardan bir necha barobar pastroq boʻladi, chunki notekki yuzasi nurlarning bir qismini qaytaradi.

- Yupqa qavatli quyosh batareyalar kristalsimondir. Biroq ular egiluvchan yacheykalar koʻrinishida ishlab chiqariladi. Ularni qiyshiq yuzalarda oʻrnatish

mumkin bo‘ladi. Bu batareyalarni ishlab chiqarish arzon, quvvat birligiga kristallsimonlarga nisbatan(taxminan 2,5 marotaba) ko‘proq yuzani egallaydi.

Yupqaqavatli quyosh batareyasi yarimo‘tkazuvchan birikmani egiluvchan (odatda - polimer) taglikka purkash natijasida xosil bo‘ladi. Dastavval yarimo‘tkazgich sifatida faqatgina amorf kremniy qo‘llanilgan, biroq bunda olingan fotoelementlarning ishlab chiqarish quvvati nixoyatda kichik bo‘lgan (atigi 4 – 5 %). Xozirgi kunda mis-galliy-indiy selenid asosidagi plenkalar istiqbolli xisoblanadi. Mis-indiy-galliyli batareyalarining FIK (KPD) 20%gacha yetishi mumkin. Biroq xozircha bu kabi elementlarning yupqa quyosh plenkari bozorida o‘rni unchalik katta emas (taxminan 2%). Kadmiy tellurid asosidagi plenkalar kengroq tarqalgan (taxminan 18%, FIK (KPD) 16% gacha). Amorf-kremniyli batareyalarga bo‘lgan talab yuqori. Ularning FIK (KPD) 10%gacha oshirish imkoniyati tug‘ilgan.

Mantiqiy ketma-ketlikni tuzish kerak:

Hamuna turi (yupqa plenkalar) -----

Mikroskop turi (elektron yeki optik) -----

Mikroskop imkoniyati (mikro yeki nanometr chegarasi?) -----

Hamunani tasvirlash shartlari (vakuum yeki vakuumsiz, yassi yeki 3D-tasvir, atom monipulyatori yeki nanointender?) -----

AFM -----

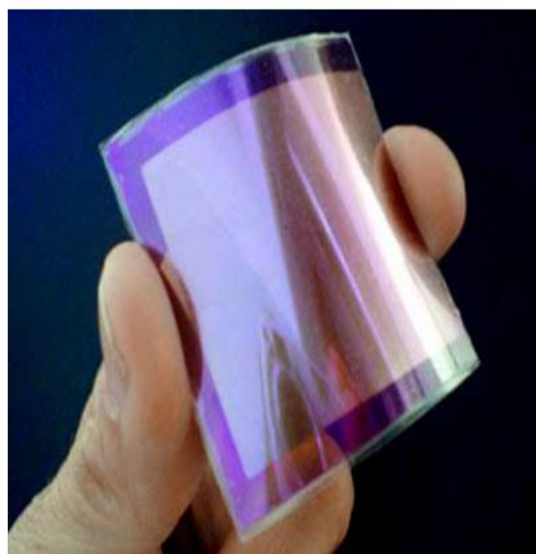


TABLE 3.1 Chart of Microscopy and Type of Information Generated

Microscopy	Resolution Limit	Characteristics
Light microscopy	~0.2 μm	Samples can be imaged in liquid or air. Resolution is limited by the wavelength of visible light.
Fluorescent microscopy	~0.2 μm	Samples can be imaged in liquid or air. Fluorescence labeling is a well-developed technique that can be used to localize molecular components.
Confocal microscopy	Micrometer level	Confocal scanning microscopy enables three-dimensional studies of biological objects. Resolution techniques that break the optical resolution barrier are becoming available.
Field emission scanning electron microscopy (FE-SEM)	Nanometer level	For FE-SEM imaging, the sample is placed in a vacuum. Sample coating may be needed, as the technique generally requires an electron-conductive sample. The electron beam is used to probe the surface, and techniques for heavy metal labeling of surface molecules are often used.
Transmission electron microscopy (TEM)	Nanometer level	Image contrast depends on impeding electrons as they pass through the sample, usually by heavy metal staining. Operates under vacuum with resolution depending primarily on image contrast through staining. New advances allow imaging samples in a liquid cell.
Scanning tunneling microscopy (STM)	Nanometer level	Allows a relatively flat surface to be imaged by rastering a biased-atomically sharp needle point over a conducting (or semiconducting) surface. Samples can be imaged in ambient conditions and inside various electrolytes. STM can provide images down to atomic and molecular resolution as well as provide 3-dimensional visualization of the surface. Atomic manipulation of atoms and molecules can be achieved with an STM to create novel nanostructures.
Atomic force microscopy (AFM)	Nanometer level	Imaging is accomplished by monitoring the position of a sharpened tip attached to a microcantilever as it is scanned over a sample surface. Samples can be imaged in liquid or air with nanometer resolution at atmospheric pressure enabling dynamic studies. AFM provides three-dimensional surface visualization and measurement of nanomechanical properties of the sample.

3-KEYS

Hanozarrachalar va rang effektlari

Qadimiy katolik cherkovlaridagi rangli vitrajlar va Britaniya muzeyida saqlanayotgan Likurg qadahi noyob sanʼat namunalaridan xisoblanadi. Oltin va kumushning nanooʻlchamli zarrachalari kukuni qoʻshilgan shishadan yasalgan qadah qaytarilgan nurda yashil tusga, singib oʻtuvchi nurda esa qizil tusga kiradi. Xozirgi kunda bu kabi sanʼat namunalarini qaytadan yasash mumkin-mi, yeki ustalarning sirlari izsiz yoʻqolganmi?

Amerikalik fiziklar, IV asrning boshlarida rimliklar ishlatgan rangli shishani olish texnologiyasini kimyoviy sensorlar va kasalliklarni aniqlashda – diagnostikasida qoʻllashni taklif qilishgan. Mualliflar tomonidan kashf qilingan kimyoviy sensorlar taxminan milliard nanooʻlchamli teshiklar qilingan plastik plastinadan tashkil topgan. Xar bir teshikning devorchalari oltin va kumushning nanozarrachalarini oʻzida saqlab ularning yuza elektronlari deteksiya jarayenida markaziy rolni oʻynaydi.

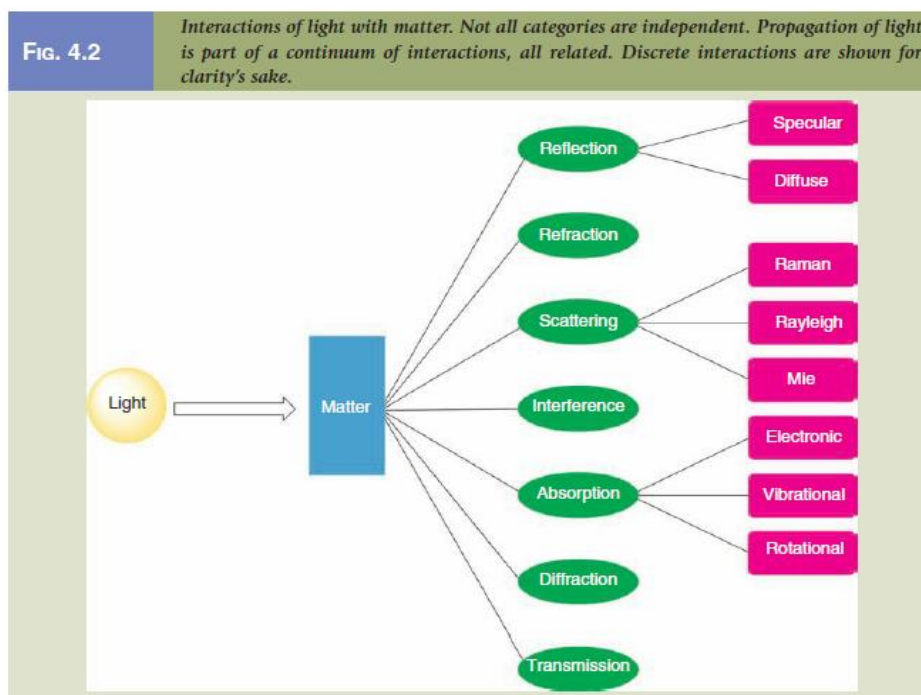
Keysni yechish uchun axborot turlarini va quyidagi savollarga javoblarni bilish talab etiladi:

Hur energiyasi va to‘lqin uzunligi qanday bog‘langan?

Qanday nurning chastotasi yuqoriroq: qizil yoki binafsha?

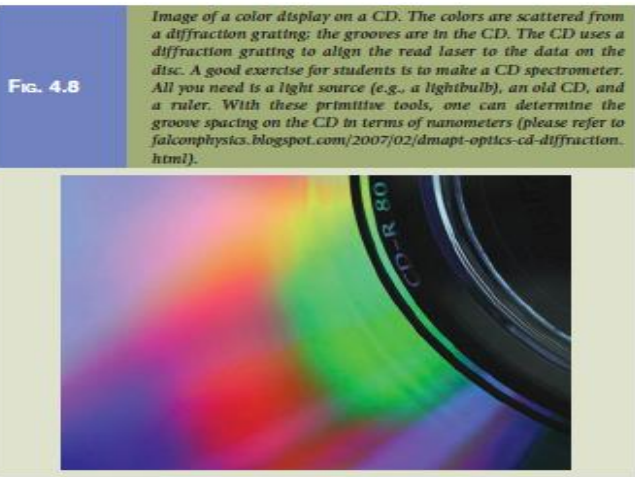
Qanday optik xodisalar sizga Ma’lum?

Materialdagi rang effektlari va zarrachalarning o‘lchami qanday bog‘langan?



Interferensiya. Suv va sirt faol moddalarning pufakchalari sirtidagi rang pufakchaning qalinligiga bog‘liq. Anodlangan titandan ishlangan zargarlik buyumlari odatda turli xil qalinlikdagi oksidlangan qavat tufayli yorqin ranlarni namoyon qiladi – bronza ($L \approx 300$ nm), ko‘k ($L \approx 400$ nm), sariq ($L \approx 600$ nm), vaqipqizil ($L \approx 700$ nm).

Difraksiya. Difraksion rang tasvirning eng yorqin misoli bo‘lib kompakt-disk xisoblanadi.



for the plasmon resonance. They are, with their protecting ligand shell, around 4 nm in diameter. The color is a ruby red with λ_{max} at ca. 520 nm.

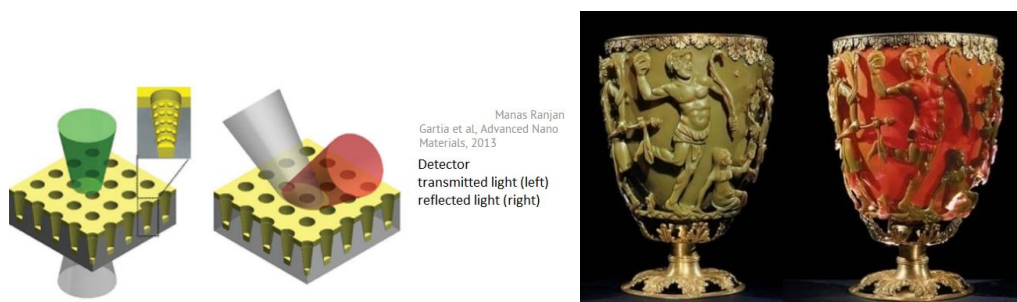
Color Due to Quantum Fluorescence. Semiconductor quantum dots are known for their intense fluorescent colors. Although made of exactly the same material, different colors are generated due simply to the difference in size of the quantum dots (QDs) (Fig. 4.9).

Tarqatish - tarqoqlik. Turli xil o'lchamli zarrachalarning va turli xil to'liqin uzunliklarining kombinatsiyasi. Osmon ko'k tusda ko'rinadi, chunki qisqa to'liqinlar molekulalar bilan tarqoqlantiriladi. Osmon qizil rangda xam bo'ladi, chunki uzun to'liqinlar (misol uchun qizillari) kattaroq zarrachalar bilan tarqoqlashtiriladi.

Yuzaki plazmon. Biron bir moddaning tirqish ichida bog'lanishida nanozarrachalarning yuzasidagi plazmonlarning (metaldagi erkin elektronlarning ikkilanishini qaytaruvchi kvazizarracha) rezonans chastotasi o'zgaradi, bu o'z navbatida plastinkadan o'tuvchi to'liqin uzunligini o'zgarishiga olib keladi. Bu usul yuzaki plazmonli rezonansga (SPR) o'xshaydi, biroq undan farqli o'laroq, nurning to'liqin uzunligini anchagina salmoqliroq siljishiga olib keladi – taxminan 200 nanometr. Bunday signalga ishla berish murakkab uskunalarni talab etmaydi, shuning uchun moddalarning bog'lanishini qurollanmagan ko'z bilan xam detektirlash mumkin.

Amerikalik olimlar tomonidan ishlab chiqilgan sensorlarning turli xil moddalarga nisbatan sezuvchanligini teshiklar yuzalarida o'ziga xos antitelalarning immobilizatsiyasi bilan ta'minlanadi. Olimlarning so'ziga ko'ra kimyoviy detektorning tuzilishi Britaniya muzeyida saqlanayotgan rimning Likurg qadahining noyob xossalari tomonidan aytib berilgan. Qadah shishasining tarkibidagi metall nanozarrachalari nurning tushish burchagiga

bog‘liq ravishda uning to‘lqin uzunligini o‘zgartiradi. Shundan kelib chiqqan xolda mualliflar qurilmani “nanoo‘lchamli likurg qadahlari matritsa si” deb nomlashgan (nanoscale Lycurgus cup arrays – nanoLCA).



Fluorensensiya. Kvant nuqtalari hayrotomuz xossalarga ega: ularning o‘lchamiga bog‘liq ravishda turli xil ranglarni taratishi mumkin. Idishchalar turli o‘lchamlardagi nanozarrachalar eritmalari bilan (geptandagi olein kislotasi bilan qoplangan kadmiy selenidining kvant nuqtalari kolloid eritmasi) to‘ldirilgan. Bu suspenziyalarni ko‘zga ko‘rinmaydigan ultrabinafsha diapazonidagi nur bilan nurlantirish natijasida nur sochishga undash mumkin. Bu zarrachalardan taralayotgan nurning chastotasi zarrachalarning o‘lchamlari o‘sishi bilan kamayadi.

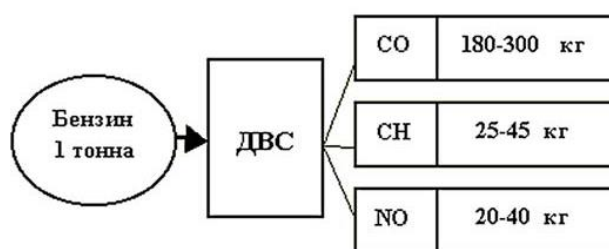
4-KEYS

Hanomateriallar va ekologiya

Nanozarrachalar yuqori kimyoviy faollikka ega bo‘lib ajoyib katalizatorlar xisoblanadi. Bunday xolatning asosiy sababi nanozarrachalarning yuzasida joylashgan atomlar bilan bog‘liq. Bu atomlar boshqa atomlar bilan kuchsizroq bog‘langanligi sababli qo‘shimcha energiyaga ega.

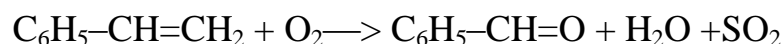
Ma‘lumki, avtomobillar atrof muhitga va inson salomatligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Shunday qilib ichki yonish dvigatellarning chiqindi gazlarida kuyindi gaz (CO), siklik aromatik uglevodorodlar (CH), azot(II) oksidi (NO) (tasvirga qara) lar topilgan.

Ichki yonish dvigatellarning chiqindi gazlari



Avtomobillarning chiqindi gazlarini katalitik oksidlash qurilmalarida atmosferaga chiqarilayotgan zararli chiqindilarni kamaytirish maqsadida platina qo'llanilishi mumkin. Platina uglerod (II) oksidini uglerod (IV) oksidiga aylantirish imkoniyatini beradi. Hanozarrachalar ko'rinishida bo'lgan platina o'zining katalitik xossalarini yanada kuchliroq namoyon etadi.

TiO₂ yuzasiga qoplangan 55 atomlarni (diametri 1,4 nm) o'zida saqlovchi oltin nanoklasterlari stirolni xavo kislorodi bilan benzaldegidgacha tanlovchanlik asosida oksidlovchi katalizator sifatida xizmat qiladi (*Nature*, 2008):



Qiziqarlisi shundaki, 2 nm dan yuqori o'lchamdagi diametrli zarrachalar, shu bilan birga oddiy oltin xam xech qanday katalitik faollikni namoyon etmaydi.

Savollar:

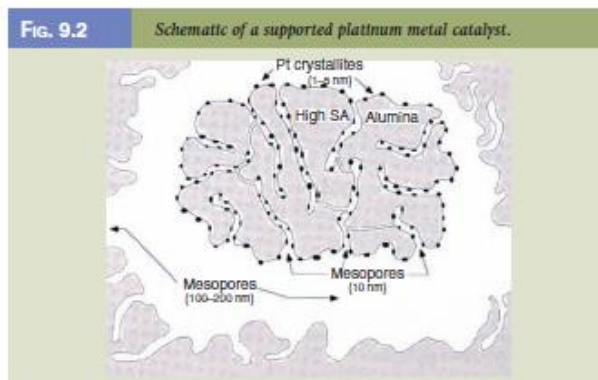
1) Uglerod (II) oksidini uglerod (IV) oksidiga aylantirish tenglamasini tuzing. Bu jarayonni amalga oshishi uchun platinadan tashqari nima kerak bo'ladi?

2) To'liq bitta bak (40 l) A-92 markali benzinning (benzinning zichligi 0,75 g/sm³) yonishidan xosil bo'ladigan zararli chiqindilarning massalari diapazonini xisoblang.

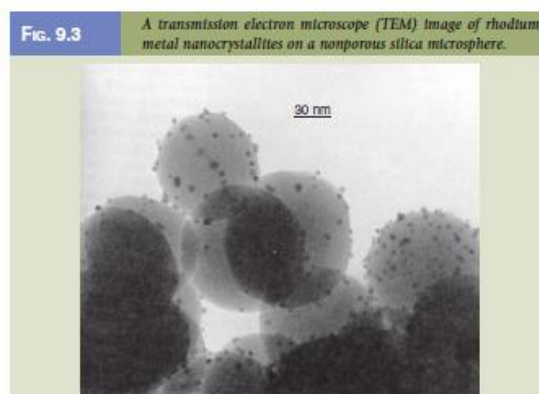
3) 3,5 sm³ metalldan qancha Pt₂₀tarkibli nanozarrachalarni olish mumkin bo'ladi? (platining zichligi 21,45 g/sm³).

4) Qanday qilib ixchamlik bilan kimyoviy reaktorda nanozarrachalarni joylashtirish mumkin bo'ladi?

Javoblar: 1) SO – 5,4 kg dan 9 kg gacha; SH – 0,75 kg dan 1,35 kg gacha; NO 0,6 kg dan 1,2 kg gacha 2) 1,16.1022



Source: R. Farrauto and C. Bartholomew, *Fundamentals of Industrial catalytic processes*, John Wiley & Sons, (2006). With permission.



Source: S. Chakraborti, A. K. Dey, and N. J. Long, *Journal of Catalysis*, 108, 444-451 (1987). With permission.

5-KEYS

O‘zbekistondagi nanotexnologiyalar asosidagi to‘qimachilik maxsulotlari

Kundalik ishlatish uchun bakterisid to‘qimachilik maxsuloti sertifikatlash va ommaviy ishlab chiqarish bosqichida turibti. Ishlab chiqarish texnologiyasi O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining Polimerlar fizikasi va kimyosi institutida ishlab chiqarilgan.

Xozirgi kunda kumushning nanozarrachalari asosidagi ko‘p miqdordagi nanomateriallar ishlab chiqarilgan. Xozirda kumush nanozarrachali tish shetkalar va tish pastalari ishlab chiqarilmoqda, ular turli xil infeksiyalardan ximoya qiladi. Kumushning nanozarrachalari oz miqdorda kosmetika maxsulotlariga xam qo‘shilib kelinmoqda, ularning ta‘sirida yalliqlanishning oldi olinadi va yaralarning bitishi tezlashadi. Ko‘pgina qattiq moddalarga (shisha, yog‘och, qog‘oz, keramika, metallarning oksidlari va boshq.) surtilishidan so‘ng xam nanozarrachalar uzoq vaqt o‘zining bakterisid xususiyatlarini saqlab qoladi. Bu xolat yuqorisamarador uzoq vaqt ta‘sir etuvchi dezinfeksiyalovchi aerzollarni ishlab chiqarish imkoniyatini beradi. Agarda binolarning yuzalariga surtiladigan lok-bo‘yoq maxsulotlariga kumushning

nanozarrachalari qo‘shilsa bu maxsulotlar bilan bo‘yalgan devor va shiplarda patogen mikroorganizmlarning yashashi mumkin bo‘lmaydi. Suvni tozalash filtrlaridagi ko‘mirlarga kumushning nanozarrachalarining qo‘shilishi bunday filtrlarning xizmat muddatini uzaytiradi va tozalanayotgan suvning biologik tozaligi ortadi.

Nanozarrachalar nafaqat foyda balki zarar xam yetkazishlari mumkin. Kumushning nanozarrachalari inyeksiya sifatida sichqonlarning organizmiga kiritilganida toksik ta‘siri ko‘rsatilgan bo‘lib, shu miqdordagi kumush ionlari kiritilganida esa o‘limga olib kelmagan.

O‘zbekistonda yangi maxsulotni “Policotton-patrokl” MChJ “SilverteX” savdo markasi ostida taqdim etadi. Assortimentda nanotexnologiyalar qo‘llanilgan xolda kumush bilan ishlov berilgan – noskilar, ichki kiyimlar, yotoq to‘qimachilik maxsulotlari. «SilverteX» noskilari to‘liq maxalliy xom ashyolardan ishlab chiqarilgan bo‘lib sintetik maxsulotlarning miqdori minimal darajaga keltirilgan (8%gacha). Kumush bilan maxsus ishlov berilishi yoqimsiz xidni, terlashni, kasallik qo‘zg‘atuvchi zamburug‘larni o‘shishini oldini oladi.

Hima uchun nanozarrachalar bakterisid to‘qimachilik maxsulotlari uchun eng maqbul xisoblanadi?

Keysni yechish uchun axborotlarning turlarini va quyidagi savollarga javoblarni bilish zarur:

Xlorid kislotasi kumush bilan reaksiyaga kirishadimi?

Hima uchun oddiy kumush xlorid kislotasi bilan reaksiyaga kirishmaydi?

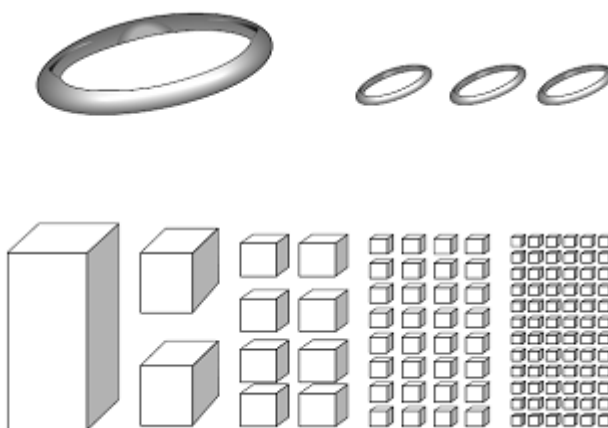
Hima uchun kumush nanozarrachalari xlorid kislotasi bilan reaksiyaga kirishadi?

Kumushning Ag₅ nanozarrachalari va xlorid kislotasi bilan o‘zaro ta‘sirlashuv tenglamasini tuzing?

Kumush nanozarrachalarining qo‘llanilishi qanchalik darajada xavfsiz xisoblanadi?

Ma‘lumki kumush inson organizmi uchun eng kuchli antiseptik xisoblanadi, u 700 dan ortiq kassalik qo‘zg‘atuvchi mikroorganizmlarni, zamburug‘larni, bakteriyalarni, viruslarni o‘ldiradi. Aniqlanganki

nanozarrachalar yuqori reaksiya xossalarga ega bo'lib oddiy moddalar reaksiyaga kirishmaydigan jarayonlarda qatnashishi mumkin. Oddiy kumush bilan xlorid kislotasi reaksiyaga kirishmaydi. Biroq kumushning nanozarrachalari xlorid kislotasi bilan reaksiyaga kirishib vodorodning ajralishiga sabab bo'ladi. Nanozarrachalarning bunday xolati yuzga effekti tufayli vujudga keladi. Gap shundaki mayda zarrachada yuzada joylashgan atomlarning miqdoriy kismi ortadi. Bu atomlarda uzilgan bog'lanishlar mavjud bo'lib, ular nisbatan yuqori energiya va faollikka ega bo'ladi.



Decreasing of ring to nanoscale leads to color change (left), depletion of metal to nanopieces leads to great surface active area

6-KEYS

Toshkent shaxrida joylashgan “Kompozit” qo‘shma korxonasida shisha tolalar turiga mansub bo‘lgan bazalt tolasi ishlab chiqarilmoqda. Ishlab chiqarilayotgan bazalt tolasi ancha arzon va turli ko‘rinishda ishlab chiqariladi: uzluksiz iplar - alohida tolalardan iborat; roving - parallel iplardan tashkil topgan; qisqa tolalar – ipdan yoki 5-50 mmli qisqa rovnisadan iborat, bundan tashqari shishatola to‘qima mato yoki to‘qilmagan matlar ko‘rinishida ham ishlab chiqariladi.

Shisha tola yoki bazalt tolasi bilan armirovka qilingan smolalar qurilishda va sanoatda keng qo‘llaniladi. Ular **shishaplastik yoki GRP** deb nomlanadi: boshqa konstruksion materiallar qoplamalari sifatida, yoki yuk tashimaydigan devor panellari, strukturalarning tarkibiy qismlari, deraza ramalari, sisternalar, truba va truboprovodlar sifatida keng qo‘llaniladi. 1960-chi yillardan boshlab lodkalar korpuslari shishaplastikdan ishlab chiqarilmoqda.

Kimyo sanoatida ham shishaplastiklar keng qo‘llaniladi – rezervuarlar,

truboprovod yoki texnologik tanklar sifatida. Bundan tashqari **shishaplastiklar (GRP)** temir yo‘llari, avtomobil transporti, aerokosmik sanoatida ham o‘z o‘rnini topgan.

Ammo namlik shisha tolasining mustahkamligini keskin pasaytiradi. Bundan tashqari shisha tola vaqt davomida charchashga uchraydi: uzoq vaqt davomida doimiy kuchlanish ta‘sir etgan holatda shisha tola tarkibida yoriqlar tez o‘sishi namoyon etishi mumkin. Shuning uchun vaqt o‘tish bilan shisha tolaning mexanik xossalari keskin pasayib boradi, ammo qisqa vaqt davomida mustahkamligi yaxshi xisoblanadi.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlari:

“Kompozit” qo‘shma korxonasida ishlab chiqarish mahsulotlari turlarini kengaytirish maqsadida bazalt (shisha) tolasida yangi mahsulot turlarini taklif eting. Bazalt (shisha)kompozitlarning qo‘llanilish imkoniyatlarini cheklantiruvchi muammolarni aniqlang va ularni yechish yo‘llarini belgilang. Bazalt (shisha) tolali kompozitlarning qo‘llanilish sohalarini taklif eting. Keys yechimini jadval shaklida keltiring:

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo‘llari	Qo‘llanilish imkoniyatlari

7-KEYS

SHATTLE (AQSH) raketa-tashuvchining eshigi va korpusi uglerod tolali/epoksid smola kompozitidan tayyorlangan. Zamonaviy samoletlar, jumladan Boeing 787 (Dreamliner) fyuzelyaji va qanotlari uglerod tolasini / epoksid kompozitlardan tayyorlanib kelmoqda.

Bunday uglerod tolali/organik matritsa li kompozitlar tan narxi qimmatligi bilan ajralib turadi (uglerod tolasini sintez qilish yuqori harorat va bosimlarni talab etadi).

Uglerod tolalari – yuqori mustahkamlik va mexanik xossalarni termik stabiligi bilan harakterlanadi; ular inert sharoitda sintetik organik tolalarni

yuqori haroratda ishlov berish usuli yordamida olinadi (viskoza, poliakrilnitril); dastlabki xom ashyo turiga qarab turli uglerod tolalar olish mumkin: iplar, sim, mato, lenta, voylok.

Hozirgi vaqtda uglerod tolalarning narxi doimiy ravishda pasayib bormoqda, shuning uchun qo‘llanilish sohalari ham kengayib bormoqda. Uglerod tolali kompozitlar texnologik jihozlar - turbina, kompressor, shamol tegirmonlari qanotlari, maxoviklar tayyorlashda; medisinada esa – jihozlar va implantatlar (tizza sustavlari) tayyorlashda qo‘llanilmoqda.

Demak, uglerod tolalari bilan mustahkamlashtirilgan uglerod tola/organik matritsa li kompozit material yuqori fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega.

Ammo uglerod tolalari bilan mustahkamlashtirilgan kompozit kuchli anizotropiyaga egaligi munosabati bilan uning xossalari turli yo‘nalishlarda bir xil emasligi kelib chiqmoqda. Bu esa kompozitning medisina va texnikada qo‘llanilish imkoniyatlarini qisqartirmoqda. Iste‘molchi tomonidan kompozitning anizotropiyasini kamaytirish kerakligi talab etildi.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablarni belgilang (individual va kichik guruhda).
- Kompozitning anizotropiyasini kamaytirish uchun bajariladigan ishlar ketma-ketligini belgilang (juftliklardagi ish). 8-9–ilovalardagi Ma’lumotlardan foydalanishingiz mumkin.

8-KEYS

Shisha taraqqiyoti jamiyat taraqqiyoti bilan uzviy bog‘liq. Uning ko‘p hususiyatlari bor. Ayniqsa – shaffofligi hamda pishiqligidir. Shishadan turli xil uy ro‘zg‘or, bezak buyumlari, texnika asboblari, issiqlik va tovush izolyasion materiallar yasaladi. Shishaning kashf etilishi turli-tuman shakllardagi butilkalar, har hil idishlar, vazalar, stakan, qadahlar qisqasi, turmush uchun zarur buyumlarni ko‘plab ishlab chiqarilishiga olib keldi.

Tabiiy shisha tarixi odamzod tarixidan katta. Vulqon otilishi, zilzila ro‘y berishi, momaqaldiroq gumbirlashi kabi tabiat hodisalari tabiiy shishalar-obsidian va yashin shishalarining hosil bo‘lishiga sababchi bo‘lgan.

Markaziy Osiyo mamlakatlarida ham shishasozlik qadimdan boshlangan. Uning taraqqiy yetgan davri oʻrta asrlarga toʻgʻri keladi. Mashhur ensiklopedist olimlar Abu Rayhon Beruniy, Abu Ali ibn Sino, Abu Bakr Muhammad ibn Zakriyo ar-Roziy asarlarida keltirilgan Maʼlumotlar shishasozlik texnikasi bu yerda qadimgi Misrdagiga nisbatan yuqoriroq saviyada olib borilganligidan dalolat beradi.

Yigirmanchi asr davomida Oʻzbekistonda qator shisha korxonalari qurilib, ishga tushirildi. Shular jumlasiga Toshkent «Oniks» va «ASL OYHA» ishlab chiqarish birlashmasi kabi korxonalar kiradi. Bu korxonalarni ishga tushirish respublika ehtiyojlari uchun kerakli boʻlgan shisha mahsulotlarini (Rasm) arzon va keng tarqalgan mahalliy xom ashyolar asosida ishlab chiqarish imkoniyatini berdi.



Shisha ishlab chiqarishda materiallar ikkita katta guruhga boʻlinadi: shisha hosil qiluvchilar - ular qatoriga oltingugurt, selen, margimush, fosfor, uglerod kabi elementlar; SiO_2 , FyeO_2 , B_2O_3 , P_2O_5 , As_2O_3 , ByeF_2 kabi oksid va birikmalar.

Yakka holda shishasimon holatni hosil qila olmaydigan element, oksid va boshqa birikmalar modifikatorlar deb ataladi. Ularga TiO_2 , TeO_2 , SeO_2 , MoO_3 ,

SoO_3 , Bi_2O_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O kabilar kiradi. Bunday oksid va birikmalar shisha hosil qiluvchilar ishtirokida osongina shishasimon holatni vujudga keltiradi. Ular ishtirokida shixtaning erish temperaturasi pasayadi. Lekin hosil boʻlgan amorf moddaning mexanikaviy va kimyoviy xususiyatlari ham biroz kamayadi.

Shixta tarkibiga kiruvchi komponentlar sonining oshishi shishasozlikda ijobiy rol oʻynaydi. Masalan, $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$, $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, $\text{Me}_m\text{O}_n\text{-P}_2\text{O}_5\text{-V}_2\text{O}_5$ kabi sistemalar asosida shisha oson hosil boʻladi.

Silikat tarkibli sanoat shishalarida SiO_2 , CaO va Na_2O bilan bir qatorda MgO va Al_2O_3 ham qatnashadi. Magniy oksidi shishalarining kristallanishiga boʻlgan layoqatini biroz susaytiradi, alyuminiy oksidi esa ularning kimyoviy turgʻunligini taminlashga xizmat qiladi. Shisha hosil qiluvchi va modifikatorlar ustida A.A. Appen koʻp tadqiqotlar olib borgan.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

Bu keys stadi usulida koʻzlangan maqsad – turli oksidlarning kompozitsion shisha materiallar yaratishdagi rolini oʻrganish.

SiO_2 oksidi mineral sifatida qanday nomlanadi va faqat u asosida yakka tarkibli shisha material olish mumkin-mi?

SiO_2 oksidi asosida yakka tarkibli shisha material ishlab chiqarishdagi muammolarni aniqlang va yechimini taklif eting. Keys yechimini jadval shaklida keltiring:

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yoʻllari

9-keys

Texnika shishasining turi juda koʻp. Uning asosiy mahsulotlari qatoriga quyidagilarni koʻrsatish mumkin:

1. Kvars shishasi - shaffof va boʻgʻiq boʻladi. Kvars shishasini ishlab chiqarishda formulasi SiO_2 toʻgʻri keladigan yuqori darajadagi toza togʻ billuri yoki Kvars qumlaridan foydalanadi. Albatta, ular ogʻir temirli minerallar, dala

shpati, slyuda va tuproqdan tozalanishi zarur. Hatijada boyigan tog‘ jinsining kimyoviy tarkibi SiO_2 foydasiga o‘zgaradi va maydalangan zarrachalarning granulometrik tarkibi tuzatiladi. Ishlab chiqarishda qo‘llanilayotgan xom-ashyo tarkibi quyidagicha bo‘ladi: SiO_2 99.6-99.7; R_2O_3 - 0.15-0.30, shu jumladan Fye_2O_3 0.002-0.003; CaO 0.05-0.08; MgO 0.03-0.05; R_2O 0.01-0.02 va qizdirilgandagi yo‘qotish 0.05-0.08%. Kvars shishasi o‘ta yuqori termik va elektr bardoshligi bilan ajralib turadi.

2. Optika shishasi – optika asboblarida qo‘llanadigan kron, flint va boshqalar. Yengil kronlar - SiO_2 – 50-80 %, B_2O_3 – 10%, K_2O – 20% (bazalari 12 % F). Kronlar – bor-silikatli shishalar, ogir kronlar esa bor-kremniy va bariy oksidlari asosida sintez qilinadi.

3. Elektr vakuum va elektronika shishasi –radioelektronika sohasida zamonaviy asbob-uskunakarda keng qo‘llaniladi. Asosan alyuminiy-bor-silikat sistemalar asosida ishlab chiqariladi. Yuqori texnologik va eksplutasion hossalari ega – kimyoviy bardoshligi, mexanik mustahkamligi, termik bardoshligi, yuqori dielektrik hossalari va vakuumga chidamligi. Elektron texnikasida B_2O_3 - PbO - ZnO , B_2O_3 - Al_2O_3 - ZnO , As-Fye-Sye sistemasidagi shishalar (sitallosementlar) ham keng qo‘llaniladi. 4. Kimyoviy - laboratoriya shishasi - yupqa va yog‘on shishalar, laboratoriya va ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi: kimyo, oziq-ovqat, medisina, farmasevtikada, laboratoriya va sanoat asboblarida va h. Bu turdagi shishalar turli reagentlar ta‘siriga kimyoviy bardoshligi, yuqori termik bardoshligi bilan ajralib turadi.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- Kvars shishasini tara mahsulotlar (butilka va shisha bankalar) ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkin-mi? Sabablarini keltiring.

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo‘llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo‘llari

KEYS 5

10-KEYS

Turli yog'ochlardan olingan yelimlangan materiallar turlicha fizik-mexanik xossalarni namoyon qiladi. O'zbekiston sharoitida qaysi yelimlangan yog'och materialini ishlab chiqarish har taraflama foydali?

Кейси бажариш босқичлари ва топшириқлар:



VII. GLOSSARIY

Tayanch soʻz	Oʻzbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
<i>Kompozitsion material</i>	Ishlab chiqarilgan, ikki yoki koʻproq fizikaviy va/yoki kimyoviy har xil boʻlgan, matritsa (interfeys) ichida tartibli joylashgan fazalardan tashkil topgan material.	It is manufactured, it consists of two or more physically and/or chemically distinct, suitably arranged or distributed phases with an interface separating them.
<i>Matritsa, interfeys</i>	Kompozitsion materialning bir butunligini taʼminlovchi bogʻlovchi komponent	The binding material ensuring the integrity of the structure
<i>Matritsa materiallari</i>	Metall, keramika, polimer	Metal, ceramics, polymer
<i>Bogʻlovchi materialning vazifasi</i>	Mahsulotga Maʼlum geometrik shakl berib, kuchlanishlarni hajm boʻyicha bir xil taqsimlanishini taʼminlaydi va Maʼlum mexanik xossani shakllantiradi, hamda armatura yoki qoʻshimchalarni tashqi muhitdan saqlaydi.	Gives the material the necessary geometric shape, distributes the load evenly throughout the volume, keeps the armature or fillers from the effects of the environment
<i>Kompozitning mustahkamligini oshiradigan komponent</i>	Mustaxkamlashtiruvchi komponent, armirovka materiali, armatura	reinforcement material, reinforcement
<i>Hol-oʻlchamli qoʻshimchalar</i>	Ulchami uch yoʻnalishda kichik boʻlgan qoʻshimchalar - qum, mayda (kukun) donachalarga ega boʻlgan metallar, fosfatlar, shisha va loysimon mikrosfera shakldagi materiallar.	The dimensions of the reinforcing additive is very small in all 3 directions – the particles of sand, metal powders, phosphates, glasses, materials with forms of clay microspheres
<i>Biroʻlchamli qoʻshimchalar</i>	Tolasimon toʻldiruvchilar, armatura elementlari, kalta tolali tabiiy materiallar -asbest, oʻsimlik materiallari, tolasimon kristallar (alyuminiy nitrid, berilliy oksidi, bor karbidi, kremniy nitridi), uzun tolali har xil organik birikmalar.	Fiber shaped elements, fittings, short natural fiber materials-asbestos, plant materials, fiber-shaped crystals (aluminum nitride, berilliy oxide, boron carbide, and silicon nitride), different length

		fiber of organic compounds.
<i>Ikki o'lchamli to'ldiruvchilar</i>	Lentalar, matolar, matlar, to'rsimon elementlar.	Tapes, mats, fabrics, nets elements.
<i>Izotrop kompozitsion material</i>	Materiallarning xossalari hamma yo'nalishda bir xil bulishi kerak.	Material properties in all directions are the same.
<i>Izotrop kompozitlardagi mustaklashtiruvchi komponent</i>	Dispers holdagi mustahkamlashtiruvchi komponentlar: mikro- va nanozarrachalar.	Dispersed reinforcing components: micro-and nanopowders.
<i>Anizotrop kompozitsion material</i>	Materiallarning turli yo'nalishlardagi xossalari farq qiladi.	Material properties in all directions different
<i>Anizotrop kompozitlardagi mustaklashtiruvchi komponent</i>	Armatura sifatida tolalar, plastinkalar, matolar, to'rlar Ma'lum yo'nalishda joylashtirilgan bo'ladi.	As reinforcement in a particular order fibers, plates, fabrics, nets are arranged
<i>Poliarmirovka qilingan kompozitlar.</i>	Ikki va undan ko'p turdagi mutaxkamlashtirish to'ldirgichlari qo'llanilgan kompozitsion materiallar.	Composite materials, reinforced by two or more types of reinforcers
<i>Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallar</i>	Matrisa og'irlik va mustahkamlikni ta'minlovchi asosiy element, dispers zarrachalarning ulchamlari 0,01...0,1 mkm	The matrix provides strength and weight, the particle size of 0,01... 0,1 μm
<i>Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallar</i>	Izotrop xususiyatlarga ega material	Isotropic material
<i>Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallarni ishlab chiqarish usullari</i>	Kukun metallurgiya usullari yoki suyuq metall tarkibiga quyish oldidan to'ldirgichlar qo'shish usullari yordamida ishlab chiqariladi.	Powder metallurgical methods, the method of adding additives to liquid metal before casting

<i>Kuydirilgan alyuminiy kukuni (SAP)</i>	Alyuminiy matritsa si va 18% gacha alyuminiy oksidi zarrachalaridan iborat bo‘ladi	Consists of a matrix of aluminum with additions of up to 18% of particles of aluminum oxide
<i>Hikel asosida tayyorlangan kompozitlar</i>	Matritsa sifatida nikel va uning xrom bilan qotishmalari qo‘llaniladi (xromning miqdori - 20% gacha), mustahkamlashtirish komponentlari - toriy va gafniy oksidlari.	As the matrix involved Nickel and its chromium alloy (chromium content up to 20%), reinforcing components – thorium and hafnium oxides
<i>Bor tolalari</i>	Yuqori mustahkamlik, qattqlik, yuqori haroratda buzilishga chidamli; 70...200 mkm diametriga ega; ular metallik va polimer matritsa lani armirovka qilish uchun qo‘llaniladi	Have high strength, hardness, are not destroyed at high temperature, diameter 70...2000 μm, are used for reinforcement of metal and polymer matrix
<i>Uglerod tolalari</i>	Yuqori mustahkamlikga ega, mexanik xossalari termik barqaror; alyuminiy va magniyni armirovka qilish uchun qo‘llaniladi;	Have high strength, mechanical properties resistant to the temperatures; used for the reinforcement of aluminum and magnesium
<i>Keramik tolalar</i>	Oksid, nitrid, karbidlar asosida tayyorlanadi, yuqori qattqlik, mustahkamlik va termik barqarorlikga ega; alyuminiy va magniyni armirovka qilish uchun qo‘llaniladi	Are made of oxides, nitrides, carbides; have high hardness, strength and heat resistance; used for the reinforcement of aluminum and magnesium
<i>Shishatola</i>	Mustahkamlik, termik bardoshlik, dielektrik xossalarga va past issiklik o‘tkazuvchanlikga ega; issiqlik izolyasiya materiallar, konstruksion materiallar ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.	Have strength, heat resistance, dielectric properties and low thermal conductivity, used in the manufacture of insulating and structural materials
<i>“Ye –glass” (E-shisha)</i>	Elektrik tolalar belgilanadi, E-shisha yaxshi elektr izolyator, yaxshi mexanik va elastiklik moduliga ega	Electric fiber, E-glass is a good insulator, has good mechanical elastic properties

“S –glass” (S-shisha)	Korroziya turdagi tolalar belgilanadi, S-shisha yuqori kimyoviy korroziyaga bardoshligi bilan tavsiflanadi;	Corrosion fiber, S-glass has high chemical resistance
“S –glass” (S-shisha)	Eng yuqori termik va olovbardoshlikga ega shishalar	Have the highest temperature resistance and refractoriness
Kevlar-29 aramid tolasi	Kanatlar, kabellar, qoplamali matolar, arxitektura matolari va ballistik himoya matolari - bronejiletlar ishlab chiqarishda qo‘llaniladi	Used in the manufacture of ropes, cables, protection fabrics, architectural fabrics and fabrics for ballistic protection of body - armor
Getinaks	Qatlamli kompozit, tarkibida qog‘oz va smola mavjud (fenoloformaldegid yoki b.).	Layered composite, composed of paper and resin(phenol formaldehyde, etc.)
Yog‘och-qatlamli plastiklar (DSP)	Fenoloformaldegid va krezoloformaldegid smola matritsa si/yog‘och shponidan iboratdir.	Consists of phenolformaldehyde and cresol formaldehyde resin/veneer
Matrisa	Materialning butun jaxmi bo‘yicha uzluksiz joylashgan komponent ataladi.	Component located continuously throughout the volume of the material
Armirovka komponentlari	Konstruksion kompozitlarda asosan kerakli mexanik xususiyatlarni (mustahkamlik, qattqlik va b.) ta‘minlaydi	Provide in composite materials the necessary mechanical properties (strength, hardness, etc.)
Termoreaktiv polimerlar	Polimer zanjiri hosil bo‘layotganda qotish reaksiyasi ham sodir bo‘ladi. Bu reaksiyalar maxsus kimyoviy moddalar ta‘sirida, yoki issiqlik va bosim ta‘sirida, yoki monomerlarga elektronlar oqimini ta‘sir etish natijasida sodir bo‘ladi.	During the formation of the polymer chain occurs in the hardening reaction. The hardening reaction can be initiated using the appropriate chemicals or by applying heat and pressure, or by exposure to a monomer to an electron beam.
Termoplastlar	Polimerlar temperatura va bosim ta‘sirida oquvchanlik ega bo‘ladilar va issiqlik ta‘sirida	Polymers that flow when exposed to temperature and pressure, i.e., they

	yumshoq yoki plastik holatga o'tadilar. Xona haroratigacha sovutilganda bunday polimerlar ham qotadi.	soften or become plastic when heated. After cooling to room temperature, the thermoplastic solidifies.
<i>Polimer matritsa li kompozitlar</i>	Tayerlashda asosan poliefir, epoksid yoki fenoloformaldegid bog'lovchilar qo'llaniladi, bular qotgan holatda yetarli mustahkamlikga ega.	For the manufacture of polymer - matrix composites most commonly used polyester, epoxy or phenol-formaldehyde binder, as the most efficient, with reasonably high strength properties in the cured state
<i>Termoplastik polimerlar</i>	Harorat ta'sirida yumshaydigan yoki eriydigan polimerlar, bu turga past va yuqori zichlikdagi polietilen, polistirol va polimetilmetakrilatlar kiradi.	Polymers that soften or melt when heated; examples include polyethylene low and high density, polystyrene and polymethylmethacrylate.
<i>Polimerlarning olovbardoshligi</i>	Qo'yidagilarga bog'liq bo'ladi: olov tarqalish maydoni, yoqilg'ini ta'siri va kislorod indeksi.	Depends on the surface flame spread and penetration of fuel and oxygen index.
<i>Kislorod indeksi (LOI)</i>	Yonish davom etish uchun zarur bo'lgan kislorodning minimal qiymatini belgilaydi.	The minimum amount of oxygen that will support combustion.
<i>Polimer matritsa li kompozitlarda termoplastik matritsa lar</i>	Polipropilen, neylon, termoplastik poliefirlar (PET, PBT) va polikarbonatlar, poliamid imid, polifenilensulfid (PFS), poliarilsulfon (polyarylsulfone) va poliefir-efirketon ketonlardir (PEEK).	Polypropylene, nylon, thermoplastic polyesters (PET, PBT), and polycarbonates, polyamide imide, Polyphenylene sulfide (PPS), polyarylsulfone (polyarylsulfone) and polyester-etherketone ketone (PEEK).
<i>Metallar kristall singoniyalari</i>	Asosan 3 ta kristall singoniyalarda kristallanadi: <ul style="list-style-type: none"> • yonlari markazlashgan kubik (GSK) • hajmi –markazlashgan kubik 	Most often, one of the following three crystalline forms: <ul style="list-style-type: none"> • face-centered cubic

	(OSK) • oltiburchakli zich upakovka qilingan (HCP)	(FCC) • body-centered cubic (BCC) • Hexagonal close-Packed (HCP)
Metall matritsa li kompozitlarning turlari	3 turi mavjud: • Dispers-mustahkamlashtirilgan MMK • qisqa tola va mo'ylovlar bilan armirovka qilingan MMK • uzluksiz tola va listlar bilan armirovka qilingan MMK.	• particle-reinforced MMCs • MMCs reinforced with short fibers or whiskers • MMCs reinforced with continuous fibre or sheet reinforced MMCs
Evtetik kompozitsion materiallar	Evtetik tarkibli kompozitlar, mustahkamlashtiruvchi faza sifatida massa tarkibida yo'naltirilgan kristallizatsiya jarayonlari natijasida hosil bo'lgan kristallar xizmat qiladi.	Alloys of eutectic composition, in which the reinforcing phase are oriented crystals, which are formed by directional solidification.
Shishakeramik materiallar	Hajm bo'yicha 95-98 foizi kristall fazadan, qolgan qismi esa shisha fazadan iborat bo'ladi. Kristall faza o'ta nozik (zarrachalar diametri 100 nm dan kichik) strukturaga ega.	They form a sort of composite material, as they consist by volume of 95-98% crystalline phase, and the rest submitted to the glassy phase. Crystalline phase is very fine (grain size less than 100 nm in diameter).
Keramika	Grekcha keramike (yunoncha keramos) – tuproq	From ancient Greek (keramos) - clay
Keramika materialli	Tabiiy tuproq yoki tuproq bilan turli minerallar aralashmasidan hosil qilingan loyni pishitib, quyib, quritib va keyin qattiq qizdirib hosil qilingan mahsulot	The product of high temperature calcination of a mixture of natural clay and other minerals
Shisha	Kimyoviy tarkib va qotish temperaturasiga bog'liqsiz ravishda yuqori harorat ta'sirida hosil qilingan eritmani o'ta	Amorphous solids obtained by quenching the melt irrespective of the chemical composition and

	sovitish orqali olinadigan qattiq jismlarning hossalari qabul qilinadigan barcha amorf jismlar.	the solidification temperature.
<i>Olovbardosh buyum</i>	Keramika texnologiyasi bo'yicha ishlab chiqarilgan, o'txona va pechlar qurishda ishlatiladigan, olovbardoshligi 1580°S dan kam bo'lmagan keramika buyumi.	The product obtained by ceramic technology and used in the furnaces and high temperature furnaces construction, it's fire resistance not less than 1580°C
<i>Texnika keramikasi buyumi</i>	Keramika texnologiyasi asosida yasalgan o'tkazgich, yarim o'tkazgich, izolyator, maxsus xossali (magnit, optik, elektrik) buyum va boshqalar	A conductor, semiconductor, insulator or a product with special properties (magnetic, optical, electrical) obtained by ceramic technology.
<i>Keramik matritsali kompozitlar ishlab chiqarishda issiq presslash jarayoni</i>	Bir vaqtning o'zida matreialga yuqori harorat va bosimni ta'sir etish natijasida zich strukturali, g'ovaksiz va mayda zarrachali kompozitsiya hosil bo'ladi.	The simultaneous application of pressure and high temperature can accelerate the rate of densification and allows to obtain non-porous and fine-grained structure.
<i>Kermetlar</i>	Metall zarrachalar bilan mustahkamlashtirilgan keramika yuqori mexanik mustahkamlik, issiklik zarbga bardoshligi, yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikga ega.	Reinforcement of ceramic dispersed metal particles leads to new materials (cermet) with increased resistance, resistance relative to thermal shock, high thermal conductivity.
<i>Kermetlar qo'llanilish sohalari</i>	Yuqori haroratli kermetlar asosida gaz turbinalar detallari, elektr pechlar armaturasi, raketa va reaktiv texnika detallari tayyorlanadi. Qattiq ishqalanishga chidamli kermetlar qirqish instrument-lari va detallari tayyorlashda keng qo'llaniladi.	High temperature cermets used to make parts for gas turbines, valves furnaces, parts for rocket and jet technology. Hard ware resistant cermets are used to manufacture the cutting tools and parts.
<i>OSB</i>	Oriyentirlangan qirindili plitalar	Oriented strand board
<i>MDF</i>	O'rtacha zichlikdagi yog'och tolali plitalar	Medium Density Fibreboard

<i>Fanera</i>	shpon qatlamlaridan presslab olinadigan plita materiali	the tiled material received by pressing of layers of an interline interval
<i>Yopishqoqlik</i>	yelim yuzasining asos yuza bilan ta'sirlashishi	interaction of a surface of glue with a basis surface
<i>Dispers bog'lanish</i>	Bir-biriga juda yaqin joylashgan molekulalar o'rtasidagi bog'lanish	Communications between very closely located molecules
<i>Vodorod bog'lanish</i>	Vodorod atomining ikkita qutblangan guruhga taqsimlanishi natijasida hosil bo'ladigan bog'lanish	Communication, formed in a consequence of division of atom of hydrogen into two polar groups
<i>Paraxim hujayralari</i>	Yog'ochdagi cho'zinchoq bo'lmagan hujayralar (o'zak nurlari, smola yo'llari va h.k.)	the wood cages (beams, the pitch courses, etc.) which aren't extended on length

Tayanch so'z	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Aerogel	Aerogel: suyuqligi yutilgan gaz bilan o'rinalmashgan geldan olingan g'ovaksimon qattiq cho'kma	Aerogel: a porous solid formed from a gel in which the liquid is replaced with a gas with gas entrapment
Atom-kuchlanishli mikroskopiyasi (AFM) yoki skanerlovchi zond mikroskopiyasi (SZM)	Atom-kuchlanishli mikroskopiyasi (AFM) yoki skanerlovchi zond mikroskopiyasi (SZM): atom ko'rsatgichli yuzadagi atomlarning tasvirini yoki boshqa funksional xossalarni tasvirlash uchun qo'llaniluvchi yuqori ko'rsatgichli qurilma	Atomic force microscopy (AFM) or scanning probe microscopy (SPM): a high-resolution device used to map topography or other functional properties of the surface atoms at atomic resolution capabilities
Atom manipulyasiyasi	Atom manipulyasiyasi: atom-kuchlanishli mikroskopiyasi va skanerlovchi tunelli mikroskop kabi ilg'or usullar tufayli imkoniyati tug'ilgan yuzaning tuzilishini atom ortidan atom yoki kimyoviy modifikasiyalash	Atomic manipulation: atom by atom modification of surface structure or chemistry made possible by advanced techniques like atomic force microscope and scanning tunnelling microscope
Ta'qiqlangan chegaraning kengligi	Ta'qiqlangan chegaraning kengligi: barcha elektron energetik xolatlar ta'qiqlangan qattiq jismdagi valent chegara va	Band gap: energy gap between the valence band and conduction band in a solid in which all electronic energy states are forbidden

	oʻtkazuvchanlik chegarasi orasidagi energetik tuynuk	
Biomoslashuvchanlik	Biomoslashuvchanlik: noxush oʻzgarishlarni chaqirmay materialning biologik tizim bilan taʼsirlashuvida oʻz vazifalarini bajarishi	Biocompatibility: capability of a material in contact with a biological system to perform its intended function without causing deleterious changes
Biomimetika	Biomimetika: zamonaviy texnologiyalarni qoʻllash bilan muxandislik tizimlarni tadqiq qilish va loyihalashtirish uchun tabiiy tizimlarga oʻxshash, injeneriya yoki taqlid qilish toʻgʻrisidagi fan	Biomimetic: the science of imitating or reverse engineering from natural systems to the study and design of engineered systems using modern technology
Bot	Bot: robot yoki avtomatlashtirilgan intellektual mashina	Bot: a robot or automated intelligent machine
Tagdan-tepaga	Tagdan-tepaga: asosiy birliklari nanozarrachalar/nanotizimlar ni xosil qilish bilan birlashadigan atom miqyosidagi asosiy birliklaridan nanomateriallarning sintez qilish strategiyasi	Bottom-up: a strategy for synthesizing nanomaterials from atomic scale fundamental units where the fundamental units link up to form nanoparticles/nanostructures
Bakminster fulleren	Bakminster - fulleren: Richard Bakminster Fulleren tomonidan loyihalashtirilgan geodezik gumbazga oʻxshashi tufayli uning sharafiga nomlangan S60 formulali doirasimon molekula; - Bakminsterfulleren – fullerenning dastlabki topilgan molekulasi hisoblanadi, shu bilan birga qurumda oz miqdorda topilishi mumkin boʻlganligi uchun tabiiy xosil boʻlishi nuqtai nazaridan eng koʻp tarqalgan hisoblanadi.	Buckminster fullerene: a spherical molecule with the formula C60, named in homage to Richard Buckminster Fuller, due to its resemblance to the geodesic dome designed by him; Buckminster fullerene is the first fullerene molecule to be discovered and is also the most common in terms of natural occurrence, as it can be found in small quantities in soot

Zaryad bog‘lanishli qurilma (CCD)	Zaryad bog‘lanishli qurilma (CCD): zaryadlangan pozision-sezgir axborotni yig‘a oladigan va raqamli tasvirlarni ishlatish uchun keng qo‘llaniladigan monipulyasiyalar uchun raqamli Ma‘lumotlarga o‘tkaza oladigan qurilma	Charge-coupled device (CCD): a device that can gather position-sensitive charge information and convert to digital data for manipulation, which is used extensively for digital imaging applications
Komplementar metaloksidli yarim o‘tkazgich (CMOS)	Komplementar metaloksidli yarim o‘tkazgich (CMOS): integral sxemalar (ICs) va o‘ta katta integral sxemalarni (VLSI) yasash uchun yangi texnologiya, asosiy afzalliklari kam energiya sarf qilishi va yuqori shovqin darajasida bo‘lib bu o‘z navbatida yuza birligi doirasida qurilmalarning yuqori zichligini ta‘minlaydi	Complementary metal-oxide semiconductor (CMOS): an emerging technology for the fabrication of ICs and VLSI, the main advantage being low power consumption and high noise, enabling larger density of devices within unit area
Uglerodli nanotrubka (CNT)	Uglerodli nanotrubka (CNT): tasvir formatining yuqori o‘zgartirilib turishli silindrsimon nanostrukturali uglerodning allotropik shakli; ularning o‘zgacha bo‘lgan elektron va magnit xossalari keng qo‘llaniladi.	Carbon nanotube (CNT): an allotrope of carbon with cylindrical nanostructure and having high aspect ratios; their unusual electronic and magnetic properties find wide applications
Kolloid	Kolloid: o‘zluksiz muxitdagi dispersiyalangan moddaning bir turdagi suspenziyasi; qattiq, suyuq yoki gazsimon bo‘lishi mumkin.	Colloid: a homogenous suspension of a dispersoid in a continuous medium; it may be a solid, liquid or gas
Bug‘ fazasidan kimyoviy cho‘ktirish (CVD)	Bug‘ fazasidan kimyoviy cho‘ktirish (CVD): gazsimon reagentlarning qo‘llanilishi bilan yupqa plenkalarning taglikda cho‘ktirish uslubi	Chemical vapour deposition (CVD): a technique for depositing thin films on a substrate using gaseous reactants
Xolilashtirilganxudud	Xolilashtirilganxudud: zaryadlarni erkin tashuvchilaridan xoli bo‘lgan yarimo‘tkazgich materiallarning birlashish joyi	Depletion zone: a region at the junction of semiconducting materials that is devoid of free charge carriers
Dislokasiya	Dislokasiya: kristallograficheskiy lineynyy	Dislocation: a crystallographic line defect

	defekt, vklyuchayuvchi neregulyarnost periodicheskogo raspoyeniya atomov (otsutstviye ryada atomov v ploskosti) v kristalle	involving irregularity in the periodic arrangement of atoms (missing row of atoms in a plane) in a crystal
DHK-chip	DHK-chip: gendagi mutasiyalarni yoki o'zgarishlarni identifikatsiyalash uchun qo'llaniladigan yarimo'tkazgichli mikrochip asosidagi datchik	DNA chip: a sensor based on a semiconductor microchip used to identify mutations or alterations in a gene
Teng kanalli burchakli presslash(ECAP)	Teng kanalli burchakli presslash(ECAP): shakl va o'lchamlarini o'zgartirishsiz katta miqdordagi deformatsion siljishni kirituvchi ultradispers tuzilishli zarrachalarni ishlab chiqarish uchun plastik deformatsiyaning og'ir texnikasi; ekstruziya ishtirokidagi o'xshash jarayonni namoyon qiluvchi teng kanalli burchak ekstruziyasi (ECAE)	Equal channel angular pressing (ECAP): a severe plastic deformation technique for producing ultrafine grain structures, which introduces a large amount of shear strain into the materials without changing its shape or dimensions; equichannel angular extrusion (ECAE) is a similar process involving extrusion
Elektron mikroskop	Elektron mikroskop: tezlashtirilgan elektronlarning kollimirlangan dastasini namunaga fokuslab atom o'lchamidagi kattalashtirilgan tasvirni olish uchun qo'llaniladigan mikroskop	Electron microscope: a microscope that focusses a collimated accelerated electron beam on the specimen to produce a magnified image at atomic resolution
Elektron burun	Elektron burun: xid yoki ta'mlarni aniqlash uchun bir necha kimyoviy sensorlardan tashkil topgan qurilma	Electronic nose: a device consisting of an array of chemical sensors to detect odours or flavours
Elektron til	Elektron til: ta'mlarni aniqlash va taqqoslash uchun bir necha kimyoviy datchiklardan tashkil topgan qurilma	Electronic tongue: a device consisting of an array of chemical sensors to detect and compare tastes
Epitaksiya	Epitaksiya: asosiy taglik bilan kristallografik tartibni	Epitaxy: growth of a secondary phase maintaining

	(kogerentlikni) taʼminlash uchun ikkilamchi fazaning oʻsishi	a perfect crystallographic registry (coherency) with the underlying substrate
Fab	Fab: integral sxemalar va va yarimoʻtkazgichli asboblarni ishlab chiqarish uchun nazorat qilinuvchi choʻktirish jarayonlari va toza xonalardan tashkil topgan mikrotexnologik obyekt	Fab: a microfabrication facility consisting of clean rooms and controlled deposition process for the fabrication of semiconductor devices and ICs
Maydon effektlitransistor (FET)	Maydon effektlitransistor (FET): elektr maydoni yordamida oʻtkazuvchanligini boshqarish mumkin boʻlgan tranzistor	Field effect transistor (FET): a transistor whose conductivity can be controlled by electrical field
Yoqilgʻielementi	Yoqilgʻi elementi: tashqi manba yoqilgʻisi yoki reagenti asosida elektr energiyasini ishlab chiqarish imkoniyatiga ega elektrokimyoviy yacheyka	Fuel cell: an electrochemical cell capable of producing electrical energy with fuel or reactant being used up from an external source
Gigantmagnit qarshiligi (GMR)	Gigantmagnit qarshiligi (GMR): yupqa plenkali strukturalarda kuzatiladigan kvant-mexanik effekt: ferromagnit qavatning magnit maydoni taʼsiriga uchraganda elektr qarshiligi sezilarli darajada kamayadi	Giant magnetoresistance (GMR): quantum mechanical effect observed in thin film structures: the electrical resistance decreases significantly when the ferromagnetic layer is exposed to a magnetic field
Zarrachalarning chegarasi	Zarrachalarning chegarasi: 2D-defekt, aniq aniqlangan ikkita chegaralanuvchi kristallarning interfeysi	Grain boundary: a 2D defect, the interface bordering two well-defined crystals
Zarrachalar chegarasining migrasiyasi	Zarrachalar chegarasining migrasiyasi: termik yoki mexanik kuchlanish yoʻli yordamida faollashtirilgan zarrachalar chegaralarining kelishilgan xarakati	Grain boundary migration: coordinated movement of grain boundaries activated either thermally or by mechanical stress
Xoll-Petch qonuni	Xoll-Petch qonuni: asosan chegaradagi zarrachaning mustaxkamlashuvi xisobiga xosil boʻluvchi kristalsimon moddaning qattiqligiga zarrachalarning oʻlchamini teskari taʼsirini tavsiflovchi	Hall-Petch relation: the effect describing the inverse effect of grain size on the hardness of a crystalline solid that arises mainly due to grain boundary strengthening

	effekti	
Issik izostatik preslash (HIPing)	Issik izostatik preslash (HIPing): mayin zarrachalarni yaxlit qismlarga siqish uchun yuqori gidrostatik bosim va xaroratni qo‘llash jarayoni	Hot isostatic pressing (HIPing): the process of using high hydrostatic pressure and temperature to compress fine particles into coherent parts
Krider qonuni	Krider qonuni: qattiq disklarning xotira xajmi deyarli har yili ikki barobar ko‘payadi	Kryder’s law: the memory storage capacity of hard drives doubles almost every year
Svetodiod (LED)	Svetodiod (LED): elektrolyuminessensiy a prinsipiga asosan ishlovchi yarimo‘tkazgichli nur manbai, nurlanuvchi yorug‘likning to‘lqin uzunligi yarimo‘tkazgichlarning ta’qiqlangan xududi kengligiga bog‘liq	Light-emitting diode (LED): a semiconductor light source working on the principle of electroluminescence, where the wavelength of light emitted depends on the band gap of semiconductors
Suyuqkristal (SK)	Suyuq kristal (SK): suyuqlik va qattiq kristalsimon modda xossalari oralig‘idagi materiya; suyuq qristalli displeylarda keng qo‘llaniladi	Liquid crystal (LC): a state of matter with properties between a liquid and solid crystal; it is used extensively in liquid crystal displays
Magikson	Magikson: anchagina yuqori bo‘lgan strukturaviy va potensial turg‘unlikni ta’minlovchi klasterdagi atomlarning kritik soni	Magic number: a critical number of atoms in a cluster size providing it higher structural and potential stability
Mexanikqotishmalash	Mexanik qotishmalash: yuqori energiyali sharli tegirmonda zarrachalarning qayta deformatsiyalanishi va yoriqlari natijasida maydalanishi, kukunlarning zarrachalari sovuq payvanlanadigan qattiq jismdagi jarayon	Mechanical alloying: a solid state process in which grain refinement occurs by repeated deformation, fracturing and cold welding of powder particles in a high-energy ball mill
Suyuqlanish xaroratining ossillyasiyasi	Suyuqlanish xaroratining ossillyasiyasi: zarrachalarning o‘lchami assosiy massadan subnanometr gacha kamayib miqdorining oshishi natijasidagi suyuqlanish	Melting point oscillation: the phenomenon of suppression of melting point followed by elevation as the particle size is reduced from bulk to sub-nanometre size

	xaroratini bostirish xodisasi	
Mikroelektromexanik sistemalar (MEMS)	Mikroelektromexanik sistemalar (MEMS): elektr energiyasi bilan boshqariladigan mikroramermexanik tizim; mexanik qurilmalarning o'lchamlari nanometrik diapazonga yaqinlashganda ularni nanoelektromexaniktizimlar deb atashadi (NEMS)	Microelectromechanical systems (MEMS): a microdimensional mechanical system driven by electrical energy; when the dimensions of the mechanical devices approach nanometric range they are termed nanoelectromechanical systems (NEMS)
Mezog'ovakli	Mezog'ovakli: bir me'yorda ber tekis joylashgan mezog'ovakli (diametri 2-50 nm) g'ovaksimon materiallar; yuza sirtining kattaligi ularni adsorbent yoki katalizatorlar sifatida foydali qiladi	Mesoporous: porous materials with regularly arranged, uniform mesopores (2–50 nm in diameter); their large surface areas make them useful as adsorbents or catalysts
Mikrokantilever	Mikrokantilever: mikrometr miqyosidagi o'lchamli kantiliverli nur,MEMS soxasida, datchiklarda, rezonatorlarda va xkz keng qo'llaniladi	Microcantilever: a cantilever beam with dimensions in the micrometer scale that is extensively used in the field of MEMS, sensors, resonators, etc.
Molekulyar elektronika	Molekulyar elektronika: elektron qurilmalarda qo'llanilishi uchun molekullarning tadqiqi va qo'llanilishi	Molecular electronics: the study and application of molecules for electronic device applications
Mur qonuni	Mur qonuni: qurilmaning yuza birligiga o'rnatirilgan tranzistorlarning soni taxminan xar 18 oyda ikki barobar ko'payishini nazarda tutuvchi xisoblash qurilmalaridagi o'zoqmuddatli trend	Moore's law: a long-term trend in computing hardware suggesting that the number of transistors built in a unit area of the device approximately doubles every 18 months
Multiplet ikkilamchi zarrachalar (MTP)	Multiplet ikkilamchi zarrachalar (MTP): olmos (C, Si, Ge) va qotishmalar tipidagi yarimo'tkazgichlardan, kubsimon	Multiply twinned particles (MTP): observed frequently with a pseudo five-fold symmetry in nanocrystalline particles and thin films (deposited on crystalline

	yoqlarimarkazlashtirilgan metallardan olingan yupqa plenkalar (kristall tagliklarda choʻktirilgan) va nanokristall zarrachalardagi beshinchi tartibli psevdosimmetriyaning kuzatilishi	substrates) of cubic face-centred metals, diamond-type semiconductors (C, Si, Ge) and alloys
Multiqavatlar	Multiqavatlar: bir-biriga joylashtirilgan turli xil kimyoviy tarkibli yoki strukturali yupqa plenkalar	Multilayers: thin films of differing chemistry or structure deposited one over the other
Hano	Hano: karlikni yoki biron-bir kichik narsani bildiruvchi grekcha old qoʻshimchasi, bir milliarddan bir qismini bildiradi (10^{-9})	Nano: Greek prefix meaning dwarf or something very small; depicts one billionth (10^{-9}) of a unit
Hanobot	Hanobot: nanometrli oʻlchamlardan tashkil topgan komponentli robot (yarim yoki toʻliq avtomatlashtirilgan integral mashina); ular nanorobotlar, nanoidlar, nanitlar, nanomashinalar yoki nanomitlar nomlari bilan xam uchraydi	Nanobots: a robot (semi- or fully-automated intelligent machine) consisting of components of a few hundred nanometre-dimensions; they are also referred to as nanorobots, nanoids, nanites, nanomachines or nanomites
Hanotolalar	Hanotolalar: 100 nm dan kichik boʻlgan diametrli tolalar	Nanofibre: fibres with diameter less than 100 nm
Hanodispersiya	Hanodispersiya: metallar, keramik, uglerodli nanotrubkalar va xkz nanozarrachalarning kolloid suspenziyasi	Nanofluid: colloidal suspension of nanoparticles of metals, ceramic, carbon nanotubes, etc.
Hanoindentifikasiya lash	Hanoindentifikasiyalash: nanooʻlchamli xajmlarga qoʻllaniluvchi bosishdagi qattqlik testi, kichik bosimlarda aloxida nanozarrachalarning qattqligini aniqlash uchun	Nanoindentation: an indentation hardness test applied to nanoscale volumes at small loads to obtain the hardness of individual nanoparticles
Hanolitografiya	Hanolitografiya: nanooʻlchamli detallarni shakllash uchun nano ishlab chiqarish texnikasi; integral sxemalar va NEMSlar ishlab chiqarishda keng qoʻllaniladi	Nanolithography: a nanofabrication technique for patterning nanoscale features; used extensively in the fabrication of ICs and NEMS

Hanomaterial	Hanomaterial: biron bir o'zgarishi nano darajada (<100 nm) bo'lgan materiallarning sinfi	Nanomaterial: class of materials in which at least one of the dimensions is on the nanoscale (<100 nm)
Hanosterjlar	Hanosterjlar: yoqlarining nisbati 3-5 diapazonida bo'lgan 3D nanostrukturalar; ularning barcha o'lchamlari 1-100 nm diapazonida bo'ladi	Nanorods: 3D nanostructures with aspect ratio typically in the range of 3–5; all their dimensions are in the range 1–100 nm
Hanoqobiqlar	Hanoqobiqlar: diametri bir necha o'nlikdagi nanometrda bo'lgan obyekt yadrosi ustidagi yupqa qobiq	Nanoshells: a thin coating over a core object a few tens of nanometres in diameter
Hanotexnologiyalar	Hanotexnologiyalar: atom va molekula darajasida moddalarning ustidagi manipulyasiyalar; odatda 1 dan 100 nanometrgacha bo'lgan o'lchamdagi strukturalar bilan ishlanadi, xamda bir ko'rsatgichi shu ulchamlarda bo'lgan materiallarni yoki qurilmalarni ishlab chiqishni o'z ichiga oladi	Nanotechnology: study of manipulating matter on an atomic and molecular scale; generally deals with structures sized between 1 and 100 nanometres in at least one dimension, and involves developing materials or devices possessing at least one dimension within that size
Hanosimlar	Hanosimlar: nanometr o'lchamli kenglikdagi va geometrik o'lchamlarining nisbati 1000 va undan yuqori bo'lgan 1D nanostrukturalar	Nanowires: 1D nanostructures with width of nanometric dimensions and exhibiting aspect ratios of 1000 or more
Hanoelektromexanicheskiye sistemyi (NEMS)	Hanoelektromexanicheskiye sistemyi (NEMS): sm MEMS	Nanoelectromechanical systems (NEMS): refer MEMS
Optoelektronika	Optoelektronika: elektron qurilmalardanani elektromagnit fotonlarning qo'llanilishi; "elektr signalini optik signalga" yoki "optik signalni elektr signalga" o'tkazuvchi o'zgartgichlar bo'lishi mumkin	Opto-electronics: an application of electromagnetic photons for electronic device applications; they can be either electrical-to-optical or optical-to-electrical transducers
Fotokataliz	Fotokataliz: katalizator ishtirokida fotonlar oqimini qo'llash bilan kimyoviy reaksiya tezligini tezlashtirish fenomeni	Photocatalysis: phenomenon of accelerating a chemical reaction rate using a photon beam in the presence of a catalyst

<p>Fotolyuminessensiy a (PL)</p>	<p>Fotolyuminessensiya (PL):baʼzi bir moddalarning Maʼlum bir toʻlqin uzunlikdagi elektromagnit nurlarni yutib va qaytadan fotonlarni turli xil toʻlqin uzunlikda nurlatuvchi jarayon</p>	<p>Photoluminescence (PL): a process by which certain substances absorb electromagnetic radiations of specific wavelengths and re-radiate photons of different wavelength</p>
<p>Fotonkristallar</p>	<p>Fotonkristallar:elektromagnit toʻlqinlarni tarqatilishiga taʼsir etishga moʻljallangan davriy dielektrik yoki metall dielektrik optik nanostrukturalar</p>	<p>Photonic crystals: periodic dielectric or metallo-dielectric optical nanostructures that are designed to affect the propagation of electromagnetic waves (EM) in the same way as the periodic potential in a semiconductor crystal affects electron motion by defining allowed and forbidden electronic energy bands</p>
<p>Fotonika</p>	<p>Fotonika:Maʼlumotlarni boshqarishda elektronlar oʻrniga yerugʻlikni (fotonlarni) qoʻllovchi elektronika</p>	<p>Photonics: electronics using light (photons) instead of electrons to manage data</p>
<p>Pyezorezistiv effekt</p>	<p>Pyezorezistiv effekt:tashqaridan mexanik bosim taʼsiriga bogʻliq ravishda materialning elektr qarshiligining oʻzgarish xodisasi</p>	<p>Piezoresistive effect: phenomenon by which electrical resistance of a material varies with externally applied mechanical pressure</p>
<p>Plazma</p>	<p>Plazma:ionlashgan moddaning anchagina katta fraksiyasini oʻzida saqlovchi moddaning xolati; plazmaning xossalari qattiq moddalardan, suyuqliklardan yoki gazlardan tubdan farq qiladi</p>	<p>Plasma: a state of matter containing a significantly large fraction of ionized matter; plasma properties differ significantly from those of solids, liquids or gases</p>
<p>Bugʻ fazasidan fizikaviy choʻktirish (PVD)</p>	<p>Bugʻ fazasidan fizikaviy choʻktirish (PVD):taglikda yupqa plenkarni olish uchun atomlarni moʻljal materialidan boʻgʻlatish ishtirokida vakuum</p>	<p>Physical vapour deposition (PVD): a variety of vacuum deposition technique involving vaporization of atoms from target material to produce a thin film on a</p>

	choʻktirishning turli texnologiyalari	substrate
Piroliz	Piroliz: alanga(<i>pyr</i>) ostida ajratishni (<i>lysis</i>) anglatuvchi grekcha soʻz; kislorod ishtirokisiz yuqori xaroratlarda organik moddani parchalashni oʻz ichiga oluvchi termokimyoviy usul	Pyrolysis: Greek word denoting separation (<i>lysis</i>) under fire (<i>pyr</i>); a thermochemical method involving decomposition of organic material at elevated temperatures in the absence of oxygen
Kvantkompyuterlar	Kvantkompyuterlar: kirish Maʼlumotlaridagi operatsiyalarda kvant-mexanik xodisalarini qoʻllovchi xisoblash asboblari	Quantum computers: a computational device using quantum mechanical phenomena for operations on input data
Kvantnuqtalari	Kvantnuqtalari: elektronlarning energiya xolatlari barcha uchta kenglik oʻlchamlarida aniqlanadigan 0Dnanostrukturalar; ularning elektron xossalari klasterlar va yarimoʻtkazgichlar orasida boʻladi	Quantum dots: 0D nanostructures in which electron energy states are confined in all three spatial dimensions; their electronic properties are between that of clusters and bulk semiconductors
Kubit	Kubit: xisoblashlardagi bitning kvant ekvivalenti; atomlarning kvant xossalari oʻlchash qoʻshimchasi bilan	Qubit: a quantum-computing equivalent to a bit; with an additional dimension of quantum properties of atoms
Rezonansli tunnellangan qurilma (RTD)	Rezonansli tunnellangan qurilma (RTD): elektronlarni faqatgina ikki yoʻnalishda ushlab qoluvchi uzun va qisqa yarimoʻtkazgichli orolchalardan tashkil topgan 2Dkvant uskunalari	Resonant tunnelling devices (RTD): 2D quantum devices that consist of a long and narrow semiconductor island, with electron confinement only in two directions
Rezonans-tunnelli tranzistorlar (RTT)	Rezonans-tunnelli tranzistorlar (RTT): RTD ga qara	Resonant tunnelling transistors (RTT): see RTD
Skanirovchi yaqinxududli optikmikroskopiya(SNOM)	Skanirovchi yaqinxududli optikmikroskopiya(SNOM): namunani ishlatilayotgan nurning toʻlqin uzunligidan kichik boʻlgan oʻlchamdagi tirqish orqali yoritadi, namunani yaqinxududli	Scanning near-field optical microscopy (SNOM): illuminates a specimen through an aperture of a size smaller than the wavelength of light used and with the specimen positioned within

	manba rejimi doirasida joylashtiriladi; oddiy obyektiv yordamida namunadagi diafragmaning skanerlash yo'li bilan tasvir shakllanishi mumkin bo'ladi	the near-field regime of the source; by scanning the aperture across the sample through a conventional objective, an image can be formed
O'z-o'zini yig'ish	O'z-o'zini yig'ish: biror bir tashqi kuch ta'sirisiz bir tekis yoki tashkillashtirilgan tuzilish hosil qilish uchun komponentlarning o'z ichida o'zaro ta'sirlashuv jarayoni	Self-assembly: process in which the components interact within themselves to form aligned or organized structures without any external force
Shakl polimerlar xotirali	Shakl xotirali polimerlar: xaroratning o'zgarishi kabi tashqi kuchlar ta'sirida vujudga kelgan tashqi kuchlar ta'sirida deformatsiyadan so'ng o'zining dastlabki shakliga qaytish qobiliyatiga ega aqlli polimerlar	Shape memory polymers: smart polymers capable of returning to their original shape after being deformed by external forces, when triggered by an external stimulus such as temperature change
Birelektronli tranzistor (SET)	Birelektronli tranzistor (SET): chiquvchi zaryadning juda kichik o'zgarishlarini aniqlash qobiliyatiga ega moslamalar; birgina elektron uchun xam zaryadlar farqi "yoqio'-o'chirish" funksiyasini chaqirishi mumkin	Single electron transistor (SET): devices that are capable of detecting very small variations in the charge of the gate; charge differences of even one electron can cause the on-and-off switching function of SET
Zol-gelusul	Zol-gelusul: keyinchalik qovushqoq gel va qattiq materialga o'tuvchi kolloid suspenziyani ("zol") generasialashni o'z ichiga oluchi jarayon	Sol-gel method: a process that involves the generation of a colloidal suspension ('sol'), which is subsequently converted to viscous gel and solid material
Spintronika (spin asosidagi elektronika)	Spintronika (spin asosidagi elektronika): elektronlarning ikkilangan xossalarini, jumladan zaryad va spin xolatini qo'llovchi yangi texnologiya; manito-elektronika sifatida xam Ma'lum	Spintronics (spin-based electronics): an emerging technology, which exploits the dual property of electrons, namely charge and spin state; also known as magneto-electronics

Uchqunli plazmali pishirish (SPS)	Uchqunli plazmali pishirish (SPS): grafit matritsa si shuningdek o'tkazuvchan namunalarda xolatida pishirilayotgan kukundan bevista o'tayotgan doimiy impuls toki qo'llanilishidagi pishirish texnikasi	Spark plasma sintering (SPS): a sintering technique using pulsed DC current that directly passes through the graphite die, as well as the powder to be consolidated, in case of conductive samples
O'tao'kazuvchan kvantinterferometr (SQUID)	O'tao'kazuvchan kvantinterferometr (SQUID): o'ta kuchsiz magnit maydonlarini o'lchash imkoniyatiga ega moslama	Superconducting quantum interference device (SQUID): a device capable of measuring extremely weak magnetic fields
Joylashish defektlari	Joylashish defektlari: atomlarning noto'g'ri ketma-ket planar joylashuvi natijasida xosil bo'luvchi kristallografik defektlar	Stacking faults: crystallographic defects arising due to wrong stacking sequence of planar arrangement of atoms
Skanirovchi tunnelli mikroskop (STM)	Skanirovchi tunnelli mikroskop (STM): atom darajasida yuzalarning tasvirlarini qayta ishlashda so'llaniladigan qurilma; kvant tunellash qoidasi asosida ishlaydi	Scanning tunnelling microscope (STM): an instrument used for imaging surfaces at the atomic level; it works on the principle of quantum tunnelling
O'ta egiluvchanlik	O'ta egiluvchanlik: cho'ziluvchanlikka bo'lgan tadqiqotlarda kutilayotgan normalarning chegaralaridan ancha katta bo'lgan materialning deformasiyalanish qobiliyati	Superplasticity: ability to deform a material well beyond the limits expected from normal tensile tests
Yuzaplazmon (SP)	Yuzaplazmon (SP): yorug'lik bilan kuchli ta'sirlashish natijasida polyaritonga olib keluvchi yuzaga mos keluvchi plazmonlar	Surface plasmon (SP): plasmons that are confined to surfaces and interact strongly with light resulting in a polariton
Dorilarni maqsadli yetkazish	Dorilarni maqsadli yetkazish: terapiyada lokallashgan zararlangan xujayralarga/to'qimalarga kerak bo'lgan miqdorda	Targeted drug delivery: administration of a pharmaceutical compound in desired amount to a localized diseased cell/tissue for

	farmasevtik birikmani kiritish	therapy
Yupqa plenkali tranzistorlar (TFT)	Yupqa plenkali tranzistorlar (TFT): yarimo'tkazgichli va dielektrik materialli yupqa plenka qavatli tranzistorlar; radiografiyaning LCD va raqamli ilovalarida qo'llaniladi	Thin film transistors (TFT): an FET made of thin film layers of semiconducting and dielectric materials; used in LCD and digital radiography applications
Yupqa plenklar	Yupqa plenklar: atomar konstruksiyalangan qavatlar nanometrdan maksimum bir necha mikrongacha bo'lgan diapazonda bo'lgan qalinlikdagi plenklar	Thin films: atomically engineered layers with film thickness usually in the range of nanometers to a maximum of a few microns
To'qimali injeneriya	To'qimali injeneriya: sut emizuvchilarning asosiy to'qimalarining tuzilishi va funksional asoslari xamda funksiyalarini tiklash, qo'llab turish yoki yaxshilash uchun biyoslashuvchan o'rnini bosuvchilarning qo'llanilishi to'g'risidagi fan	Tissue engineering: science of structural and functional fundamentals of mammalian tissues and application of biocompatible substitutes to restore, maintain or improve functions
Tepadan pastga	Tepadan pastga: nanokristall materialni olish bilan mikrokristall moddaning maydalashni o'z ichiga oladi; nanostrukturalarni sintez qilishning qattiq moddali yo'llari shu kategoriyaga kiradi	Top-down: involves fragmentation of a microcrystalline material to yield a nanocrystalline material; all solid state synthesis routes of nanostructures fall into this category
Uchkarrali tugun	Uchkarrali tugun: uchta kristallarning yeki zarralarning to'qnashuvidagi tugun	Triple junction: a node at the intersection of three crystals or grains
Bug'-suyuqlik-qattiq modda usuli (VLS)	Bug'-suyuqlik-qattiq modda usuli (VLS): bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirishdagi nanosimlar kabi biro'lchamli nanostrukturalarning o'sishi uchun mexanizm; kristallarning o'sishi va kinetikasi samaradorligini oshishi uchun qo'llaniladi, katalitik suyuqqotishmali faza bug'larni o'tato'yinganlik	Vapour-liquid-solid method (VLS): a mechanism for the growth of one-dimensional nanostructures, such as nanowires, from chemical vapour deposition; to enhance the efficiency and kinetics for the growth of crystals, a catalytic liquid alloy phase which can

	darajasigacha tezda adsorbsiyalashi mumkin	rapidly adsorb a vapour to supersaturation levels is used
Viskerlar	Viskerlar: erkindislokasiyalan adigan kristallning nozik tolali o'sishi	Whiskers: thin fibrous growth of a dislocation free crystal
Rentgenfotoelektro nspektroskopiya (XPS)	Rentgenfotoelektron spektroskopiya (XPS): kimyoviy moddaning yuzasini miqdoriy analiz qilish uslubi, element tarkibini aniqlaydi; Usul, rentgen nurlari bilan qattiq moddaning nurlash yordamida olingan fotoelektronlarning tavsifini o'z ichiga oladi	X-ray photoelectron spectroscopy (XPS): a quantitative surface chemical analysis technique that measures the elemental composition; the technique involves characterization of photoelectrons produced by irradiating a solid

VIII. ADABIYOTLAR RO‘YXATI

Maxsus adabiyotlar

1. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -576 p.
2. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010. -1000 p.
3. Introduction to Nano. Editors: Amretashis Sengupta, Chandan Kumar Sarkar. USA. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 2015. ISBN 978-3-662-47314-6.-226 p.
4. Zhen Guo, Li Tan. Fundamentals and Applications of Nanomaterials. USA. Artech House, 2009. -249 p.
5. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -542 p.
6. Rowell R.M. Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC Press. 2012, –703 p.
7. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 272 p.
8. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 596 p.
9. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 283 p.
10. Pul Ch., Ouens F. Mir materialov i texnologiy. – M.: Texnosfera, 2004. – 265 s.
11. Charles P. Poole, Frank J. Owens Introduction to Nanotechnology, John Wiley and Sons, 2003, 388 p.
12. Linda Williams, Wade Adams, Nanotechnology Demystified, McGraw-Hill, 2007, 343 p.
13. L. Uilyams, V.Adams. Hanotexnologii bez tayn, McGraw-Hill, 364 s.

14. Kobayasi H. Vvedeniye v nanotexnologiyu: Uchebnoye posobiye (per. s yaponskogo). – M.: BIHOM Laboratoriya znaniy, 2005. – 374 s.
15. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 278 p.
16. Hanotexnologiya v bliyayshem desyatiletii. Prognoz napravleniya issledovaniy. Pod red. M.K. Roko, R.S. Uilyamsa i P. Alivisatosa, Moskva, 2002.
17. P. Xarris. Uglеродные нанотрубы i rodstvennyye struktury, Moskva, 2003.
18. Hanotexnologii-Azbuka dlya vsekh. Pod red. Yu. A. Tretyakova, M. Fizmatlit, 2008, 368 s.
19. T. Pradeep Nano: the essentials. Understanding Nanoscience and Nanotechnology. McGraw-Hill, 2007.-432 p.
20. Slovar nanotexnologicheskix i svyazannyx s nanotexnologiyami terminov/Pod red. S.V. Kalyujnogo.-M.: Fizmatlit, 2010.-528 s.
21. Roger M. Rowell. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC Press; 2 edition; 2012, 703 p. ISBN-13: 978-1439853801.
22. Harold A. Wittcoff, Bryan G. Reuben, Jeffery S. Plotkin. Industrial Organic Chemicals. UK, 2008. 848 r.ISBN-10: 0470537434.
23. Donald G. Baird, Dimitris I. Collias. Polymer Processing: Principles and Design, 2nd Edition, USA, 2014. ASIN: B010WF8PF4
24. Lang R.W. Woodworker's Guide to SketchUp (DWD-ROM). USA, 2015.
25. Tyalina L.H., Minayev A.M., Pruchkin V.A. Новые kompozitsionnyye materialy. Uchebnoye posobiye. Tambov: GOU VPO TGTU, 2011.-82 s.
26. Shevchenko A.A. Fizikoximiya i mexanika kompozitsionnyx materialov. – M. : Professiya, 2010. – 224 s.
27. Hano i biokompozity/pod red. A. K.-T. Lau, F. Xusseyn, X. Lafdi ; per. s angl. — M. : BIHOM. Laboratoriya znaniy, 2015.— 390 s.

Internet resurslar

28. www.sciencedirect.com
29. doi:10.3390/ma7031927
30. www.elsevier.com
31. <http://wiley.com>
32. [www. Ziyonet. uz](http://www.Ziyonet.uz)
33. Infocom.uz elektron jurnali: www.infocom.uz
34. <http://link.springer.com/article>

IX. MUTAXASSIS TOMOHIDAN BERILGAN TAQRIZ

ОТЗЫВ

на образовательную программу и учебно-методический комплекс по учебному модулю «Современные технологии производства нано и композиционных материалов» курсов переподготовки и повышения квалификации преподавателей направления «Химическая технология» (по производству неорганических веществ и минеральных удобрений) Ташкентского химико-технологического института

Образовательная программа и учебно-методический комплекс подготовлены для переподготовки и повышения квалификации преподавателей по направлению «Химическая технология» (по производству неорганических веществ и минеральных удобрений) в Отраслевом центре при Ташкентском химико-технологическом институте.

Учебно-методический комплекс по учебному модулю «Современные технологии производства нано и композиционных материалов» состоит из рабочей программы модуля; интерактивных методов обучения; теоретического и практического материала занятий; тем квалификационных выпускных работ; банка кейсов, глоссария, списка использованной литературы.

Содержание учебного модуля состоит из 2-х частей. Первая часть посвящена изучению нанотехнологий и наноматериалов, в том числе основных понятий нанотехнологии и наноматериалов; методов синтеза различных типов наноструктурных материалов и нанообъектов. Вторая часть посвящена технологии получения композиционных материалов; изучению основных видов матриц и армирующих материалов, в том числе изучаются нетрадиционные и биокompозиты, а также сферы их применения.

Практические занятия посвящены изучению основных методов получения нано и композиционных материалов, возможностей использования современных методов синтеза. Освоение учебного модуля «Современные технологии производства нано и композиционных материалов» позволяет повысить знания и практические навыки профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений, способствует усовершенствованию учебных программ дисциплин специальности.

Декан факультета технологии
неорганических веществ и
высокотемпературных материалов
ФГБОУ ВО «Российский химико-
технологический университет
имени Д.И. Менделеева»,
кандидат технических наук



Д.О. Лемешев