

## **СПЕЦИФИЧНИ ОСОБЕНОСТИ, ПАРАМЕТРИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРАФЕНОВИ АКУМУЛАТОРНИ БАТЕРИИ**

**Ирена Божичкова, Мартин Златков, Мартина Томчева**

[milenum\\_26@abv.bg](mailto:milenum_26@abv.bg) [dj\\_marti79@mail.bg](mailto:dj_marti79@mail.bg) [martito\\_666@abv.bg](mailto:martito_666@abv.bg)

***Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”  
гр. София, ул. „Гео Милев” 158  
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ***

**Ключови думи:** Акумулаторна батерия, електромобил, източник на електрическа енергия, електродвигател, литиевойонни, литиевополимерни, графен, литий, литиево титанатна, никел-метал-хидридна, оловнокиселинни, химически източник, заряд-разряд, автономно захранване, химични реакции, електролит.

**Резюме:** Акумулаторната батерия е един от основните елементи на електромобила. Тя е източник на електрическа енергия, необходима за захранване на електродвигателя (електродвигателите). Темата на доклада е изцяло насочена към графенови акумулаторни батерии, както и тенденциите за развитието им.

Електрическата батерия е химически източник на ток, чиято основна специфика е обратимостта на вътрешните химични процеси. Това осигурява многократното ѝ циклично използване (чрез заряд-разряд) за съхранение на енергия и автономно захранване на различни електрически устройства и оборудване, както и за осигуряване резервни източници на енергия в медицината, производството, транспорта и в други области.

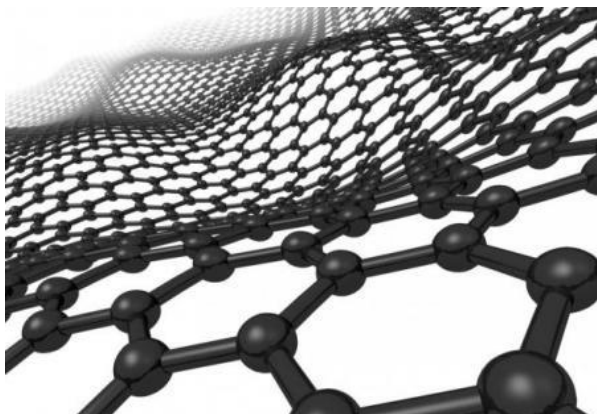
В доклада, са представени основни данни за графенови акумулаторни батерии и кратка история на изобретението. Разгледани са подробно с фигури и схеми устройството и принципът на действие, като са представени електрохимичната схема и химичните реакции, които описват зарядно-разрядния процес. Дадени са химичните съединения и елементи от които са съставени електролита и електродите, както и тяхното устройство. Представени са в табличен вид основните параметри за съответния акумулатор. Описани са предимствата и недостатъците му. С наличните данни може да бъде направена съпоставка между различните видове акумулаторни батерии.

### **Увод.**

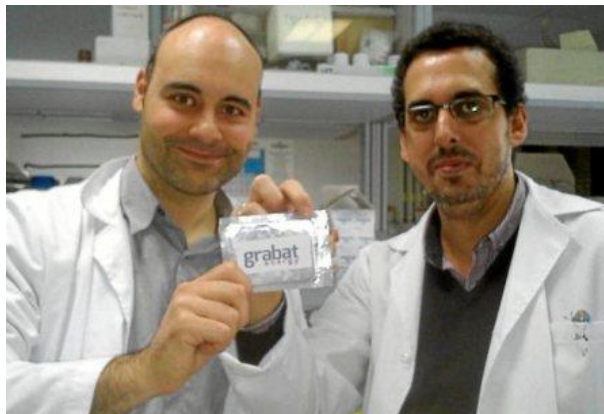
Графенът (фиг. 1) е слой от въглеродни атоми с дебелина един атом, разположен в шестоъгълната решетка (под формата на шестоъгълници). Това е градивен елемент на въглерода (вид графит), но самият графен е вещество с много невероятни свойства, които постоянно му приписват името „материал-чудо“ [1].

## История на изобретението

През 2004 г. руските учени Константин Новоселов и Андрей Гейм (фиг. 2), работещи в Манчестърския университет (Манчестър, Великобритания), успяха да получат графен върху субстрат (извлечение от някакъв материал) от силициев оксид. Това е стабилен двуизмерен филм, поради свързането му с тънък слой оксид (диелектрик). Параметрите на въглероден филм с дебелина един атом (милион пъти по-тънка от лист хартия), като електропроводимост, бяха измерени от учените. Новоселов и Гейм получиха Нобелова награда през 2010 г за тяхното откритие.



Фиг. 1. Кристална решетка на графен



Фиг. 2. Изобретатели на графеновата батерия

## Качествата на графена

Днес графенът с право може да се нарече революционен материал на 21-ви век. Тази версия на въглеродното съединение е най-тънката, и има най-висока електрическа проводимост. Днес за изследване на графен са отделени няколко милиарда долара и според учените този материал може да замени силиция в производството на полупроводници. Графен несъмнено ще промени света на технологиите през следващите години, не на последно място, защото е евтин за производство и е много често срещан в природата. Всяка държава го има в изобилие.

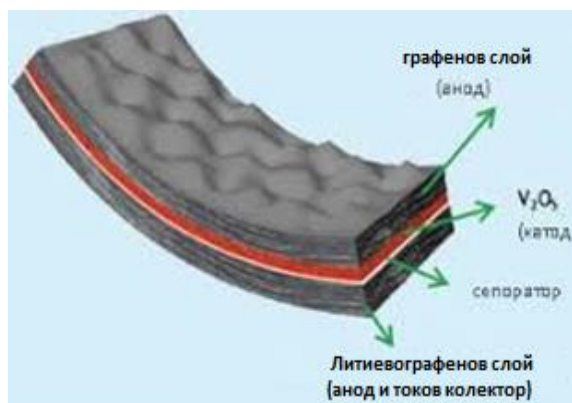
## Устройство на графеновата батерия

Диамантът, графитът и въгленът са въглерод в различни триизмерни кристални решетки. Графенът е от нов вид кристали - двуизмерни, плоски. Разцепеният кристал отново става обемен, но учените успяват да ограничат двуизмерната структура и да я „принудят“ да работи под формата на галванична клетка. Външно изглежда като купчина от няколко листа хартия, но милион пъти по-тънка - само 91 пикометра (фиг. 3).

Откривайки графен, учените направиха огромен пробив не само в областта на електрониката, но и в областта на производството на батерии. Монофилмът от този материал натрупва заряд много бързо, тъй като само 1 атом устоява на потока на електроните.

Днес широко се използват 2 вида такива батерии:

- с литиевокобалтатен анод ( $\text{LiCoO}_2$ ) и католен с монофилм катод. Такива батерии имат доста висока цена, въпреки че



Фиг. 3. Устройство на графеновата клетка

това е напълно оправдано от ефективността на батериите.

- с магнезиев оксид като анод ( $MnO_2$ ). Магнезият не е толкова ефективен като литиевия кобалтат, но цената му е много по-ниска и е по-малко опасна за хората. Ето защо именно магнезиево-графеновите батерии придобиха по-голямо развитие. По принципа на работа графеновите батерии практически не се различават от обикновените акумулаторни батерии. Разликата се прави само от процесите, протичащи вътре в устройствата. Според тях графеновите батерии са най-подобни на литиево-полимерните. Основната разлика в работата е по-бързото натрупване на електрически заряд.

Междувременно инженерите от Испания разработиха акумулаторна батерия от ново поколение на базата на графен. Оказа се, че е със 77% по-евтин от литиевите батерии, два пъти по-лек по тегло и поради уникалните електропроводими свойства на графен, той може да бъде напълно зареден само за 8 минути и това зареждане ще бъде достатъчно за електрически автомобил (фиг. 4) да измине 1000 километра. Новите батерии вече са тествани от

две немски автомобилни компании. Електрическият автомобил се счита за много обещаващ вид транспорт, въпреки по-ниската му мощност и скорост, в сравнение с традиционните превозни средства с течно гориво, тъй като задоволява основните нужди за придвижване на повечето хора. Най-модерните електромобили с литиеви батерии изискват няколко часа за зареждане, докато има достатъчно заряд за пробег едва 300 километра [2].



Фиг. 4. Графенова батерия за електромобил с 3000 цикъла заряд-

### Свойства на графена

Графенът е изключително лек, лист от 1 квадратен метър тежи 0,77 грама, той е прозрачен, гъвкав, водоустойчив, 200 пъти по-здрав от стоманата и в същото време не представлява заплаха за околната среда. След повреда материалът се възстановява лесно. Свръхвисоката електрическа проводимост на графена дава възможност да се постигне скорост на преноса на електрони в полупроводникови елементи, 100 пъти по-голяма от тази на съвременните силициеви полупроводници. Графенът лесно пренася топлина, генерира електричество и е в състояние да променя свойствата си в комбинация с други материали - дори и най-малките хелиеви атоми могат да се пресичат в него [3][6]. В края на 2015 г. Graphenano откри завод с площ над 7000 квадратни метра за производство на графено-полимерни батерии в испанския град Йекла, благодарение на съвместни усилия с екип от химици от Националния университет в Кордоба и Grabat Energy. Създадено е специално оборудване за осигуряване на 20 монтажни линии с капацитет до 80 милиона клетки годишно. Първите батерии са планирани за пускане през 2017 г. Тези батерии няма да произвеждат газ и няма да бъдат запалими, казва Graphenano, дори късо съединение



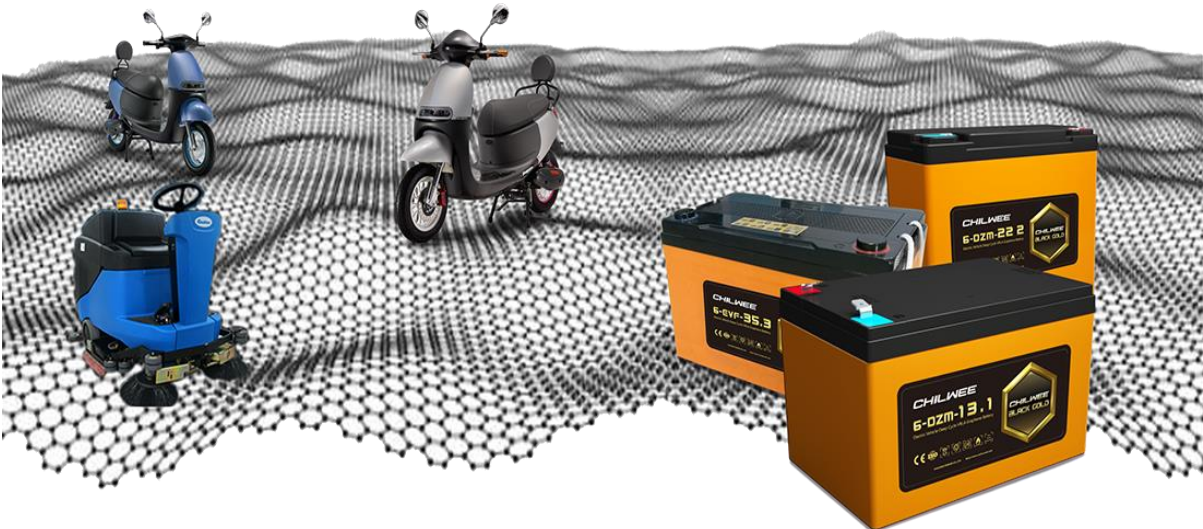
няма да бъде страшно за тях. Полимерът е сертифициран в сътрудничество с институтите Dekra (Испания) и TUV (Германия).



Фиг. 5. Графенова батерия за електромобил

Резултатите от тестовете вече са надхвърлили енергийна плътност 1000 вата на килограм за новия графенов полимер. Не е изненадващо, че Graphenano сключи споразумения за сътрудничество с много лидери в авиационната и автомобилната индустрия, както и с компаниите за възобновяема енергия [4][5][6][9].

VRLA батерията CHILWEE BG (BLACK GOLD) (фиг. 6) е специално проектирана на базата на технологията Graphene, която подобрява капацитета на батерията, мощността, издръжливостта на батерията и температурния диапазон.



Фиг. 6. Графенови акумулатори на фирмата CHILWEE "ЧЕРНО ЗЛАТО" модели: 6-DZF-13, 6-DZF-22, 6-DZM-35

Серията CHILWEE BG (BLACK GOLD) осигурява по-дълъг живот на батерията, повече мощност и изключително дълъг живот за използване като тягова батерия за устройства, които изискват автономно постоянно-токови захранвания. Безупречната репутация на производителя е надеждна гаранция за качеството на батериите и спазването на декларираните технически характеристики. Тази батерия е направена от един от световните лидери в проектирането и производството на тягови батерии. Акциите на компанията са котираны на световните фондови борси. CHILWEE GROUP е едно от 500-те най-големи предприятия в Китай и е включено в списъка на ключовите високотехнологични национални предприятия [7].

Разработена на базата на Graphene Technology, батерията BG (BLACK GOLD) може да се използва за по-дълго време с едно зареждане. Батерията е мощна и изключително дълготрайна: над 900 цикъла при 75% дълбочина на разреждане (DOD).

Уникалната структура на капака на контейнера и батерията позволява ефективно възстановяване на отделяния газ и спомага за намаляване на загубата на вода и в резултат на това предотвратява преждевременното изхвърляне на плочите. Контейнерът има атрактивен външен вид и е лесен за инсталиране.

#### **Предимства на графеновия акумулатор:**

- няма опасност от пожар;
- значително по-ниско тегло в сравнение с оловно-киселинни батерии;
- 2 пъти по-лек от литиевойонна батерия;
- графеновата батерия е доста по-евтина от литиевата;
- висока якост и устойчивост на влага;
- лекота при поправяне на щети;
- пълно зареждане само за 10-15 минути;
- висока специфична мощност (достига 1000 W / kg);
- евтини суровини, тъй като графенът е често срещан в природата [8].

#### **Предимства на графена:**

- висока топлопроводимост;
- висока електропроводимост;
- бързо натрупва заряд;
- тънък;
- евтин;
- лек (1m<sup>2</sup> тежи 0,77g);
- прозрачен;
- гъвкав;
- водоустойчив;
- 200 пъти по-здрав от стоманата;

#### **Недостатъци:**

- сложна и скъпа технология за производство.

#### **Използвана литература:**

[1] <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8A%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B4>

[2] <http://elektrik.info/main/news/1067-grafenovye-akkumulyatory-tehnologiya-kotoraya-izmenit-mir.html>

[3] [https://220volt.com.ua/akkumulatornie-batarei/tip\\_elementa\\_svintsovo-uglerodnie/](https://220volt.com.ua/akkumulatornie-batarei/tip_elementa_svintsovo-uglerodnie/)

[4] <https://greentech.bg/archives/65369>

- [5] <https://graphene.ltd/akumulatori-i-baterii/>  
[6] <https://naukatehnika.com/grafenovyj-akkumulyator-perevorot-v-mire-texnologij.html>  
[7] <https://chilwee-shop.ru/p354082370-grafenovyj-akkumulyator-chilwee.html>  
[8] <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%BD>  
[9] <https://3batareiki.ru/akkumulyatory/avtomobilnye-akkumulyatory/grafenovyj-akkumulyator-sovremennye-tehnologii>

## **SPECIFIC FEATURES, PARAMETERS AND CHARACTERISTICS OF GRAPHEN BATTERIES**

**Irena Bozhichkova, Martin Zlatkov, Martina Tomcheva**

*Todor Kableshkov University of Transport  
Sofia, 158 Geo Milev Str.  
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

**Keywords:** *Rechargeable battery, electric car, power source, electric motor, lithium ion, lithium polymer, graphene, lithium, lithium titanate, lithium ferrophosphate, LiFePO<sub>4</sub>, nickel metal hydride, lead acid, chemical source, charge-discharge, autonomous power supply, chemical reactions, electrical.*

**Summary:** *The rechargeable battery is one of the main elements of the electric car. It is a source of electricity needed to power the motor (s). The topic of the report is entirely focused on graphene batteries, as well as trends in their development.*

*The electric battery is a chemical source of current, whose main specificity is the reversibility of internal chemical processes. This ensures its repeated cyclic use (by charge-discharge) for energy storage and autonomous power supply of various electrical devices and equipment, as well as for providing backup energy sources in medicine, manufacturing, transport and other fields.*

*The report presents basic data on graphene batteries and a brief history of the invention. The device and the principle of operation are considered in detail with figures and diagrams, as the electrochemical scheme and the chemical reactions, which describe the charging-discharge process, are presented. The chemical compounds and elements of which the electrolyte and electrodes are composed, as well as their device are given. The main parameters for the respective battery are presented in tabular form. Its advantages and disadvantages are described. With the available data, a comparison can be made between the different types of batteries.*