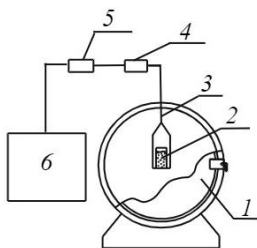


*Д. Ю. Балашов**

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ РАСТВОРИТЕЛЯ ИЗ СУСПЕНЗИИ НАНОГРАФИТА

Введение. Одним из перспективных методов получения графеновых структур является электрохимическая эксфолиация графита как способ легкого, быстрого и экологически чистого производства искомого продукта [1 – 4]. При получении нанографита этим способом концентрация наноматериалов в суспензии составляет 2...4%. Несмотря на достоинства вышеупомянутого материала, он не удобен в транспортировке (в силу низкой концентрации целевого продукта) и требует дополнительной обработки для повышения концентрации целевого продукта в суспензии. Была поставлена цель удалить растворитель из суспензии нанографита с возможностью восстановления суспензии с максимально приближенными к первоначальным характеристиками. Для достижения поставленной цели была разработана схема сушильной установки и представлен проект дальнейших исследований.

Результаты исследований. Была разработана лабораторная установка, схема представлена на рис. 1. Установка состоит из сушильного шкафа марки WS983 (1), помещенного в сушильный шкаф подвеса (2) с подключенным к нему тензодатчиком (3). Далее следует микроконтроллер Arduino Uno (4) и ПК, где происходит обработка информации программой Terminal v1.9b.



**Рис. 1. Схема установки удаления растворителя
из суспензии нанографита:**

1 – сушильный шкаф; 2 – бокс с суспензией нанографита; 3 – подвес;
4 – тензодатчик; 5 – микроконтроллер; 6 – ПК

* Работа выполнена под руководством канд. хим. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. Ю. Осетрова.

Предложенная установка работает следующим образом. Включают сушильный шкаф. После достижения заданной температуры (перед каждым испытанием) установку калибруем: устанавливаем на подвес гирю весом 100 г, ждем стабилизации показаний 20...30 с и калибруем. Взвешиваем сухие чистые бюксы, не встряхивая емкость, наливаем 40 г суспензии нанографита. Помещаем бюкс на подвес в сушильный шкаф, предварительно разогретый до заданной температуры. В ПК в программе Terminal v1.9b происходит обработка полученной информации, и мы получаем данные по изменению массы суспензии нанографита во времени (результаты приведены в табл. 1 – 4).

1. Изменение массы суспензии нанографита во времени, $T = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$

№ измерений	Время измерений, с	Вес, грамм
1	100	37,5
2	110	37,6
3	120	37,6
...
6289	158 380	1,4
6290	158 390	1,3
6291	158 400	1,2

При температуре 45 °С цикл сушки длился 44 ч.

2. Изменение массы суспензии нанографита во времени, $T = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$

№ измерений	Время измерений, с	Вес, грамм
1	100	40,9
2	110	40,9
3	120	41,1
...
6289	93 690	1,4
6290	93 680	1,3
6291	93 670	1,2

При температуре 45 °С цикл сушки длился 26 ч.

3. Изменение массы суспензии наногرافита во времени, $T = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$

№ измерений	Время измерений, с	Вес, грамм
1	110	41,9
2	120	41,9
3	130	41,8
...
6289	62 890	1,4
6290	62 900	1,3
6291	62 910	1,2

При температуре $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ цикл сушки длился 17 ч.

4. Изменение массы суспензии наногرافита во времени, $T = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$

№ измерений	Время измерений, с	Вес, грамм
1	100	43,9
2	110	43,8
3	120	43,7
...
6289	21 610	1,4
6290	21 600	1,3
6291	21 590	1,2

При температуре $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ цикл сушки длился 6 ч.

В ходе работы определялись массопотери суспензии наногرافита через равные промежутки времени обезвоживания (масса определялась каждые 10 с). Эксперименты разбивались на отдельные циклы, в каждом из которых сохранялось постоянство всех условий при изменении лишь одного параметра – температуры, влияние которого на процесс изучали в данном случае.

Выводы. Разработанная установка сушки суспензии графита позволяет проверить результаты теоретических исследований, выбрать оптимальный режим удаления растворителя.

Предварительный анализ полученных данных позволяет оценить некоторые характеристики этого процесса, например такие, как скорость удаления растворителя из суспензии графита: режим 45 °С является неудовлетворительным по энергоэффективности и затратам времени, так как занял 44 часа, режим 105 °С предположительно привел к коагуляции слоев графита.

Следующим этапом работы будет оценка коллоидной устойчивости суспензии графита при разных режимах удаления растворителя, оценка эффективности режимов восстановления обезвоженной суспензии и возможность восстановления первоначальных параметров, будет изучена кинетика обезвоживания суспензии графита.

Список литературы

1. Бакунин, Е. С. Современные способы получения малослойных графеновых структур методом электрохимической эксфолиации графита / Е. С. Бакунин, Е. Ю. Образцова, А. В. Рухов // Перспективные материалы. – 2018. – № 7. – С. 5 – 15. doi:10.30791/1028-978X-2018-7-5-15

2. Fabrication of Uniform Si-Incorporated SnO₂ Nanoparticles on Graphene Sheets as Advanced Anode for Li-Ion Batteries / X. Liang et al. // Applied Surface Science. – In progress (15 May 2019). – V. 476. – P. 28 – 35. doi: 10.1016/j.apsusc.2018.12.288

3. Enhanced Electrochemical Performance at High Temperature of Cobalt Oxide / Reduced Graphene Oxide Nanocomposites and its Application in Lithium-Ion Batteries / Y. Mussa et al. // Scientific Reports. – 2019. – V. 9, № 44. – P. 76 – 83.

4. Graphene Oxide/Cobalt-Based Nanohybrid Electrodes for Robust Hydrogen Generation / F. Navarro-Pardo et al. // Applied Catalysis B: Environmental. – In progress (15 May 2019). – V. 245. – P. 167 – 176. doi:10.1016/j.apcatb.2018.12.041

Кафедра «Химия и химическая технология» ФГБОУ ВО «ТГТУ»