

Дәріс 10. Графен, олардың түрлері: бір қабатты және көп қабатты графен, қасиеттері, қолдану аясы

Графен – молекулалық байланыс ұзындығы 0,142 нм болатын sp^2 байланысқан атомдар жазықтығы түріндегі көміртегінің аллотропы. Бұл 2D материалы, ұяшық құрылымындағы көміртегі атомдарының бір қабаты. Бір-бірінің үстіне жиналған графен қабаттары жазықаралық аралығы 0,335 нм болатын графитті құрайды. Графиттегі графеннің жекелеген қабаттары графиттен графенді бөлу кезінде ван дер-Ваальс күштері ажыратылады.

Графен барлық басқа өлшемдегі графиттік материалдар үшін негізгі құрылыс материалы ретінде қарастырылады. Оны фуллерендерге, бір өлшемді нанотүтікшелерге айналдыруға, үш өлшемді графитке жинақтауға болады. Сондықтан графен барлық көміртек негізіндегі наноматериалдардың анасы деп аталады.

70 жылдан астам уақыт бұрын Ландау мен Пейерлс 2D кристалдары термодинамикалық тұрақсыз және табиғатта бола алмайды деп дәлелдеді. Сондықтан, 2D кристалдар 3D құрылымдарының ажырамас бөлігі болып табылып келді. Алайда графиттен графенді бірінші 2D материал ретінде 2004 жылы Манчестер университетінен Андрей Гейм мен Константин Новоселов бөліп алды. 2010 жылы оларға «екі өлшемді материал графенге қатысты жаңа эксперименттері үшін» физика бойынша Нобель сыйлығы берілді.

Гейм мен Новоселов бірінші рет жоғары бағытталған пироликалық графиттің микромеханикалық бөлінуімен графенді бөліп алды. Бұл «Скотч» немесе «Пиллинг» әдісі деп те аталады. Әдетте, скотч графиттен графен қабаттарын алу үшін қолданылады, яғни скотчтың көмегімен графеннен графиттен алынып, содан кейін графені бар сточты табаншаға басу арқылы алады.

Графеннің одан әрі дамуын зерттеу 2008 жылы жарияланған Риттер және Лайдингтің зерттеу жұмыстарынан табуға болады. Авторлар өткізгіш субстратқа 2-10 нм өлшемді графенді тұндыру үшін механикалық қабыршақтану әдісін пайдаланды. Бұл бұрынғы жұмыстар графеннің электрондық құрылымын эксперименталды түрде зерттеуге мүмкіндік берді және графен негізіндегі наноэлектрониканы дамыту үшін негіз болды. Дегенмен, бұл әдістің төмен кірістілігі оның жаппай өндіріске қолданылуын айтарлықтай шектейді. Сондықтан графеннің жоғары өндірісін қамтитын балама әдістерді қолданған жөн.

Халықаралық стандарттау ұйымы анықтамалардағы сәйкессіздікті болдырмау үшін 2017 жылы графен мен оның туындыларын түсіндіру үшін әртүрлі терминологияларды ұсынды. ISO негізінде таңдалған терминологияларды келесідей сипаттауға болады: •Графен: көміртегі атомдарының бір қабаты. Ол сондай-ақ моноқабатты графен немесе бір қабатты графен деп аталады • Екі қабатты графен: екі жақсы анықталған қабаттасқан графен қабаты; • Аз қабатты графен: 3-10 жақсы анықталған қабаттасқан графен қабаттары. • Графен нанопластинасы: бүйірлік өлшемдері ~ 100 нм-ден 100 мкм-ге дейін және қалыңдығы 1 және 3 нм аралығындағы графен.

Таза графен су, полимерлі шайырлар және басқа қарапайым еріткіштер сияқты сұйықтықтарда ерімейді. Сондықтан әртүрлі жалпы еріткіштерде оның қажетті қасиеттерін айтарлықтай өзгертпестен дисперсті болу үшін графенге белгілі бір функционалды топтарды физикалық немесе химиялық жолмен бекіту қажет. Графенді функционализациялауды әртүрлі топтар әртүрлі жаңа стратегияларды қолдана отырып жүзеге асырды.

Әдебиеттер тізімі:

1. Kumar N., Kumbhat S. Essentials in Nanoscience and Nanotechnology. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2016 P. 470
2. Geim A., Novoselov K. (2007) The rise of graphene. Nature Mater 6:183-191, doi: 10.1038/nmat1849

3. Sur U.K. (2012) Graphene: A Rising Star on the Horizon of Materials Science. *International Journal of Electrochemistry* 237689:1-12, doi: 10.1155/2012/237689
4. Stafford J., Patapas A., Uzo N., Matar O.M., Petit C. (2018) Towards scale-up of graphene production via non-oxidizing liquid exfoliation methods. *AIChE Journal* 64 (9):3246-3276, doi: 10.1002/aic.16174
5. Kumar N., Salehiyan R., Chauke V., Botlhoko O.J., Setshedi K., Scriba M., Masukume M., Ray S.S. (2021) Top-down synthesis of graphene: A comprehensive review. *FlatChem* 27:100224, doi: 10.1016/j.flatc.2021.100224