

**Метод термического анализа в идентификации полимерных материалов для их вторичной переработки**

Студент гр. 3 Белоусова Т. М.

Научные руководители – Прокопчук Н. Р., Шостак Л.М.  
Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

Цель данной работы – идентификация полимерных материалов для их вторичной переработки методом термического анализа. Из полимерных материалов изготавливаются различные предметы первой необходимости, которые в процессе эксплуатации не разрушаются полностью и могут быть использованы повторно. Это полимерные бутылки разных емкостей, используемые в парфюмерной, химической и пищевой промышленности и многие другие изделия. Сбор вторичного сырья для переработки удешевит процесс производства полимерных изделий и улучшит экологию республики в целом, поскольку полимерные материалы могут пролежать в земле более 500 лет, так как не подвержены процессу гниения. Для изготовления изделий из вторичного полимерного сырья оно должно быть расплавлено (приведено в гомогенное состояние), поэтому материалы, обладающие разной температурой плавления, не могут вместе использоваться для вторичной переработки. Таким образом, чтобы процесс использования полимерных материалов для их вторичной переработки был качественным, необходимо идентифицировать эти материалы. Термический анализ – один из важнейших методов физико-химического исследования веществ и используется именно с этой целью.

Метод ДТА (дифференциального термического анализа) основан на сравнении термических свойств образца исследуемого вещества и термически инертного образца, принятого в качестве эталона (прокаленного до 1500°C  $Al_2O_3$ ). Регистрируемым параметром служит разность их температур, измеряемая при нагревании или охлаждении образца с постоянной скоростью, которая может быть представлена в виде функции температуры (образца, эталона или нагревателя). Наиболее широко метод дифференциального термического анализа (ДТА) в последние годы применялся для исследования полимеров.

Полимеры – высокомолекулярные соединения, молекулы (макромолекулы) которых состоят из большого числа регулярно или нерегулярно повторяющихся структурных единиц (звеньев). Метод

дифференциального термического анализа (ДТА) позволяет идентифицировать полимер и смесь полимеров по кривой ДТА. Каждый полимер имеет свою температуру плавления, которая отражается на кривой ДТА в виде эндотермического пика. Например, полиэтилен высокого давления (низкой плотности) ПЭВД (РБ; РФ); Alkaten, Petrolen, Dailan (США); Alkaten (Великобритания); Lupolen, Staflen (Япония); Fertren (Италия) имеет температуру плавления 95-105° С. Полиэтилен низкого давления (высокой плотности) ПЭНД (РБ; РФ); супер-дайлан, Wakelite (США); Carlen (Великобритания); Monlen (Италия); Lotren (Франция); Novotec (Япония). Температура плавления 120-127° С. Политетрафторэтилен (Тефлон, kel F (США); тефлон, фторпласт-4, фторлон-4 (РФ, РБ и др.)). Температура плавления 300-340°С. Полипропилен РР, липол, каплен, бален, топлен (РФ, РБ); Pгоfах, Роlурго (США); данлай, донбанд (Япония), Pгоrаtеn (Великобритания). Температура плавления 165° С. Полиметилметакрилат («плексиглас», органическое стекло, дакрил (РФ РБ); Luste (США); Diacon (Великобритания); Plexiglas (ФРГ); Vedril (Италия); Shincolite (Япония)). Температура плавления 150° С. Капрон, полиамид-6 (РА-6), капролон (РФ, РБ); Nylene, Adell, Capron, Zutel (США); Ultramid D, Duretаn B (ФРГ), Amilan CM (Япония). Температура плавления 215°-225° С. Найлон, полиамид-6,6 (РА-6,6) анид (РФ, РБ); Ultramid A, Nulon 66, Zutel (США); Maganul, Sutron (Великобритания); Amilan (Япония). Температура плавления 250°-257° С. ПЭТФ – полиэтилентерефталат, лавсан (РФ РБ); Mailar, Dakron, Terilen (США); Grilpet, Hostafan (ФРГ); Pet, E R PET (Япония); Melinex, Terilen (Великобритания). Температура плавления 255°-265° С.

Методом термогравиметрического анализа нами были исследованы для идентификации следующие изделия: шприц одноразового использования фирмы «Helmject» (производство Германия); флакон и пробка для флакона из-под антибактериального геля для умывания «Чистая кожа» (произведено фирмой «Белита», РБ); флакон и пробка для флакона из-под лосьона для снятия макияжа с век «Черный жемчуг» (произведено в РФ); пакет полиэтиленовый (производство РБ); бутылка и пробка от бутылки из-под напитка «Фруктель» (производство РБ); обертка колбасного изделия (производство РБ). Поскольку каждый полимер имеет свою температуру плавления, которая отражается на кривой ДТА в виде эндотермического пика, было определено, что: шприц одноразового использования фирмы «Helmject» (производство Германия) (штуцер) изготовлен из ПЭНД (температура плавления-127° С). Шприц одноразового использования фирмы «Helmject» (производство Германия) (стакан) изготовлен из РР (температура плавления - 160° С). Флакон из-под антибактериального геля для умывания «Чистая кожа» (произведено фирмой «Белита», РБ) изготовлен из РР (температура плавления-147° С). Понижение температуры плавления относительно стандартной говорит о получении флакона из вторичного сырья и добавлении красящих веществ, так как флакон голубого цвета. Пробка для флакона из-под антибактериального геля для умывания «Чистая кожа» (произведено фирмой «Белита», РБ) изготовлена из РР (температура плавления-157° С). Флакон из-под лосьона для снятия макияжа с век «Черный жемчуг» (произведено в РФ) изготовлен из ПЭНД (температура плавления-120°С). Пробка для флакона из-под лосьона для снятия макияжа с век «Черный жемчуг» (произведено в РФ) изготовлена из РР (температура плавления-160° С). Бутылка из-под напитка «Фруктель» (производство РБ) изготовлена из ПЭТФ (температура плавления - 245° С). Пробка от бутылки из-под напитка «Фруктель» (производство РБ) изготовлена из ПЭНД (температура плавления-116° С). Понижение температуры плавления, относительно стандартной, происходит при добавлении красящих веществ. Пробка желтого цвета. Пакет полиэтиленовый (производство РБ) изготовлен из ПЭВД (температура плавления 105° С). Обертка колбасного изделия (производство РБ) изготовлена из ПА – 11 (температура плавления 215° С).

В настоящее время в Республике Беларусь отрасль утилизации и переработки вторичного полимерного сырья только формируется и может быть интересна как крупным инвесторам, так и мелким предпринимателям как способ получения хорошей прибыли во время сырьевого дефицита. Кроме того – это способ решения и экологических проблем. Для того чтобы процесс использования полимерных материалов для их вторичной переработки был качественным, необходимо идентифицировать эти материалы с помощью термического анализа.

#### Литература

1. Уэндландт У. Термические методы анализа. М.: Мир, 1978.
2. Пилоян О.Г. Введение в теорию термического анализа. М.: Наука, 1984.
3. Топор Н.Д., Огородов Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. М.: Изд-во МГУ, 1987.
4. Шестак Я. Теория термического анализа. М.: Мир, 1987.
5. Берг Л.Г., Бурмистрова Н.П., Озерова М.И., Цуринов Г.Г. Практическое руководство по термографии. Изд-во Казанского университета, 1967 г.