УДК 541.64

# ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВОВЛЕЧЕНИЯ В РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

# EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF INVOLVING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE PRODUCTION WASTE IN RECYCLING USING IR-SPECTROSCOPY

**Шуршина Анжела Саматовна**
кандидат химических наук,
доцент
доцент кафедры ВМС и ОХТ,
Уфимский университет науки и технологий
anzhela_murzagil@mail.ru

**Чернова Валентина Витальевна**
кандидат химических наук,
доцент,
доцент кафедры ВМС и ОХТ,
Уфимский университет науки и технологий
my_life82@mail.ru

**Кулиш Елена Ивановна**
доктор химических наук,
профессор,
профессор кафедры ВМС и ОХТ,
Уфимский университет науки и технологий
onlyalena@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена исследованию образцов плавов ПЭТФ, полученных от завода-производителя, методом ИК-спектроскопии. В ходе проведенных исследований было показано, что образцы № 1 и 2 содержат ПЭТФ и небольшое количество примесей. В ИК-спектрах образцов № 3–8 определяются примесные компоненты.

**Ключевые слова**: рециклинг, полиэтилентерефталат, отходы производства, ИК-спектры.

**Shurshina Angela Samatovna**
Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Macromolecular Compounds
and General Chemical Technology,
Ufa University of Science and Technology
anzhela_murzagil@mail.ru

**Chernova Valentina Vitalevna**
Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Macromolecular Compounds
and General Chemical Technology
Ufa University of Science and Technology
my_life82@mail.ru

**Kulish Elena Ivanovna**
Doctor of Chemical Sciences,
Professor,
Professor of the Department of Department
of Macromolecular Compounds
and General Chemical Technology,
Ufa University of Science and Technology
onlyalena@mail.ru

**Annotation.** This article is devoted to the study of PET melt samples obtained from the manufacturing plant using IR spectroscopy. The studies showed that samples № 1 and 2 contain PET and a small amount of impurities. Impurity components are determined in the IR spectra of samples № 3–8.

**Keywords**: recycling, polyethylene terephthalate, production waste, IR spectra.

Полимерные материалы нашли широкое применение в различных отраслях промышленности благодаря их уникальным свойствам, таким как легкость, прочность, химическая стойкость и простота обработки. Однако их повсеместное использование привело к значительному увеличению объема полимерных отходов, включая технологические отходы, образующиеся в процессе производства. Проблема утилизации таких отходов становится все более актуальной, поскольку традиционные методы, такие как захоронение или сжигание, оказывают негативное воздействие на окружающую среду и не соответствуют принципам устойчивого развития.

Для решения проблемы утилизации полимерных отходов предлагаются различные подходы, включая механическую и химическую переработку, а также создание новых технологий, направленных на повторное использование материалов. Одним из наиболее перспективных направлений является рециклинг технологических полимерных отходов, который позволяет не только снизить нагрузку на окружающую среду, но и вернуть ценные ресурсы в производственный цикл.

Рециклинг полимерных отходов требует учета ряда ключевых параметров, таких как тип полимера, степень его деградации, наличие примесей и термоокислительная стабильность. Эти параметры напрямую влияют на качество получаемого вторичного материала и его пригодность для дальнейшего использования. Например, неправильная оценка степени деградации полимера может привести к снижению механических свойств конечного продукта, что ограничит его применение.

Поэтому важным аспектом рециклинга является предварительная характеристика полимерных отходов, включая их химический состав, молекулярно-массовое распределение и термомеханические свойства. Такая характеристика позволяет определить оптимальные условия переработки и выбрать

наиболее подходящие технологии для создания новых полимерных материалов с заданными свойствами.

Одним из методов характеристики полимерных отходов является определение их состава с помощью ИК-спектроскопии.

В данной работе с помощью метода ИК-спектроскопии были охарактеризованы плавы ПЭТФ, полученные от завода-производителя. Испытания проводились на ИК-Фурье спектрометр «IRAffinity-1S» (Shimadzu, Япония) с приставкой НПВО.

Метод основан на отражении пучка на границе раздела двух фаз: фазы кристалла НПВО с относительно высоким показателем преломления и фазы исследуемого образца с более низким показателем преломления. Если пучок излучения падает на плоскость образца под углом падения больше критического, то наблюдается практически полное отражение пучка от поверхности образца. На самом деле излучение на небольшую глубину проникает в фазу образца, где частично поглощается. При последующих попаданиях того же пучка света на образец это явление повторяется, и в результате получается некое подобие спектра поглощения. Наблюдаемые частоты поглощённого излучения будут совпадать с частотами, получаемыми в ИК-спектроскопии пропускания.

Для проведения спектроскопии НПВО инфракрасные спектрометры оборудуются специальной приставкой. В ней анализируемое вещество помещается в непосредственный контакт с кристаллом и фиксируется при помощи прижимного устройства. Далее через кристалл под специально подобранным углом подаётся инфракрасное излучение, интенсивность которого фиксируется на выходе из кристалла.

Параметры проведения анализа:

– диапазон сканирования – 500–4000 $см^{-1}$;
– режим сканирования – пропускание. Количество сканирований – 30.

Всего было проанализировано 8 образцов. Для каждого образца снимали серию спектров.

На рисунке 1 представлен ИК-спектр образца № 1. Из представленного спектра видно, что в анализируемом образце идентифицируется ПЭТФ. Анализ на наличие примесей выявил содержание следующих компонентов – тальк, нитрат бария, стеарат лития, карбонат кальция, сульфат кальция двухводный, стеарат магния, сополимер малеинового ангидрида и метилвинилового эфира.

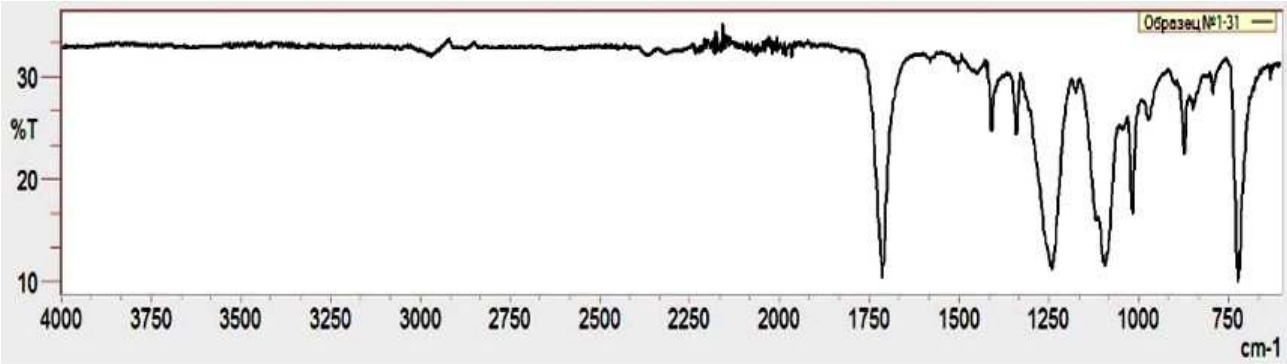


**Рисунок 1** – ИК-спектр образца № 1

На рисунке 2 представлен ИК-спектр образца № 2. Из представленного спектра видно, что в анализируемом образце идентифицируется ПЭТФ. Анализ на наличие примесей выявил содержание следующих компонентов – карбонат кальция, нитрат натрия, гидрооксид алюминия, фруктоза, стеарат магния, зеин.

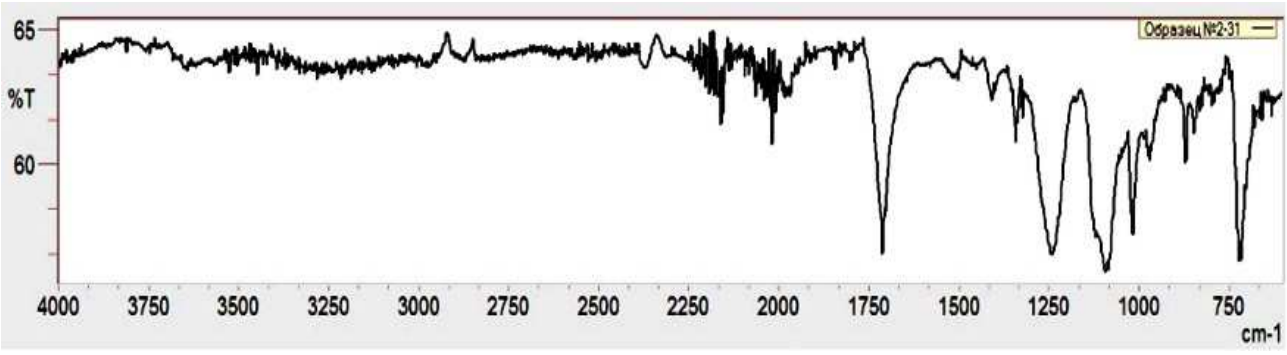


**Рисунок 2** – ИК-спектр образца № 2

На остальных исследуемых образцах (№ 3–8) в большей степени определяются примесные компоненты.

Полученные данные необходимо учитывать при подборе метода дальнейшей переработке плавов ПЭТФ рециклингом, а именно использовать их как вторичное полимерное сырье или как наполнитель.

Таким образом, рециклинг технологических полимерных отходов представляет собой важное направление в решении экологических и экономических проблем, связанных с утилизацией полимеров. Разработка эффективных методов переработки и создание новых материалов на основе вторичных полимеров способствуют снижению зависимости от первичного сырья и переходу к более устойчивым моделям производства и потребления.