

ГРАФЕН ЯК ДЖЕРЕЛО ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ

Семененко Р.Ю., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Графен – новітній матеріал, що дозволить використовувати енергію коливань навколишнього середовища для генерації електричного струму. Його економічний потенціал буде високий, адже графенові генератори можна використовувати в якості джерела живлення наручних годинників, штучних органів, біоімплантатів та інших приладів.

Мета. Дослідити двомірне вуглецеве з'єднання - графен - з позиції виробництва електроенергії.

Матеріали і результати досліджень. Графен - революційний матеріал 21 століття. Головними властивостями графена вважаються його міцність, легкість і висока електропровідність. Графен був знайдений Костянтином Новоселовим і Андрієм Гейм, які працюють в Університеті Манчестера, за що російські вчені були удостоєні Нобелівської премії. Двовимірну форму вуглецю - графен - у перший час після відкриття називали неможливою, тому що вона, на перший погляд, не відповідала законам фізики. Пояснити структуру вдалося за допомогою феномена броунівського руху. Випадкові коливання атомів вуглецю створюють в матеріалі подобу дрібних хвиль, схожих на коливання води на поверхні океану. Ці рухи дозволяють двомірному графену стійко існувати в тривимірній формі [1].

Все нові й нові дослідження відкривають корисні застосування цього матеріалу, і прогнози звучать досить обнадійливо: виявилось, що графен можна використовувати для отримання практично нескінченного числа енергії! Команда фізиків, очолювана дослідниками з Університету Арканзасу, зробила відкриття абсолютно випадково. Первинною метою їх випробувань було вивчення вібрації графена - але для чого? Всі ми знайомі з зернистим графітом, який зазвичай використовують разом з керамічними компонентами для створення стержня олівця. Чорна смужка, яка залишається після того, як грифель олівця проведе по папері - це, по факту, тонкі листи атомів вуглецю, які легко ковзають один над одним. Протягом багатьох років фізики задавалися питанням: чи можна ізолювати такий лист і зробити його самостійною двовимірною площиною?

У 2004 році фізикам з Манчестерського університету це вдалося [2]. Щоб існувати окремо один від одного, листам вуглецевих атомів необхідно вести себе подібно до тривимірного матеріалу, щоб забезпечити необхідну стабільність. Виявилось, що «лазівкою» в даному випадку є зміщення рухомих атомів, що і надає графену властивості третього виміру. Іншими словами, графен ніколи не був 100% плоским - він вібував на атомарному рівні так, щоб його зв'язки не піддавалися спонтанному розпаду. Саме для того, щоб виміряти рівень цього зміщення і вібрації, фізик Пол Тібадо недавно очолив групу аспірантів та скоїв з ними досить просте дослідження. Вчені поклали листи графена на спеціальну мідну мережу і спостерігали зміни в положеннях атомів

за допомогою мікроскопа. Однак цифри чомусь не відповідали очікуваній моделі. Більш того, від випробування до випробування дані відрізнялися. Тібадо вирішив повести експеримент в іншому напрямку, намагаючись знайти варіант оформлення і змінивши для цього спосіб аналізу даних. Дослідники розділили кожне зображення, отримане в процесі вимірювань, на суб-зображення. Стратегія виявилася вірною: масштабна картина не дозволяла вивчити закономірності руху атомів, а ось аналіз її частковостей в результаті дозволив з'ясувати щось цікаве. Передбачалося, що листи графена рухалися за тим же принципом, що і зігнуті листи металу - але це припущення виявилось помилковим. З'ясувалося, що вся справа в так званих «польотах Леві» - невеликих випадкових коливаннях, що поєднуються з раптовими, різкими зрушеннями. Подібні системи раніше спостерігалися в біологічних і кліматичних системах, але в атомному масштабі фізики бачили їх вперше. Вимірюючи швидкість і масштаб цих графенових хвиль, Тібадо припустив, що їх можна використовувати для добування енергії з навколишнього середовища. Поки температура середовища перешкоджає «комфортному» переміщенню атомів графена відносно один одного, вони продовжать пульсувати і згинатися. Помістіть електроди з обох сторін секції такого графена - і вийде крихітний генератор. Листи графена, покриті негативно зарядженими частинками, розмістили між двома металевими електродами. Як тільки графен піднімався «хвилю» вгору, то верхній електрод ставав позитивно зарядженим. Коли графен опускався, то позитивно зарядженим опинявся нижній електрод. В результаті формувався змінний струм [3]. Поки такий метод дозволяє виробляти електроенергію в мікроскопічних масштабах. Під час досліду кожна «хвиля» генерувала всього 10 піковат. Згідно з розрахунками, графен розміром 10x10 мікрон має потужність в 10 мікروات. З огляду на те, що на голівці шпильки може поміститися цілих 20 000 таких квадратів, подібна «електростанція» виглядає дуже вражаюче, чи не так? Однак цієї потужності при кімнатній температурі буде досить, щоб забезпечити енергією якийсь маленький гаджет - наприклад, наручний електронний годинник. Цікаво й те, що в майбутньому подібний спосіб отримання енергії може привести до створення біоімплантів, яким будуть не потрібні громіздкі акумулятори.

Висновки. Відкриття поки не вдається масштабувати, проте вчені вже змогли згенерувати електроенергію в мікромасштабах. Пристрій американських дослідників стане основою для нового типу батареї, яка буде виробляти енергію нескінченно без будь-якої підзарядки.

Перелік посилань

1. Теоретичні відомості про графен. Науковий портал [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=3924&level1=main&level2=articles>
2. Physical Review Letters [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.117.126801>
3. Аналіз даних експерименту [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.popmech.ru/science/398982-grafen-okazalsya-istochnikom-beskonechnoy-energii-revolyuciya-v-energetike/#part0>