

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»  
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XVIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS  
of the XVIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023  
Астана**

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**  
**G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-337-871-8**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**

**ISBN 978-601-337-871-8**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2023**

Увеличение концентрации фуллерена  $C_{60}$  приводит к уменьшению ширины оптической зоны, такие же результаты были получены в работе [4]. Эти композиты имеют потенциальное применение в различных областях, включая фотовольтаику и оптоэлектронные устройства. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы полностью понять электронные свойства полистироловых/фуллереновых композитов и оптимизировать их производительность в этих приложениях.

### Список использованной литературы

1. [Peter Petrik](#), Optical thin film metrology for optoelectronics // Journal of Physics: Conference Series 398 (2012) 012002 DOI:[10.1088/1742-6596/398/1/012002](#)
2. Alekseeva, O. V., Bagrovskaya, N. A., Noskov, A. V., Kraev, A. S., & Agafonov, A. V.. Dielectric parameters of polystyrene films modified with fullerenes // Russian Journal of Applied Chemistry. 2013 86(4) P.564–567. doi:10.1134/s1070427213040198
3. Katz, E. A. . Fullerene Thin Films as Photovoltaic Material // Nanostructured Materials for Solar Energy Conversion, 2006 P.361–443. doi:10.1016/b978-044452844-5/50014-7
4. N. M. Elsayed, O. F. Farag, M. H. Elghazaly, D. A. Nasrallah. Investigation of the Effects of Fullerene addition and Plasma Exposure on Optical Properties of Polystyrene Films // IOSR Journal of Applied Physics (IOSR-JAP) e-ISSN: 2278-4861. Volume 7, Issue 6 Ver. II (Nov. - Dec. 2015), P. 64-70

ӘӨЖ 61:549.21.004.14

## ЭНЕРГИЯНЫ САҚТАУ ЖӘНЕ ТҮРЛЕНДІРУ ҮШІН 2D КРИСТАЛДАР МЕН ГИБРИДТІК ЖҮЙЕЛЕР

Жарқымбекова Аида Полатқызы  
aidazhar66@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Ядролық физика, жаңа материалдар және технологиялар кафедрасының 2 курс магистранты, Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – Абуова Ф.У., Ph.D доктор, профессор.

2D кристалдар және гибриді жүйелер бірегей электрондық, оптикалық және механикалық қасиеттеріне байланысты энергияны сақтау және өңдеу үшін жоғары потенциалы бар екендігін көрсетті. Көміртек атомдарының бір қабатынан тұратын екі өлшемді кристалл графен жоғары электр және жылу өткізгіштікке және үлкен беттік ауданына байланысты жан-жақты зерттелген. Осы қасиеттері оларды суперконденсаторлар мен батареялар сияқты энергияны сақтау үшін перспективалы үміткер етеді. Графен негізіндегі электродтар жоғары энергия тығыздығы мен жоғары зарядтау жылдамдығын көрсетті, бұл оларды электр көліктері мен портативті электроникада пайдалану үшін өте қолайлы етеді.

Гибриді материалдар – әртүрлі химиялық және физикалық қасиеттері бар екі немесе одан да көп компоненттерден тұратын материалдар. Гибриді материалдың электрондық құрылымы жеке компоненттердің электрондық қасиеттерімен және олардың бір-бірімен әрекеттесуімен анықталады.

Графен және онымен байланысты екі өлшемді кристалдар мен гибриді жүйелер пайда болатын энергия қажеттіліктерін қанағаттандыра алатын бірнеше негізгі қасиеттерді көрсетеді, атап айтқанда, портативті және тозатын энергияны түрлендіру және сақтау құрылғыларының үнемі өсіп келе жатқан нарығы үшін. Графеннің икемділігі, бетінің үлкен ауданы және химиялық тұрақтылығы оның жоғары электр және жылу өткізгіштігімен үйлесіп, оны отын мен бояумен сенсбилизацияланған күн батареяларында катализатор

ретінде перспективалы етеді. Химиялық функционалды графен сонымен қатар аккумуляторлар мен суперконденсаторлардағы иондық бөлшектер мен электр зарядының сақталуы мен таралуын жақсарта алады. Екі өлшемді кристалдар графеннің қасиеттерін толықтыратын оптоэлектрондық және фотокаталитикалық қасиеттерді қамтамасыз етеді, бұл сутекті өндіруге арналған ультра жұқа фотоэлектрлік құрылғыларды немесе жүйелерді жасауға мүмкіндік береді. Мұнда біз графенді және онымен байланысты материалдарды энергияны түрлендіру және сақтау үшін пайдалануды қарастырамыз, болашақ қосымшалардың жол картасын белгілейміз.

Қазіргі таңда энергияны түрлендіру мен сақтаудың экологиялық таза тәсілдерін дамыту біздің қоғам алдында тұрған басты міндеттердің бірі болып табылады. Тағатын құрылғылардағы энергияны түрлендіру және сақтау «бөлшектердің» шоғырлануына және босатылуына мүмкіндік беру үшін бет-массаға қатынасы (арнайы бетінің ауданы (SSA) ( $\text{m}^2/\text{г}$ )) литий иондары сияқты икемді, жеңіл, өткізгіш материалдарды қажет етеді.

Графен парағы  $2630 \text{ m}^2/\text{г}$  теориялық SSA-дан тұрады [1]. Бұл осыған дейін айтылған қара көміртекті (әдетте  $900 \text{ m}^2/\text{г}$  аз) [2] немесе  $\approx 100$ -ден  $1000 \text{ m}^2/\text{г}$  [1] дейін көміртекті нанотүтіктер (CNTs) үшін біршама жоғары және белсендірілген көмірге ұқсас (кеуекті болуы үшін оттегімен өңделген көмір) [3].

SSA үлкен болатын графенді оның жоғары электр өткізгіштігімен [4], жоғары механикалық беріктігімен [5], функционалдық қарапайымдылығымен [6] оны энергетикада қолдануға болатын тамаша платформаға айналдырады. Мысалы, күн батареяларына арналған мөлдір өткізгіш электрод немесе литий-ионды батареялар мен суперконденсаторлардағы жоғары сыйымдылық икемді электрод сияқты энергетикалық қолданбалар. Сондай-ақ, химиялық функционализация мен қисықтықты бақылаудың үйлесімділігі сутегін сақтаудың жаңа мүмкіндіктерін ашады [8,9]. Басқа екі өлшемді (2D) кристалдар, мысалы, өтпелі металл дихалкогенидтері (TMD) (мысалы,  $\text{WS}_2$ ,  $\text{MoS}_2$  және  $\text{WSe}_2$ ) оқшаулағыш, жартылай өткізгіш және металдық қасиеттерді көрсетеді және графенмен бірге жаңа құрылғы архитектурасын жасауға мүмкіндік береді [10]. Графенге келетін болсақ, бұл материалдарды икемді беттерге біріктіріп, жаппай өндіруге болады. Екі өлшемді кристалдардың тағы бір класы MAX фазалары деп аталатын қабаттастыру арқылы алынған MXenes болып табылады: қабаттасқан, алтыбұрышты карбидтер мен нитридтер, интеркаляция арқылы қабаттарының арасына әртүрлі иондар мен молекулаларды орналастыра алады [11,12]. MXene парақтары литий-иондық батареялар, суперконденсаторлар және сутегі қоймалары [13] сияқты энергияны қолдану үшін перспективалы болып табылады. Кейбір 2D кристалдары шеттерінің үлкен фотокаталитикалық қасиеттеріне байланысты отын элементтерінде және суды бөлу қолданбаларында пайдалану үшін перспективалы болып табылады [14]. Графен және CNT сияқты басқа наноматериалдармен гибридтерді жасау суперконденсаторлар [15] сияқты энергия сақтау құрылғыларында, сондай-ақ фотогальваникада қолданыс таба алады. Оңтайландыру үшін графенді, басқа екі өлшемді кристалдар және гибридті жүйелерді графен және оған туыстас материалдар (GRM) ретінде аламыз [16].

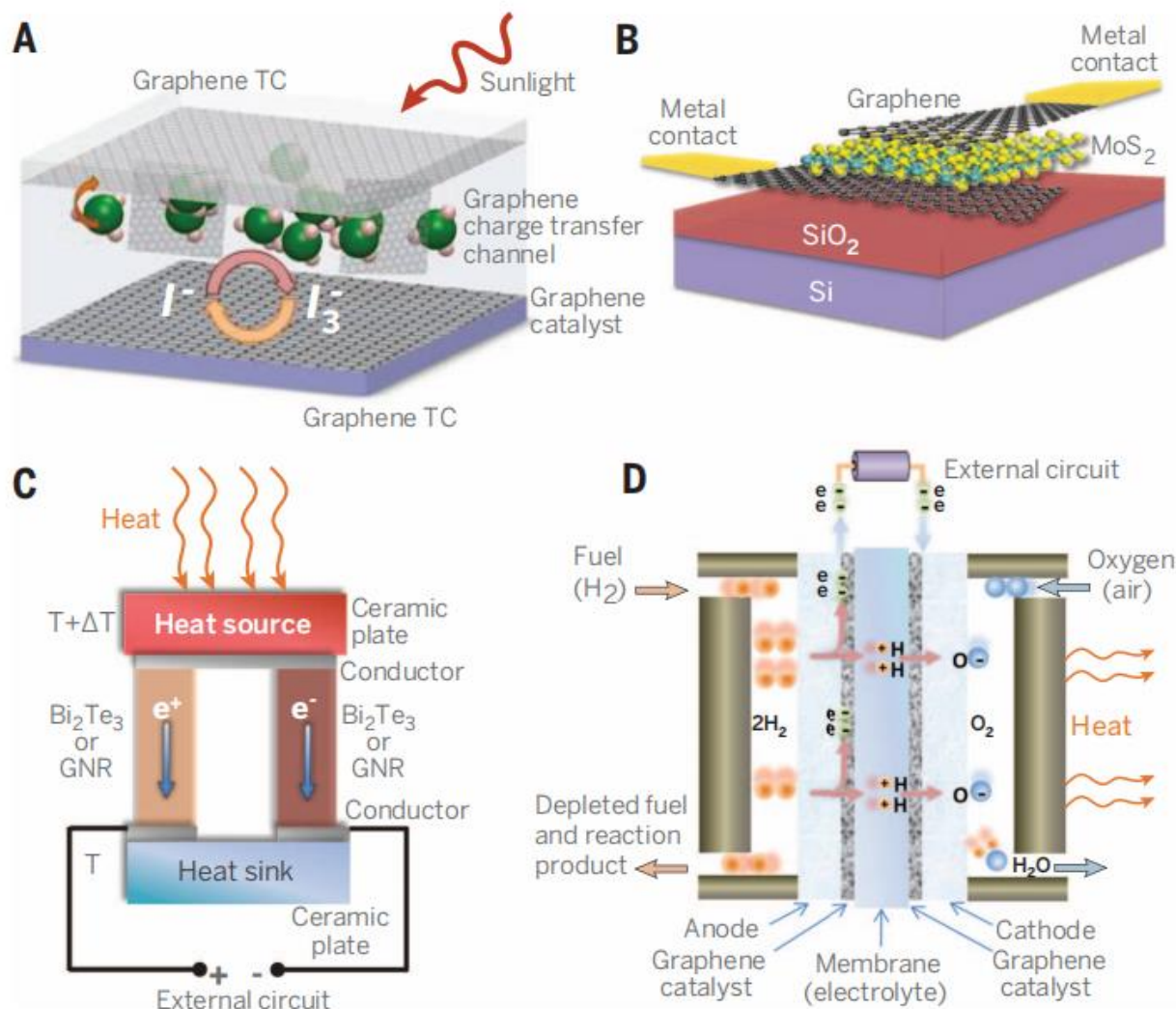
Күн батареяларында, термоэлектрлік құрылғыларда және отын элементтерінде энергияны түрлендіру

Фотоэлектрлік (PV) құрылғыға немесе күн батареясына түсетін сәуле белсенді материалда электронды-тесік жұптарын жасайды, содан соң бөлініп, электродтарға тасымалданады. Мысалы, 1A-суретте (DSSC) бояғышы бар сезімтал күн батареясына қатысты [17]. Графеннің жолақ аралығы болмағандықтан және толқын ұзындығына қарамастан [18] келетін сәулеленудің 2,3% жұтатындықтан, ол қазіргі таңда қолданылатын жартылай өткізгіштерге қарағанда әлдеқайда кең спектрді түсіре алады (салыстыру үшін, кремний қабаты графенмен бірдей қалыңдықта  $500 \text{ нм}$  толқын ұзындығында түсетін сәулеленудің  $\sim 0,03\%$  сіңіреді [19]). Графен бейорганикалық және органикалық күн ұяшықтарында мөлдір өткізгіш электродтар [20,21] және қарсы электродтар [22,23] сияқты

эртүрлі функцияларды орындай алады. Электромагниттік спектрдің көрінетін аймағындағы жолақ аралығы ( $\text{MoS}_2$  (1B-сурет) сияқты) және химиялық функционалдық графені бар басқа қабатты материалдар (LMs) жұтылған фотондарды электрондарға түрлендіретін фотосенсибилизаторлар ретінде қолданылуы мүмкін [17]. Сондай-ақ графен наноленталары (GNRs) жолақ аралығының жанында жоғары оптикалық сіңіруді қамтамасыз етеді [24].

Термоэлектрлік құрылғыда электрондар мен саңылаулармен легирленген кристалдар арасындағы потенциалдар айырымы 1C-суретте көрсетілгендей температура градиенті арқылы жасалады. GNRs немесе жасанды ақаулары бар графен PbTe немесе  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  және олардың қорытпаларына [24] негізделген кәдімгі термоэлектрлік материалдармен салыстырғанда, конверсия тиімділігін (сыртқы жүктемеге берілетін энергия мен сіңірілетін жылу энергиясының арақатынасы) азайтудан басқа, қоршаған ортаға әсері және шығындар потенциалын жақсарту алады.

Осылайша, анод пен катодта тотығу-тотықсыздану реакциялары арқылы химиялық энергияны түрлендіру арқылы электр энергиясы өндірілетін отын ұяшықтары құрылғыларды (1D-сурет) [25,26] GRMs-тің артықшылығы ретінде қолдануға болады, яғни, платина сияқты қымбаттырақ асыл металдарды икемді және жеңіл құрылғыларға ауыстыруға мүмкіндік беретін қосымша катализаторлар ретінде пайдалану.



1- Сурет - (А) Энергияны түрлендіру құрылғылары. Мәтінде егжей-тегжейлі көрсетілгендей, бірнеше құрамдас бөліктерде қолданылатын графені бар (DSSC) бояғышпен сезімтал күн батареясының диаграммасы. (В) Гетероструктуралық (графен/ $\text{MoS}_2$ /графен) фотоэлектрлік құрылғы. (С) LM  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  немесе GNR

негізіндегі термоэлектрлік құрылғыда электр энергиясын өндірудің схемалық суреті. Температура градиенті  $\Delta T$  материалдағы заряд тасымалдаушылардың диффузиясын тудырады, бұл токтың сыртқы контур арқылы өтуін қамтамасыз етеді. (D) Протон алмасу мембраналық отын жасушалары [26]. Ұяшықтың бір жағынан бағытталған отын (мысалы,  $H_2$ ) катализатор (уақыт электроды) арқылы  $H^+$  және  $e^-$  иондарына бөлінеді. Электрондар сыртқы контурда ток тудырады, содан кейін катодта  $H^+$  және тотықтырғышпен ( $O_2$ ) қосылып, су мен жылуды түзеді.

#### Энергияны сақтау

Қазіргі заманғы энергия сақтау құрылғылары литий иондарын, электр зарядтарын, сутегі атомдарын немесе молекулаларын ұстауға және босатуға негізделген. Мысалы, қазіргі уақытта портативті электроникада жиі қолданылатын литий-ионды батареялар [27] интеркалирленген литий қосылыс катодынан, графиттік анодтан және электролиттен тұрады. Бұл қайта зарядталатын батареялардың өнімділігі үшін өте маңызды литий иондарын сақтаудың гравиметриялық қабілеті (батарея салмағының граммына жинақталған заряд). Графитпен салыстырғанда графен және басқа да соған байланысты материалдардың теориялық гравиметриялық сыйымдылығы жоғары [28]. Сонымен қатар, графенді пайдалану икемді және/немесе созылатын батарея құрылғыларын жасауға мүмкіндік береді [29]. Осыған ұқсас артықшылықтар қазіргі уақытта электролиттермен [30] сіңдірілген екі симметриялық белсендірілген көмір электродтары негізінде электрод/электролит жүйелерін пайдалану арқылы қалыптасатын электрохимиялық қос қабатты конденсаторларға (EDLC) да қатысты. Уақыттың басқа маңызды қасиеттері құрылғының жұмыс температурасының диапазонындағы электрохимиялық және термиялық тұрақтылық болып табылады (–50-ден  $100^\circ C$  дейін).

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. A. Peigney, Ch. Laurent, E. Flahaut, R. R. Bacsa, A. Rousset, Specific surface area of carbon nanotubes and bundles of carbon nanotubes. *Carbon* 39, 507–514 (2001). doi: 10.1016/S0008-6223(00)00155-X
2. J. B. Donnet, R. C. Bansal, M.-J. Wang, *Carbon Black Science and Technology* (Marcel Dekker, New York, 1993).
3. Y. Zhu et al., Carbon-based supercapacitors produced by activation of graphene. *Science* 332, 1537–1541 (2011). doi: 10.1126/science.1200770; pmid: 21566159
4. A. K. Geim, K. S. Novoselov, The rise of graphene. *Nat. Mater.* 6, 183–191 (2007). doi: 10.1038/nmat1849; pmid: 17330084
5. C. Lee, X. Wei, J. W. Kysar, J. Hone, Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene. *Science* 321, 385–388 (2008). doi: 10.1126/science.1157996; pmid: 18635798
6. S. Park, R. S. Ruoff, Chemical methods for the production of graphenes. *Nat. Nanotechnol.* 4, 217–224 (2009). doi: 10.1038/nnano.2009.58; pmid: 19350030
7. F. Bonaccorso et al., Production and processing of graphene and 2d crystals. *Mater. Today* 15, 564–589 (2012). doi: 10.1016/S1369-7021(13)70014-2
8. D. C. Elias et al., Control of graphene's properties by reversible hydrogenation: Evidence for graphane. *Science* 323, 610–613 (2009). doi: 10.1126/science.1167130; pmid: 19179524