

УДК 621.35: 546.26

**Разумовський Б.О., студент спеціальності 132 Матеріалознавство**

**Науковий керівник: Слупська Ю.С., доцент кафедри механічної і біомедичної інженерії**

*(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)*

### АКУМУЛЯТОРИ З ГРАФЕНОМ – МОЖЛИВЕ МАЙБУТНЄ

Сучасний світ неможливо уявити без смартфонів, планшетів та електромобілів. Функціонування цих пристроїв значною мірою залежить від надійності акумуляторів, які потребують вдосконалення в швидкості заряджання, безпеці, тривалості роботи тощо. Одним із перспективних матеріалів для новітніх акумуляторних систем є графен.

Графен був відкритий у 2004 році фізиками Костянтином Новосьоловим та Андрієм Геймом, за що вони отримали Нобелівську премію у 2010 році [1]. Він є першим дослідженим двовимірним матеріалом із унікальною гексагональною структурою товщиною в один атом, яка забезпечує йому вражаючі властивості. Графен можна отримати навіть у домашніх умовах за допомогою скотчу: для цього потрібно взяти графіт, наприклад, з олівця, і відрізати шматок скотчу довжиною 10 см. Липкий бік скотчу прикладається до графіту, після чого обережно відривається. Потім потрібно з'єднати липкі сторони навпіл, і розтягувати їх в різні боки 10-15 разів. Після цього скотч прикладається до чистої поверхні та обережно відривається. Графен залишиться на поверхні, готовий до спостереження [2].

Фізико-хімічні характеристики графену є унікальними: він має високу міцність, здатність до розтягування на 20% та велику теплопровідність, яка перевищує теплопровідність міді. Завдяки цим властивостям, графен здатний витримувати вагу, непропорційну своїй: один квадратний метр матеріалу, що важить 1 мг, може витримати вагу до 4 кг. Висока електропровідність графену забезпечує електронам рух з мінімальним опором, що сприяє ефективному проведенню струму [3].

Графен знаходить застосування у різних галузях – від авіабудування до виробництва дисплеїв для смартфонів. Проте особливий інтерес становить його використання в акумуляторах. Інцидент із літій-іонними акумуляторами Samsung Galaxy Note 7 у 2016 році, коли через перегрів батареї сталися численні випадки займання, підсилив увагу до розробки безпечніших накопичувачів енергії [4].

Акумулятори з графеном мають покращені експлуатаційні характеристики, що привернуло увагу компаній-лідерів, таких як Samsung та Huawei [5; 6]. Проте, відносно нещодавно компанія Nanotech Energy створила незаймісті літій-іонні акумулятори з графеновими електродами та запатентованим електролітом [7]. Завдяки розтягу, графен витримує зміни об'єму електродів під час циклу, а це зменшує ризик короткого замикання. Через високу електропровідність графен знижує опір акумулятора, що зменшує виділення тепла і, відповідно, ризик перегріву [8]. У таблиці 1 наведено порівняння звичайних літій-іонних акумуляторів і з додаванням графену.

Таблиця 1

Порівняння характеристик акумуляторів

<i>Параметри</i>	<i>Літій-іонні акумулятори</i>	<i>Акумулятори з графеном</i>
Швидкість заряджання	1-2 години	15-30 хвилин
Тривалість роботи	300-500 циклів	1000+ циклів
Стійкість до температури	0°C - 60°C	-20°C - 80°C
Щільність енергії	~150-200 Wh/kg	~400-1000 Wh/kg
Безпека	Середня	Висока
Вартість	Доступна	Висока, але знижується

Із порівняння видно, що використання графену дозволяє збільшити швидкість заряджання, стійкість до температурних коливань та підвищити безпеку акумуляторних систем.

Компанія Nanotech Energy не єдина, хто працює над впровадженням графенових акумуляторів. Індійська компанія Komaki у жовтні цього року аносувала випуск нових електротрайків Cat 3.0 NXT для операторів «останньої милі» з акумуляторами на вибір: Graphene та LiFePO<sub>4</sub>. Обидва акумулятори є вогнестійкими, версія з графеном забезпечує запас ходу до 180 км за один заряд і заряджається до п'яти годин [9; 10].

Висновок. Графен демонструє значні покращення в розвитку акумуляторних технологій завдяки своїм унікальним властивостям, зокрема високій електропровідності, теплопровідності та міцності. Використання графену в акумуляторах підвищує безпеку, швидкість заряджання та тривалість експлуатації. Інвестиції в дослідження та розробку допоможуть створити доступні графенові акумулятори, які здатні замінити традиційні літій-іонні. Щоб впровадити графенові акумулятори, потрібно знизити їх виробничі витрати та масштабувати виготовлення графену. Дослідження в матеріалознавстві й оптимізація процесів допоможуть зробити ці акумулятори важливими для енергетичної інфраструктури майбутнього.

#### Список використаних джерел

1. Graphene // Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2010. The Royal Swedish Academy of Sciences.
2. Леонід Пономаренко. 6 головних питань та відповідей про графен. (2017, 23 червня). *Na chasi*. – Електронний ресурс [Режим доступу] - <<https://nachasi.com/tech/2017/06/23/graphen-faq/>> (дата звернення 28.10.2024).
3. В. Гусинін, В. Локтев, С. Шарапов. ГРАФЕН: НЕЙМОВІРНЕ СТАЛО МОЖЛИВИМ. ISSN 0372-6436. Вісн. НАН України, 2010, № 12., с. 51-55.
4. Tim Moynihan. Samsung Finally Reveals Why the Note 7 Kept Exploding. (2017, 22 січня). *Wired*. – Електронний ресурс [Режим доступу] - <<https://www.wired.com/2017/01/why-the-samsung-galaxy-note-7-kept-exploding/>> (дата звернення 28.10.2024).
5. Kevin Tofel. Using graphene, Samsung could nearly double battery capacities. (2015, 26 червня). *ZDNET*. – Електронний ресурс [Режим доступу] - <<https://www.zdnet.com/article/using-graphene-samsung-could-nearly-double-battery-capacities/>> (дата звернення 28.10.2024).
6. Ron Mertens. Huawei introduces new high-temperature Li-Ion. (2016, 30 листопада). *Graphene-Info*. – Електронний ресурс [Режим доступу] - <<https://www.graphene-info.com/huawei-introduces-new-high-temperature-li-ion-batteries-use-graphene-reduce-operation-temperature>> (дата звернення 28.10.2024).
7. Discover our non-flammable batteries. (2022). *Nanotech Energy*. – Електронний ресурс [Режим доступу] - <<https://nanotechenergy.com/graphene-products/graphene-batteries/non-flammable-batteries/>> (дата звернення 29.10.2024).
8. Frank Markus. No Mo' 'Splosions? Nanotech Energy Unveils Fireproof Graphene Battery. (2022, 18 січня). *Motortrend*. – Електронний ресурс [Режим доступу] - <<https://www.motortrend.com/events/nanotech-energy-fireproof-graphene-battery-tech/>> (дата звернення 29.10.2024).
9. Cat 3.0 NXT Model. (2024, 7 жовтня). *Komaki*. – Електронний ресурс [Режим доступу] - <<https://komaki.in/cat-3-0-nxt/>> (дата звернення 30.10.2024).
10. Komaki launches Cat 3.0 NXT with two battery variants. *Express Drives Desk*. – Електронний ресурс [Режим доступу] - <<https://www.financialexpress.com/auto/bike-news/komaki-launches-cat-3-0-nxt-with-two-battery-variants/3649427/>> (дата звернення 30.10.2024).