

УДК 502/504.66.0

## ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНА МЕТОДОМ СИНТЕЗА УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Ишутина Е.О. (Университет ИТМО), Василевская А.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент, Кустикова М.А.  
(Университет ИТМО)

**Аннотация:** В докладе приведен один из новейших методов синтезирования углеродосодержащих отходов для получения высококачественного графена. Приведены его достоинства и недостатки, а также экономическое обоснования данного метода.

**Введение.** В настоящее время одной из глобальных проблем является переработка отходов. Разрабатываются новые способы переработки отходов при низких финансовых затратах и с высокой эффективностью. В настоящее время предложен новый способ получения графена при помощи метода синтезирования углеродосодержащих отходов.

Графен обнаружили в 2004 году и с тех пор, данный материал является объектом многочисленных исследований. Графен обладает рядом уникальных физико-химических свойств, таких как высокая электро-теплопроводность, зависимость электронных характеристик от наличия на поверхности присоединенных радикалов различной природы, регулируемая ширина запрещенной зоны, квантовый эффект Холла, чрезвычайно высокая подвижность носителей, высокая упругость и хорошие электромеханические характеристики. Перечисленные свойства делают графен весьма перспективным материалом для использования в качестве основы для новых наноматериалов с улучшенными механическими, электрическими и теплофизическими характеристиками, а также в качестве элемента наноэлектронных устройств.

**Основная часть.** Графен представляет собой однослойную двумерную углеродную структуру, поверхность которой регулярным образом выложена правильными шестиугольниками со стороной 0,412 нм и атомами углерода в вершинах. Подобная структура является составляющим элементом кристаллического графита, в котором такие графеновые плоскости расположены на расстоянии примерно 3,4 нм друг от друга.

В настоящее время самой главной проблемой применения графена в промышленных целях, является то что при существующих методах синтеза вещества получается либо мельчайшее количество высококачественных образцов, либо масштабное число неориентированных хлопьев низкого качества.

Один из основных методов производства одноатомных листов графена — химическое осаждение из паровой фазы, когда источник углерода (метан) закачивается в камеру и запускает химическую реакцию, в результате которой тонкий слой графена остается

на поверхности субстрата. Это трудоемкий и дорогой процесс — рыночная цена графена колеблется от 67 до 200 тысяч американских долларов за тонну.

Но в настоящее время исследования показали, что пропускание мощного импульса электрического тока через богатое углеродом вещество приводит к синтезу большого количества графена. При этом источниками углерода могут быть органические и неорганические отходы, которые необходимо измельчить и поместить в керамическую емкость между электродами. В результате при небольших энергозатратах и без применения едких реактивов удается за одно включение получать до нескольких грамм турбостратного графена, то есть обладающего слоистой структурой, но со случайно повернутыми слоями.

**Выводы.** В данном методе синтеза графена не используются печи, растворители или химически активные газы. Одним из основных достоинств данного метода, является то что, в качестве сырья выступают отходы, соответственно основными затратами на производство являются энергия, транспортировка и т.п., что делает стоимость данного вещества гораздо ниже. Однако главный недостаток, это по-прежнему малое количество получаемого продукта, однако данная технология перспективна для промышленного производства.

Результат зависит от содержания углерода в источнике; при использовании высокоуглеродистого источника, такого как сажа, антрацитовый уголь или кальцинированный кокс, выходы могут варьироваться от 80 до 90 % при чистоте углерода. Нет необходимости в этапах очистки. Неупорядоченная ориентация слоев графена способствует его быстрому отслаиванию при смешивании во время формирования композита. Стоимость электрической энергии для синтеза графена составляет около 7,2 кДж/г, что может сделать графен пригодным для использования в качестве добавки для производства изделий из пластика, металлов, фанеры, бетона и других строительных материалов. Например, добавление синтезированного графена в количестве всего 0,05 % увеличивает прочность на сжатие у бетона на четверть.

Ишугина Екатерина (автор)

Подпись

Кустикова М.А. (научный руководитель)

Подпись