

№11 Лекция

Наноматериалдардың механикалық қасиеттері

Нанотехнологиялардың жіктелуі наноматериалдардың синтезіне әкелетін негізгі процестің сипатына негізделген.

Наноматериалдарды алу әдістері механикалық, физикалық, химиялық және биологиялық болып бөлінеді.

Нанотехнологияның негізгі кластарына мыналар жатады: эпитаксиалды технология, (эпитаксия - бір монокристалдың екіншісінің немесе субстраттың бетіндегі бағдарланған өсуі); нанолитография (литография – жазық басып шығару әдісі, онда баспа формасы рельефті субстратқа басатын қатты баспа ретінде қызмет етеді), зондтық нанотехнология.

Нанобөлшектерді алу әдістері:

- ✓ Қатты материалдарды ұнтақтау
- ✓ Сұйықтықтарды (балқымаларды) дисперсиялау
- ✓ Физикалық вакуумдық тұндыру
- ✓ Химиялық вакуумды тұндыру
- ✓ Лазерлік абляция
- ✓ Золь-гель әдісі
- ✓ Химиялық тұндыру
- ✓ Мицеллалардағы нанобөлшектердің синтезі
- ✓ Гидротермиялық синтез
- ✓ Пиролиз
- ✓ Плазмохимиялық әдіс

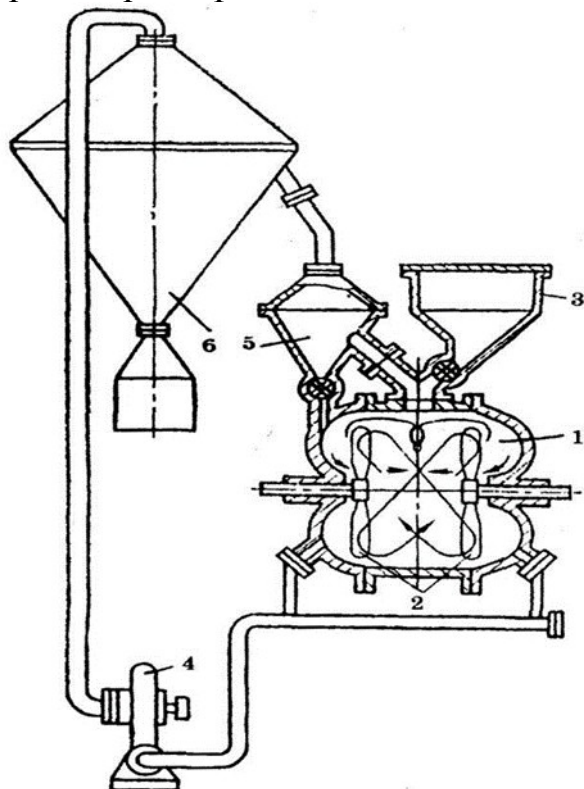
Нано ұнтақтарын алудың механикалық әдістері

Қатты материалдарды ұнтақтау (механосинтез). Ірі бөлшектерге ұсақталған кезде энергия шығыны жойылатын дененің көлеміне пропорционалды болады. Наноөлшемді бөлшектерді алу кезінде ұнтақтау жұмысы негізінен пайда болған беттің ауданына пропорционалды болады. Механикалық ұнтақтау шарлы диірмендермен жасалады. Сынғыш материалдардың бөлшектері сынық тәрізді, пластикалық материалдардың бөлшектері қабыршақты болады.

Ұсақтаудың технологиялық циклі шар диірмендерінде 1-100 сағатқа созылады, діріл диірмендерінде бірнеше күнге дейін. 300 сағат. Мысал. Fe қорытпаларының вибромельницасындағы механосинтезде Ni Fe-Al нано ұнтақ бөлшектерінің мөлшерімен 5-15 нм жоғары балку деңгейіне қол жеткізіледі. Ni Ost al, Fe Ost AL, Cu Ost al жүйелерінде металлдер түзіледі.

Суретте. 2.2 иілгіш металдарға арналған құйынды диірмен көрсетілген. Негізгі соққы және тозу күштері материалдың бөлшектерінің соқтығысуы кезінде пайда болады. Жұмыс камерасында бұрандалар қарама-қарсы бағытта айналады бағыттар тең жылдамдықпен 50 айн/сек. Ұсақталған бөлшектер жұмыс кеңістігінен қабылдау камерасына шығарылады. Құйынды

диірмендерде ұнтақты тегістейтін денелер материалымен лақтау жоқ.



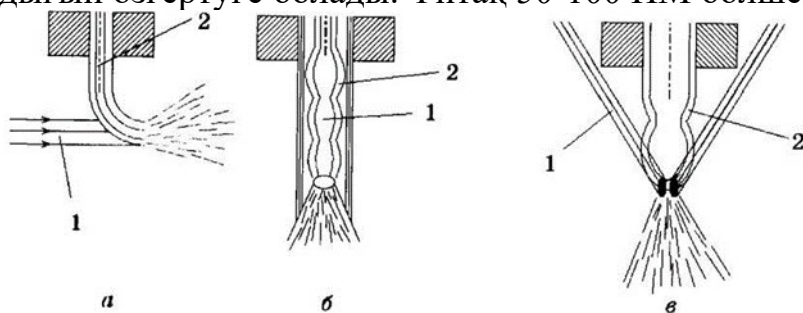
Сурет. 2.2. Құйынды диірмен 1-жұмыс камерасы, 2-бұрандалар, 3-бункер, 4-сорғы, 5-қабылдау камерасы, 6-түсіру камерасы.

Артықшылықтары: технологияның салыстырмалы қарапайымдылығы, әмбебаптығы, қорытпалар мен металлдер ұнтақтарын, композиттерді алу мүмкіндігі.

Кемшіліктері: бөлшектердің мөлшері мен берілген формасы бірдей ұнтақтар алынбайды, ұнтақтар әрдайым диірмендердің жұмыс денелерінің өнімдерімен ішінара ластанады.

Физикалық дисперсия әдістері

Балқыма ағынын сұйықтықпен немесе газбен бүрку. Балқытылған сұйықтықтың жұқа ағыны камераға жіберіледі, онда ол сығылған инертті газ ағынымен немесе басқа сұйықтық ағынымен ұсақ тамшыларға бөлінеді. Қызып кеткен металдардың дисперсиясы құрамы мен мөлшері бойынша біртекті бөлшектердің пайда болуына әкеледі. Кристалдылық дәрежесін салқындату жылдамдығын өзгертуге болады. Ұнтақ 50-100 НМ бөлшектердің



өлшемдеріне ие. 2.5.

Сурет. 2.5. Балқыма ағынының а-перпендикуляр газ ағынымен бүрку схемалары. б-коаксиалды газ ағынымен бүрку. в-ағынға бұрышпен газ ағыны. 1-газ ағынын бұзу. 2-балқыманың дисперсті ағыны.

Айналдыру (сұйық күйден қатайту). Жылдам айналатын барабанның бетіндегі балқыманы салқындату аморфты күйде жұқа металл жолақтарын береді. Салқындату жылдамдығы кемінде 106 к с/. Ni al65 35 нанокристалды жолақ үлгілері 5-12 НМ түйіршік өлшемдеріне ие.

Булану әдісі-конденсация (газ фазасының синтезі). Зат вольфрам, тантал, графит немесе шыны көміртекті отқа төзімді материалдардан жасалған тигельге орналастырылған. Үлгіге үлкен энергия беріледі-лазер, электронды сәуле, электр доғасы. Ол буланып, содан кейін салқындатылған бетке түседі.

Вакуум-сублимация технологиясы. Кезеңдерді қамтиды: 1. Бастапқы заттың ерітіндісі дайындалады (еріткіштер-эфирлер, сұйық азот). 2. Ерітіндіні мұздату. 3. Сублимация арқылы еріткіш кристаллиттерін жою. 4. Кристаллиттердің әлсіз байланысқан кеуекті денесі қалады. 5. Нано ұнтақ кеуекті денеге механикалық әсер етеді.

Аморфты күйден бақыланатын кристалдану. Металл емес өтпелі металдардың аморфты қорытпалары Fe ерітінді В, Fe ерітінді si ерітінді В Ti, ерітінді ni ерітінді si күйдіру температурасын өзгерту арқылы кристаллит өлшемдерін 20-200 нм-ден алады.

ПНИПУ Ұнтақты металлургия ғылыми орталығында мақсатты лазерлік булану арқылы наноөлшемді оксидті керамика ұнтақтарын алу әдісі жасалды.

ПНИПУ аэроғарыш факультеті алюминий ұнтақтарының аэростанцияларын жағу арқылы ультра дисперсті алюминий оксидін алу әдісін әзірледі.

Химиялық дисперсия әдістері

Тұндыру әдісі. Металл тұздарының ерітінділерінен металл гидроксидтері тұндырғыштардың көмегімен алынады. Тұндырғыштар-NH₄OH, NaOH, KOH сілтілі ерітінділері

Процестің жалпы реакциясы

$$Me Ax()y \square (K OH) \rightarrow Me OHx()y \square KA,$$
мұндағы А-анеондар: no Cl3 text, text, SO42 text, К-катиондар: na text, NH4 text, k text , x y, - коэффициенттер.

Ерітіндінің рН мен температурасын реттеу арқылы жоғары кристалдану жылдамдығына қол жеткізіледі және бөлшектердің мөлшері 10150 нм болатын нано ұнтақтар түзіледі. Бөлшектердің пішіні сфералық, қабыршақты, ине тәрізді немесе дұрыс емес, тұндыру параметрлерін өзгерту арқылы алынады.

Золь-гель әдісі (коллоидты ерітінділерден тұндыру)

Дисперсті жүйелер-бұл екі немесе одан да көп фазалардың гетерогенді жүйелері, олардың арасында жоғары дамыған интерфейс бар. Фазалардың бірі үздіксіз дисперсиялық ортаны құрайды, оның көлеміне тамшылардың немесе көпіршіктердің ұсақ бөлшектері түрінде басқа дисперсті фаза бөлінеді.

Коллоидтық жүйелер-дисперсті фазалық бөлшектері бар дисперсті жүйелер 1 100 разряд нм.

Зол-сұйық дисперсиялық ортасы бар коллоидтық жүйе.

Мицеллалар-золдың дисперс фазасының бөлшектері.

Гельдер-сұйық дисперсті ортасы бар құрылымдық коллоидтық жүйелер.

Гельдер-желатинді денелер. Дисперсті фазаның бөлшектері бір-бірімен бос кеңістіктік торға қосылады, оның жасушаларында дисперсиялық орта бар, тұтастай алғанда жүйені сұйықтықтан айырады.

Коагуляция-коллоидтық жүйелердегі дисперсті фаза бөлшектерінің бір-біріне жабысуы.

Золь-гель әдісі ерімейтін металл қосылыстарының Сулы ерітінділерінен гель түрінде тұндырудан және кейіннен оларды қалпына келтіруден тұрады. Күлде қатты фаза дискретті бөлшектерден тұрады, ал геледе бұл фаза сұйық фазада үш өлшемді тірек құрайды. Алдымен күл, ал келтіруден кейін гель алыңыз. Золды гелеге ауыстыру артық суды кетіру арқылы жүзеге асырылады. Гельдер күл коагуляциясы арқылы түзіледі. Нано ұнтақтар геледен алынады. Титан оксидінің нано ұнтағы титанил сульфатының гидролизі арқылы алынады.

Полимерлік жүйелерде гель ұзын тізбекті молекулалардан түзіледі, олар әрі қарай бір-бірімен тығыз торларға тігіледі.

Тұндыру әдістерінің артықшылықтары: жабдықтың қарапайымдылығы, үнемділігі; соңғы ұнтақтардың қасиеттері оларды алу барысында реттеледі; компоненттердің біркелкі таралуымен қос және үштік композициялар мүмкін.

Кемшіліктері: көп сатылы процесс, гелий тұнбасындағы өнімнің бір бөлігін жоғалту, төмен өнімділік.