

УДК 543.421/.424

## ПРИМЕНЕНИЕ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ КАК МЕТОД РАСПОЗНАВАНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМОСТИ ПЛАСТИКА

*Левит М.А.*

*Уфимский колледж радиоэлектроники, телекоммуникаций и безопасности,  
г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия*

*Научный руководитель: Мажитова Р.С. – преподаватель естествознания Уфимского колледжа  
радиоэлектроники, телекоммуникаций и безопасности*

**Аннотация.** ИК-спектроскопия может являться экспресс-методом исследования биоразлагаемости пластиковых упаковок и методика, созданная на её основе в будущем, могла бы являться хорошим инструментом мониторинга полимерных материалов и отходов. Нами были сняты спектры образцов полимерных упаковочных материалов и выявлены химические группировки, способствующие биоразлагаемости образцов.

**Ключевые слова:** биоразлагаемость, полимеры, ИК-спектроскопия

**Введение.** Из всех выпускаемых пластиков 41 % используется в упаковке, из этого количества 47 % расходуется на упаковку пищевых продуктов. Удобство и безопасность, низкая цена и высокая эстетика являются определяющими условиями ускоренного роста использования пластических масс при изготовлении упаковки. Упаковка из синтетических полимеров, составляющая 40 % бытового мусора, практически "вечна" – она не подвергается разложению [1]. Единственным решением данной проблемы является замена полиэтиленовых упаковочных материалов на биоразлагаемые аналоги, которое привело бы к сокращению пластика почти вдвое.

**Основная часть.** Нами были подобраны полимерные материалы различных упаковочных материалов. Образцы для исследования:

1. Образец №1 – полиэтиленовый пакет, в котором продают фрукты на рыночных точках.
2. Образец №2 – полиэтиленовый пакет из магазина FIXPRISE, на пакете указана информация, что данный полимерный продукт на 50 % сделан из вторсырья.
3. Образец №3 – биоразлагаемый пакет, как указано в составе – синтезирован из биоразлагаемой смолы.
4. Образец №4 – биоразлагаемый пакет на основе кукурузного крахмала.

С целью выявления химических группировок, способствующих биоразложению были сняты ИК-спектры данных образцов.

ИК-спектры записывались на спектрометре Фурье «Nicolet iS 10» с математическим обеспечением «OMNIC» в интервале частот 400–4000 см<sup>-1</sup>. **Спектры снимали на оптической приставке для регистрации спектров нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО)**

Приставка однократного НПВО предназначена для экспресс-анализа различных типов твердых и жидких образцов, позволяет работать без пробоподготовки и получать качественные ИК спектры даже при малых количествах исследуемого вещества.

После проведения физико-химического исследования 4-х отобранных образцов были получены следующие спектры (рисунок 1).

Из результатов ИК-спектров мы видим, что в состав образца №1 кроме полиэтилена входит карбонат кальция, который добавляют для устойчивости пакета от микроорганизмов и для снижения горючих свойств полимера. Метилциклопентан, как мы предполагаем выступает в роли ингибитора.



Рисунок 1 — Снятие спектров образцов

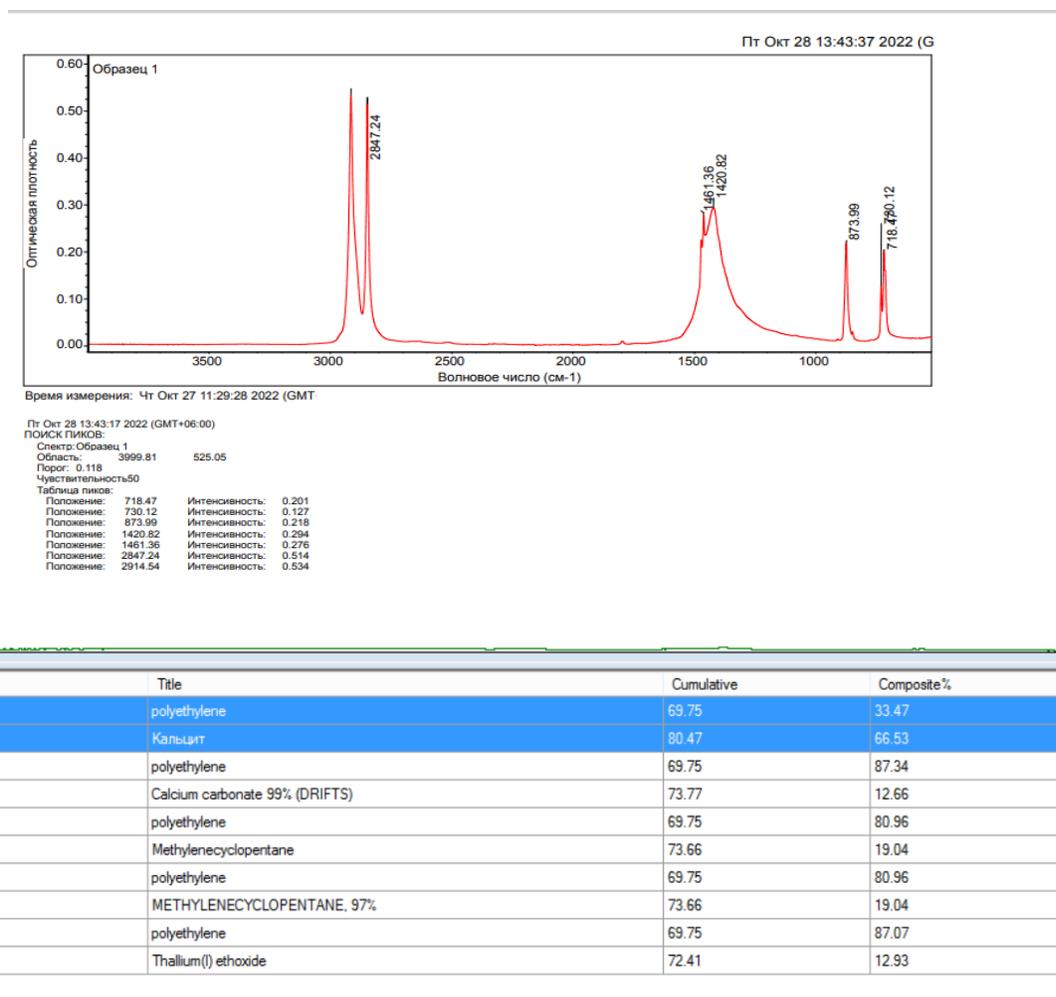


Рисунок 2 – Спектры образца №1

В образце №2, как мы видим на спектре полиэтилен с небольшим количеством 1,2-дихлорэтана, который выступает в роли антипиренов. Использование антипиренов – эффективный способ снижения горючести материалов и изделий на основе полимеров.

Как было заявлено на этикетке данного пакета, он синтезирован из биоразлагаемых смол. Термином «биоразлагаемый» принято именовать полимер, деструкция, ухудшение прежних качеств которого может быть вызвана хотя бы частично биологической системой.

Диметилтрисульфид, который обнаружил спектрометр, как мы предполагаем появился при производстве этилена. Никаких литературных данных о применения данного соединения для увеличения биоразлагающих свойств полимеров мы не нашли. Значит можем сделать вывод, что производитель преподносит ложную информацию о составе данного образца.

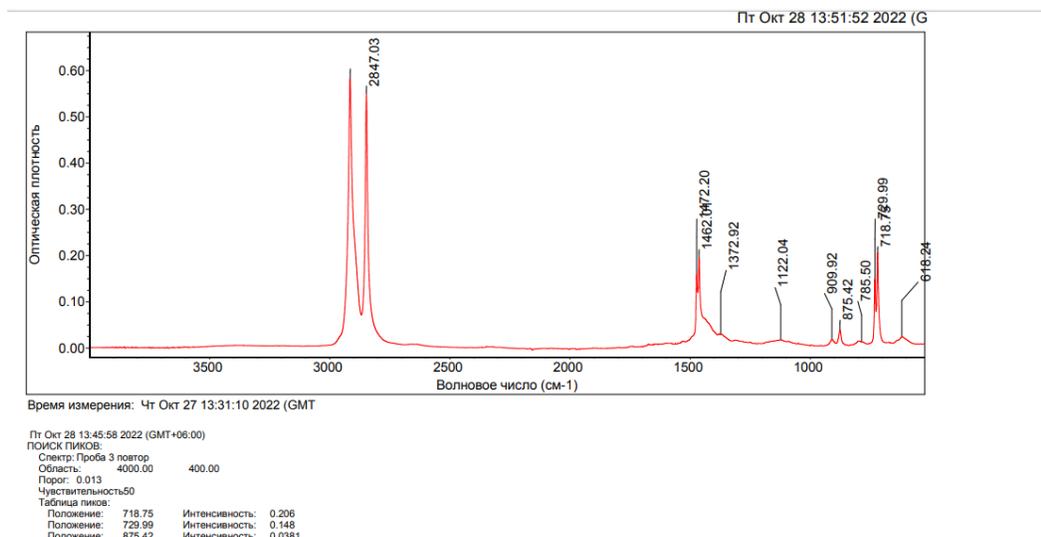


Рисунок 3 – Спектры образца №3

Как было заявлено производителем образец №4 полностью состоит из кукурузного крахмала.

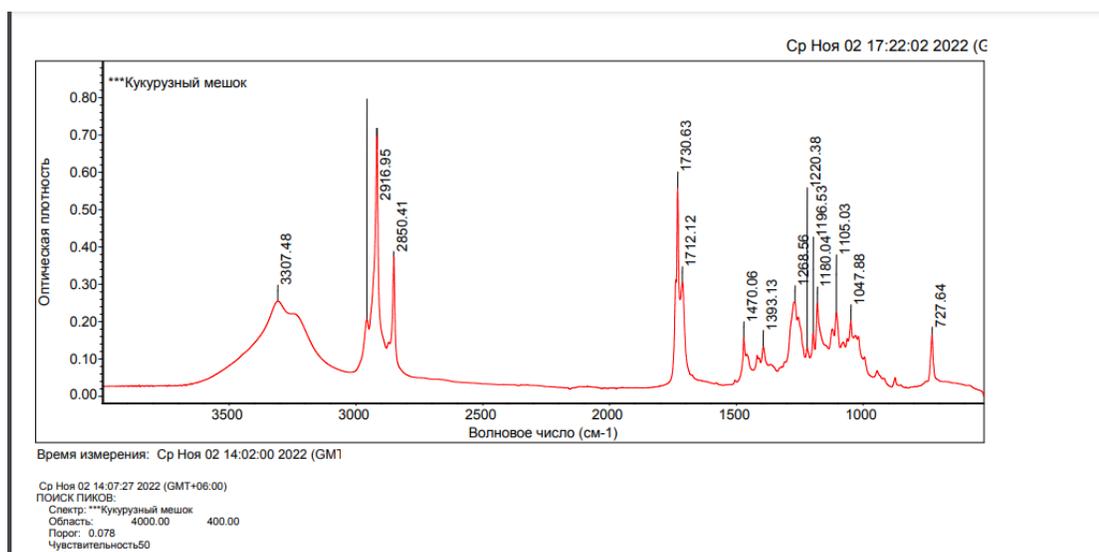


Рисунок 4 – Спектры образца №4

### Характеристики

Тип	Диспенсер для гигиенических пакетов, <b>Пакет гигиенический</b>	Упаковка	Пакет
Цвет	Зеленый	Артикул	10200
Биоразлагаемость	Да	Бренд	<b>ЭльТим</b>
Единиц в одном товаре	30	Срок годности в днях	1825
Материал	Кукурузный крахмал	Предназначено для	<b>Для собак</b>
Страна-изготовитель	<b>Китай</b>		

Рисунок 5 – Характеристики образца №4

Как мы видим из спектра, в образце не присутствуют пики характерные для полиэтилена-2847, которые мы наблюдали для изученных ранее образцов (образцы №1, №2, №3). Вещества, которые смог распознать спектрометр- природные органические составляющие. В ИК-спектрах крахмалов наблюдаются широкие полосы поглощения валентных колебаний гидроксильных групп в области  $3000\text{--}3700\text{ см}^{-1}$ , а также ряд полос в низкочастотной области от  $2000$  до  $500\text{ см}^{-1}$ . Проявление всех типов ИК-поглощения гидроксильной группы зависит от того, к какому углеродному атому звена полимера присоединена гидроксильная группа –первичному, вторичному или третичному, является ли эта группа свободной или она связана внутримолекулярными или межмолекулярными водородными связями, какова сила этих водородных связей [2]. Как мы видим в наших спектральных данных присутствуют идентичные широкие полосы в указанном диапазоне, что свидетельствует о наличии крахмала в образце. Ввиду не обнаружения следов полиэтилена в четвертом образце и наличия характерных пиков для органических группировок можно считать его биоразлагаемым.

**Заключение.** В результате проведения лабораторных исследований мы выявили ИК-спектры химических группировок, которые приводят к биоразлагаемости материалов: гидроксильные группы крахмала – в диапазонах  $3000\text{--}3700\text{ см}^{-1}$  и от  $2000$  до  $500\text{ см}^{-1}$ ;  $2916\text{ см}^{-1}$  и  $1740\text{--}1710\text{ см}^{-1}$  карбоксильные группы и углерод-водородные связи лимонной кислоты( сшивающий компонент); алифатические простые эфирные группы в крахмале –  $1150\text{--}1060\text{ см}^{-1}$  и  $920\text{--}800\text{ см}^{-1}$ .

ИК-спектрометрия является точным анализирующим методом для исследования пластиковых упаковок на предмет биоразлагаемости и на основе данного инструмента можно создать методику для экспресс-изучения полимеров.

### Список литературы

1. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов /Клинов А.С., Беляев П.С., Соколов М.В. //Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. университета -2005- 80с
2. Физико-химические аспекты получения и применения полимерной композиции для шлихтования хлопчатобумажной пряжи /Исмагова Р.А., Амонова М.М// *Universum: технические науки* : электрон. научн. журн. -2021-№ 6- Р. 87.

UDK 543.421/.424

## APPLICATION OF IR SPECTROSCOPY AS A METHOD OF RECOGNITION OF PLASTIC BIODEGRADABILITY

Levit M. A.

Ufa College of Radio Electronics, Telecommunications and Security,  
Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

*Scientific adviser: Mazhitova R.S. - teacher of natural science at the Ufa College of Radio Electronics, Telecommunications and Security*

**Annotation.** IR spectroscopy can be an express method for studying the biodegradability of plastic packaging, and a technique based on it in the future could be a good tool for monitoring polymeric materials and waste. We took the spectra of samples of polymer packaging materials and identified chemical groups that contribute to the biodegradability of the samples.

**Keywords:** biodegradability, polymers, IR spectroscopy