

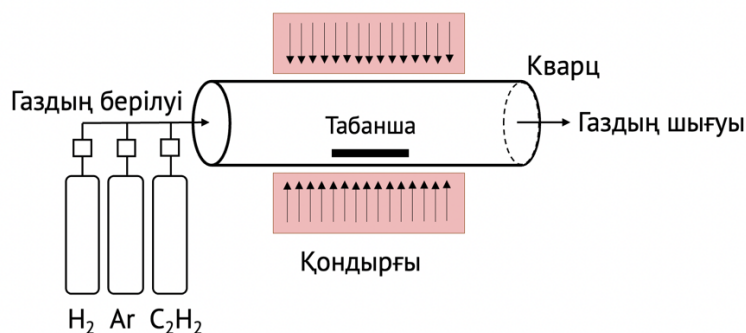
## Дәріс 12. Графенді синтездеуде қолданылатын CVD әдісі

Кең ауқымды өндіріс тақырыбы соңғы онжылдықта графенді зерттеудің жалпы доменінде ғылыми сала ретінде өзін таныту үшін айтарлықтай өсті. Өзірлеулер енді екі тәуелсіз өндірістік тәсіл бойынша жіктелуі мүмкін технологиялық маршруттарға айналды. Бұл тәсілдер «жоғарыдан төменге» және «төменнен жоғарыға» ретінде анықталады. Графенді синтездеудің «Төменнен жоғарыға» бағыты келесі әдістерді қамтиды: Химиялық буларды тұндыру, эпитаксиалды өсу және жалын синтезі; «Жоғарыдан төменге» бағыты сұйық фазалық, механикалық, электрохимиялық және химиялық қабыршақтануды, сондай-ақ химиялық қалпына келтіруді қамтиды.

«Төменнен жоғарыға» және «жоғарыдан төменге» тәсілдер арасында тікелей салыстыруды қамтамасыз ету қиын. Әрбір тәсілдің өзіндік материалдар мен энергияны пайдалану, өңдеуге дейінгі және кейінгі талаптар, графен өнімінің сипаттамалары және басқа да көптеген маңызды аспектілер бойынша артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Дегенмен, әдетте жоғары сапалы графенді «төменнен жоғарыға» тәсілдер арқылы алуға болады деп айтылады, бірақ олар өте төмен өндіріс қарқынынан зардап шегеді. Керісінше, сұйық фазалық қабыршақтануды жиі қолданатын «жоғарыдан төменге» процестер графенді әлдеқайда жоғары өндіру жылдамдығымен шығарады, бірақ көбінесе айтарлықтай төмен сапаға әкеледі.

Графен синтезі бойынша 2012 жылы Жану проблемалар институтында жүргізілді. Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі қаржыландырды және профессор Приходько мен Мансұровтың жетекшілігімен жүргізілді. Бұл институтта бір және аз қабатты графенді екі әдіспен синтездеуге болады.

Осы ғылыми-зерттеу институтында графенді синтездеу үшін қолдануға болатын бірінші әдіс - CVD синтезі. CVD графенді өндірудің жетекші тәсілі ретінде қарастырылады, өйткені ол ақау саны аз және жақсы біркелкілігі бар жоғары сапалы графен не графен қабаттарын алуға болады. CVD жүйесінің схемасын көре аласыз.



Жану мәселелері институтында қолданылатын екінші әдіс – жалын синтезі. Енді біз графен синтезі төмен қысымда жалында орындалған қысқаша бейне экспериментті көріп отырмыз. Бір қабатты графенді никельді субстратта синтездеуге болатыны анықталды, экспозиция уақыты 1 мин бензол-оттегі жалынында төмен қысымда. Бірнеше қабатты графенді никельді субстратта алуға болады, әсер ету уақыты 5 мин атмосфера қысымында пропан-оттегі жалынында.

### Әдебиеттер тізімі:

1. Kumar N., Kumbhat S. Essentials in Nanoscience and Nanotechnology. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2016, 470
2. Мансұров З.А., Приходько Н.Г., Савельев А.В. Образование ПЦАУ, фуллеренов, углеродных нанотрубок и сажи Алматы: «Қазақ университеті» 2012. – 379 с.