

## №5 Лекция

### Наноқосылыстарды алу әдістері. Нанокристалды ұнтақтарды синтездеу әдістері.

**Дәрістің мақсаты:** наноқосылыстар мен нанокристалды ұнтақтарды алудың зертханалық және өнеркәсіптік әдістерін талқылау. Синтездеу құрылғыларының жұмысымен және жұмыс тәртібімен танысу.

#### Наноқосылыстар мен нанокристалды ұнтақтарды синтездеу әдістері

Газ фазасының синтезі нанокристалды ұнтақтарды алудың ең оңай әдісі болып табылады. Оқшауланған нанобөлшектер, металдар, балқымалар және жартылай өткізгіштер белгілі бір температурада төмен қысымды инертті газ ортасында суық бетте булану және конденсация арқылы алынады. Вакуумдағы буланумен салыстырғанда, инертті ортада буланған атомдық бөлшектер газ атомдарымен соқтығысудан кинетикалық энергиясын тезірек жоғалтады.

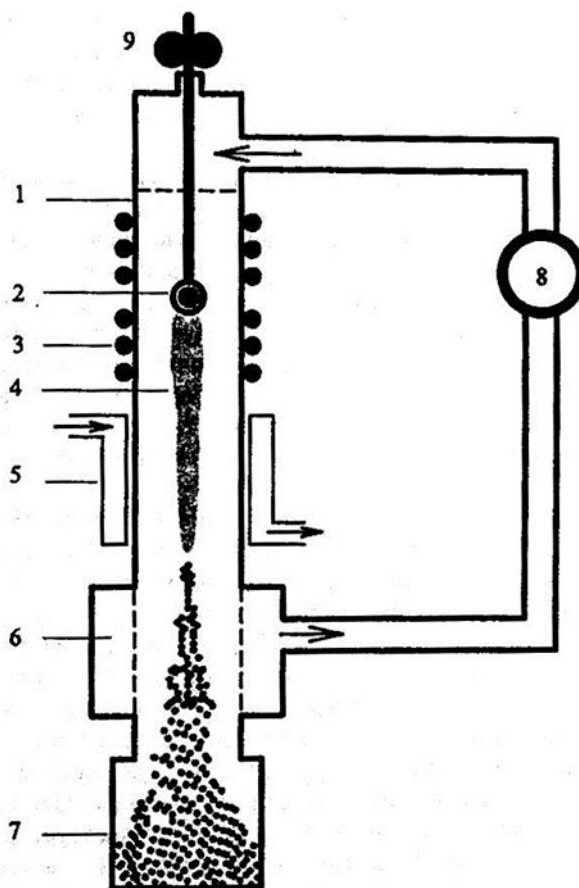
Бұл бағыттағы алғашқы жұмыстар 20 ғасырдың басында орындалды. Өртүрлі газдардағы әртүрлі металдардың булануынан алынған бөлшектерді зерттеу бөлшектердің мөлшері инертті газдың қысымы мен атомдық массасына және аз дәрежеде булану жылдамдығына байланысты екенін көрсетті.  $H_2$ , Ne және Ag ортасындағы алюминий буының конденсациясы 0,1-0,9-дан 2,7-3 мм сынап бағанасына дейін. бұл диаметрі 20-дан 100 нанометрге дейінгі бөлшектердің пайда болуына әкелетіні анықталды. Кейінірек диаметрі 16-50 нм сфералық бөлшектерден түзілген жоғары дисперсті Au-cu, Fe-Cu балқымалары Ag және Ne ортасында металдардың булануы мен конденсациясы арқылы өндіріле бастады.  $\leq 20$  нм бөлшектердің пішіні сфералық болуы мүмкін, ал үлкенірек бөлшектер қырлы болуы мүмкін.

Буландырғыш-конденсациялық қондырғылар буландырғыш затты енгізу тәсілімен, булануға энергия беру тәсілімен, жұмыс ортасымен, конденсация процесін ұйымдастырумен және алынған ұнтақтарды іріктеу жүйесімен ерекшеленеді.

Металды буландыру тигельден, бүрку арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Камераның жұмыс көлемі мен ауданы бойынша бу-газ қоспасын беретін суық инертті газдың сақина ағынын пайдаланатын құрылғылар бар. Турбулентті араластыру нәтижесінде металл буының температурасы төмендейді, ал қанығу жоғарылайды. Бұл конденсацияның жылдам орындалуына ықпал етеді.

Нано ұнтағын жұмыс камерасынан алу қиын міндет. Оның бөлшектері соншалықты кішкентай, олар әрқашан газда тұрақты броундық қозғалыста

болады және ауырлық күшінің әсерінен орналаспайды. Оларды жинау үшін орталықта арнайы сүзгілер мен концентрация қолданылады. Кейбір жағдайларда металл нанобөлшектерін жинау үшін сұйық пленкалар қолданылады. Суретте. 4.1 нано ұнтақтарын өндіруге арналған қондырғының схемалық схемасы көрсетілген:



1-буландырғыш, 2-тамшы, 3-индуктор, 4-аэрозоль, 5-Тоңазытқыш, 6-сүзгі, 7-сыйымдылық, 8-сорғы, 9-сымдарды енгізу механизмдері

Сурет 4.1. Левитациялық ағын генераторында жоғары дисперсті металл ұнтақтарын алудың схемалық схемасы

В этой левитационной установке (1961 г.) металл испаряется с поверхности капли жидкости в ламинарном (нормальном, равномерном) потоке инертного газа. Капля удерживается в зоне нагрева без контакта с высокочастотным электромагнитным полем. Аэрозоли паров металлов оседают на фильтре, улавливающем конденсирующиеся частицы через охлаждающее устройство, и далее собираются в боксе. Увеличение расхода газа уменьшает средний размер частиц и их диаметр. Расход металла осуществляется плавным вводом проволоки в зону нагрева. С помощью такого генератора левитационных потоков можно получать металлические порошки с размером частиц от 2 до 200 нм.

Булану және конденсация әдісімен нанокристалды бөлшектердің түзілуінің негізгі принциптері:

1. Бөлшектер конденсация аймағында бу салқындаған кезде пайда болады. Газ қысымының төмендеуімен конденсация аймағы артады. Оның ішкі шекарасы буландырғышқа жақын орналасқан, ал сыртқы шекарасы қысымның төмендеуіне байланысты реакция ыдысынан тыс шығуы мүмкін. N 104 мм. сын. қысым бақшасы конденсация аймағының сыртқы шекарасы диаметрі  $\geq 0,1$  м реакция камерасының ішінде орналасқан;

2. Қысым 103 - 104 мм сын.бағ.үлкейту бөлшектердің мөлшерінің күрт өсуіне әкеледі. Қысымның одан әрі  $5 \cdot 10^4$  дейін көтерілуі түзілетін бөлшектердің диаметріне іс жүзінде әсер етпейді;

3. Тығыздығы төмен газдан (емес) тығызырақ газға (Xe) ауысу бөлшектердің мөлшерінің бірнеше есе ұлғаюымен бірге жүреді.

Газдардың көлемді конденсациясы көбінесе сфералық бөлшектердің пайда болуына әкеледі. Бетіндегі конденсаттан пайда болған кристаллиттер әдетте кесіледі.

Газ фазасының құрамын реттеу арқылы инертті газдан басқа бірнеше элементтері бар әртүрлі пішінді қосылыстардың монокристалды бөлшектерін өсіруге болады.

Кадмий сульфиді 1 үшін CD: s концентрациясының өзгеруі (стехиометрия), пластиналар, таспалар, инелер, жіптер және құбырлы бөлшектер алынды. Әртүрлі пішіндегі кристаллиттердің өсуінің құрылымдық негізі аралық кластерлік бөлшектер  $(CdS)_n$ ,  $(Cd_2S)_n$ ,  $(Cd_3S)_n$ . газ фазасының бастапқы компоненттерінің қатынасы мен температура түзілетін нанобөлшектердің пішініне әсер ететін негізгі факторлар болып табылады.

Плазмохимиялық синтез. Бұл әдіс газ фазасынан наноөлшемді бөлшектердің конденсациясы жүретін плазма ағынының жылдам салқындауына негізделген. Салқындатудың жоғары жылдамдығы бөлшектердің соқтығысқан кезде ұлғаюына және бірігуіне жол бермейді. Реакциялар неавта жүреді.