

Изменение спектра ИК поглощения химически карбонизированного ПВДФ при старении в атмосфере воздуха

Хайранов Расул Хакимзянович

Живулин Владимир Евгеньевич

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет

Песин Леонид Абрамович

r5003@mail.ru

Целью данного эксперимента является нахождение области временной стабильности молекулярной структуры химически карбонизированного ПВДФ. Особый интерес представляет полоса поглощения тройных углерод-углеродных связей, так как их существование возможно только в цепочечной (карбиноидной) форме углерода.

Для синтеза образца исходная пленка ПВДФ марки Ф2М толщиной 20 мкм обрабатывалась дегидрофторирующим раствором в течение 5 часов, после чего промывалась спиртом. Ранее методами ЭПР и ИК спектроскопии были обнаружены быстрые изменения, связанные с взаимодействием полученного подобным образом материала с атмосферным воздухом. Для того, чтобы замедлить эти процессы, исследуемый образец помещали в вакуумную камеру в промежутках времени между измерениями. Измерения проводились с помощью ИК Фурье спектрометра в геометрии на пропускание. Интервал между последовательной регистрацией спектров первые 6 часов составлял 10 минут, в дальнейшем - 20 минут. Таким образом, удалось подробно наблюдать изменение формы ИК спектров при старении на воздухе. Наиболее существенно менялась спектральная область $1800-2300\text{ см}^{-1}$, в которой проявляются колебания сопряжённых двойных и тройных углерод-углеродных связей. Следует отметить, что исходная пленка ПВДФ в этой области прозрачна, но после дегидрофторирования в данном интервале частот наблюдается поглощение в виде полосы сложной формы, которая эволюционирует при старении на воздухе. Визуально полоса состоит из трёх широких пиков с центрами около 2050 , 2100 и 2160 см^{-1} , далее соответственно, пики 1-3. Все спектры обрабатывались по единому алгоритму. В интервале $1830-2240\text{ см}^{-1}$ линейно вычиталась фоновая составляющая, а затем измерялась максимальная интенсивность пиков. На данном графике представлена эволюция пиков, справа указаны номера спектров.

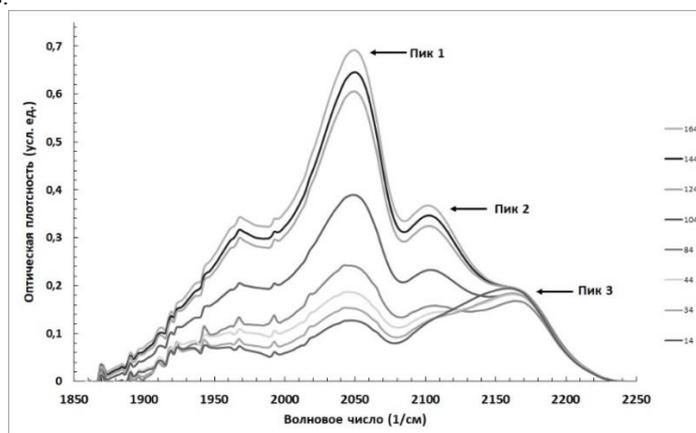


рис.1 Полоса поглощения тройных углерод-углеродных связей

Анализ данных выявил синхронное увеличение максимальной интенсивности пиков 1 и 2 в зависимости от продолжительности пребывания образца на воздухе. На разных этапах старения скорость их роста неодинакова. Быстрее всего они растут в интервале 1600-2000 мин. После 3000 мин пребывания на воздухе форма ИК спектров практически не меняется, что может косвенно свидетельствовать о стабилизации молекулярной структуры образца. Первоначально доминирующий в спектре пик 3 при этом изменяется незначительно.

В результате проведённого эксперимента удалось выявить некоторые особенности изучаемого явления.

1. После окончания химического синтеза молекулярная структура образца меняется в результате взаимодействия с воздухом. Эти изменения уместно описать термином «старение».
2. В частотной области, характерной для валентных колебаний тройных связей, происходит сильное изменение формы ИК спектров поглощения, проявляющееся в появлении и росте двух широких пиков с центрами около 2050 и 2100 см^{-1} . Эволюция этих пиков происходит удивительно синхронно, что является косвенным признаком отражения в ней одного и того же процесса при модификации молекулярной структуры образца. Наблюдаемые изменения могут быть следствием либо

действительного увеличения в образце концентрации тройных связей, либо изменения симметрии их окружения различными функциональными группами.

3. Обнаружена сильная гигроскопичность исследуемого образца, которая проявляется в изменении спектра в области колебаний ОН связей. Когда образец извлекается из вакуумной камеры, то в самом начале очередной серии измерений интенсивность ОН полосы минимальна, а пики 1 и 2, напротив наиболее интенсивны. В каждом последующем измерении сначала наблюдается существенное увеличение поглощения ОН связей, а затем достижение некоторого предельного для данной серии измерений значения. При этом пики 1 и 2 хотя и незначительно, но заметно и синхронно уменьшаются. Причина такого влияния гигроскопичности на интенсивность пиков поглощения тройных связей пока не очевидна и требует дополнительного изучения.

Моделирование отражения световых пучков от многослойной поверхности

Хафизов Денис Раилович

Южно-Уральский государственный университет

Кундикова Наталья Дмитриевна, д.ф.-м.н.

qwmmzxi07108afhkl@mail.ru

Лазерный пучок может обладать тремя типами углового момента света: спиновым угловым моментом, внутренним орбитальным угловым моментом и внешним орбитальным угловым моментом. Эффекты спин-орбитального взаимодействия являются проявлением взаимовлияния данных трех типов углового момента света [1].

Один из эффектов спин-орбитального взаимодействия можно наблюдать при отражении пучка Гаусса от тонкой пленки. При определенных углах падения и пленок с определенными коэффициентами преломления и толщинами возникает сдвиг центра тяжести светового пучка [2]. Цель работы – исследование возможности наблюдения сдвига центра тяжести пучка Гаусса при отражении от многослойной структуры.

Для определения параметров пленок и углов падения рассчитывались коэффициенты отражения плоских волн *s*- и *p*-поляризаций от системы пленок. Для расчетов использовался матричный метод, с помощью которого определялись коэффициенты отражения при заданных свойствах пленок. В качестве материала для первой пленки был выбран оксид алюминия Al_2O_3 с показателем преломления 1.77 и толщиной 2 мкм, для второй – фторид бария BaF_2 с показателем преломления 1.435 и толщиной 3 мкм, для подложки – кремний *Si* с показателем преломления 4.

На рис.1 представлена зависимость коэффициентов отражения от угла падения для излучения с длиной волны $\lambda=546$ нм. Также на рисунке показан угловой спектр пучка Гаусса, падающего под углом 45° .

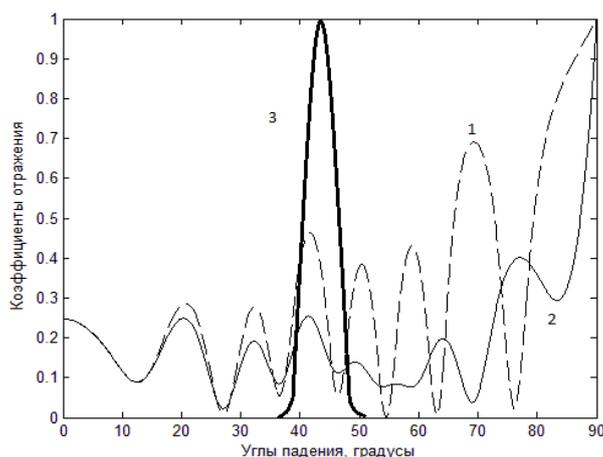


рис.1. Зависимость коэффициентов отражения системы пленок от угла падения двух (1 и 2) плоских волн: 1 – *s*-поляризация, 2 – *p*-поляризация; 3 – угловой спектр пучка Гаусса

Как видно из рис. 1, при отражении пучка Гаусса от такой структуры происходит его деформация из-за различия коэффициентов отражения в угловом диапазоне от 40° до 48° , следовательно, возможно наблюдение сдвига центра тяжести светового пучка.

Список публикаций:

[1] Abdulkareem S., Kundikova N. // *Optics Express*. 2016. Vol.24. P.19157.

[2] Bolshakov M., Kundikova N., Popkov I. // *Progress In Electromagnetic Research Symposium Proceedings*. 2015. P.2042.