

Особенности кинетики процесса термического пиролиза отходов резиносодержащих изделий

Нисс В.С., Панасюгин А.С., Храменкова Т.Н.
Белорусский национальный технический университет

Актуальность проблемы исследования особенностей кинетики процесса термического пиролиза отходов резиносодержащих изделий объясняется необходимостью решения проблемы утилизации изношенных автомобильных шин, резиноканевых и резинокросовых лент производственных конвейеров и др. [1-3].

Для определения оптимального режима пиролизной переработки резинотехнических изделий, в частности, отработанных конвейерных лент, скопившихся на предприятиях Республики Беларусь, были проведены исследования влияния температуры на кинетику их разложения.

Методика проведения эксперимента включала операции подготовки (измельчения) отходов конвейерной ленты и последующего их нагрева в печи сопротивления в реторте (пиролизной установке) до заданной температуры (400, 500, 600°C).

В процессе эксперимента фиксировалось время прогрева навески заданной массы (временной отрезок с момента установки реторты в печь до начала пиролиза, маркером начало которого являлось визуальная фиксация активного выделения продукта пиролиза – пиролизных газов) и время пиролиза – по критерию выделения пиролизных газов (прекращение их выделения свидетельствовало о завершении активной фазы термического разложения резины и синтетических волокон, входящих в состав конвейерной ленты). По окончании процесса пиролиза реторта извлекалась из печи, охлаждалась на воздухе и разбиралась. Продукты пиролиза в виде пиролизного углерода извлекались из емкости и взвешивались. Результаты замеров времени и массы сухого остатка приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Результаты пиролизной переработки резинотехнических изделий

Температура пиролиза, °С	Время прогрева, мин	Время пиролиза, мин	Масса навески до, г	Масса навески после пиролиза, г
400	4	25	100	68
500	1,5	15	100	44
600	1	8	100	43

Из полученных данных видно, что повышение температуры резко сокращает время как нагрева материала до температур пиролиза, так и длительность самого процесса. Уменьшение массы сухого остатка при увеличении температуры пиролиза с 400 °С до 500°C свидетельствует, что при температуре пиролиза в 400 °С термическому разложению подвергается не весь материал (присутствуют термостойкие полимерные соединения). Увеличение температуры с 500 °С до 600 °С практически не изменило массу сухого остатка после пиролиза, что свидетельствует о том, что процесс пиролиза протекает в полном объеме (однако необходимо отметить, что при проведении пиролиза при 600 °С наблюдалось более интенсивное выделение дыма).

На следующем этапе исследовали термограммы процесса пиролиза в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1. Результаты термического анализа представлены на рисунке 2.

Установлено, что процесс пиролиза исследованного фрагмента конвейерной ленты протекает с поглощением тепла в интервале температур 400-500 °С за небольшой временной промежуток. Основываясь на этих данных, можно предположить, что при повышении темпе-

ратуры время проведения пиролиза в первую очередь сокращается за счет уменьшения времени прогрева материала. Визуально это можно изобразить как размер различных областей (область прогрева, пиролиза) в один и тот же момент времени для разных температур пиролиза (рисунок 3).

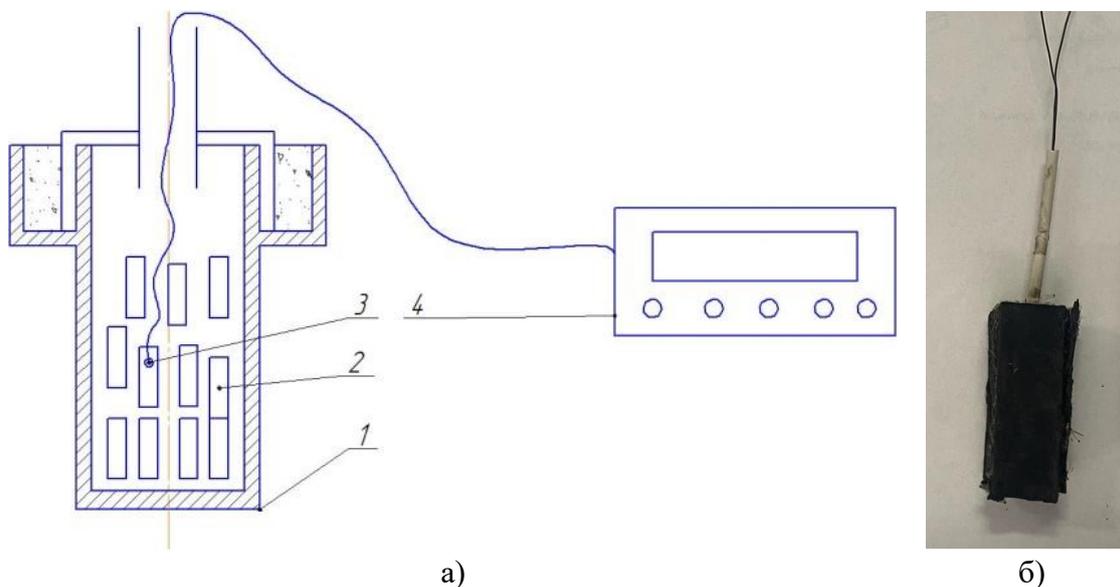


Рисунок 1 – Термический анализ процесса пиролиза отходов резинотехнических изделий: а) схема проведения эксперимента (1– реторта; 2 – фрагменты конвейерной ленты; 3 – термопара; 4 – устройство регистрации температуры); б) фрагмент конвейерной ленты с установленной термопарой

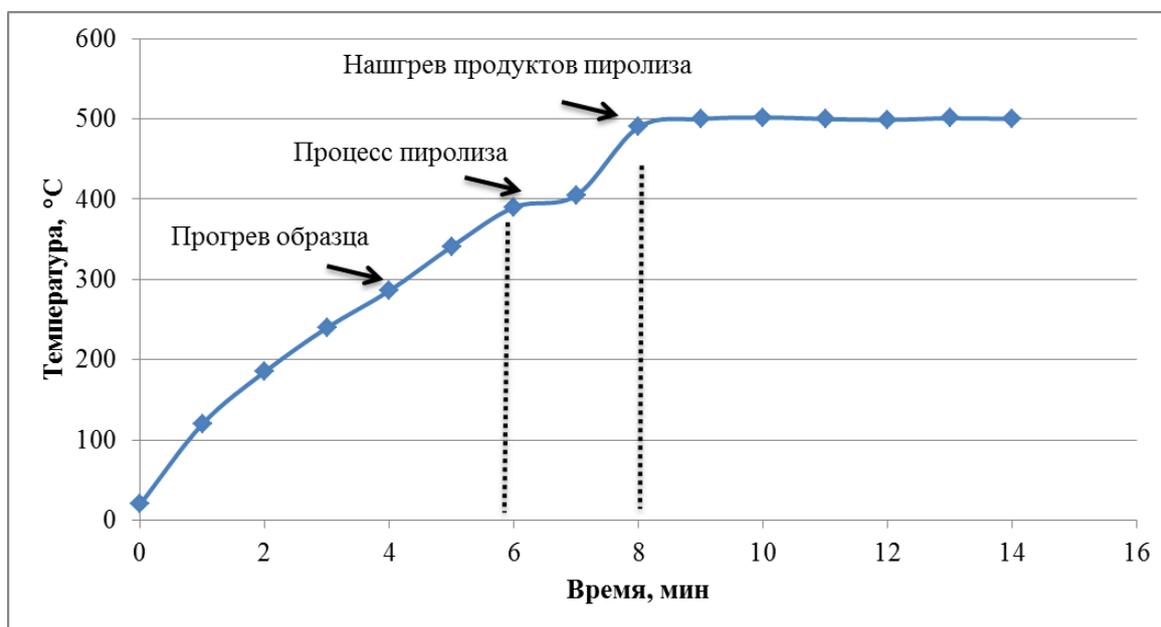


Рисунок 2 – Изменение температуры фрагмента конвейерной ленты в процессе термического пиролиза

Повышение температуры с 500 °C до 600°C способствует увеличению объема прогретого материала до температур начала термического разложения, что подтверждается фактом более интенсивного газовыделения при температуре в 600°C за счет протекания пиролиза одномоментно большего объема материала. При этом скорость самого процесса разложения практически не меняется.

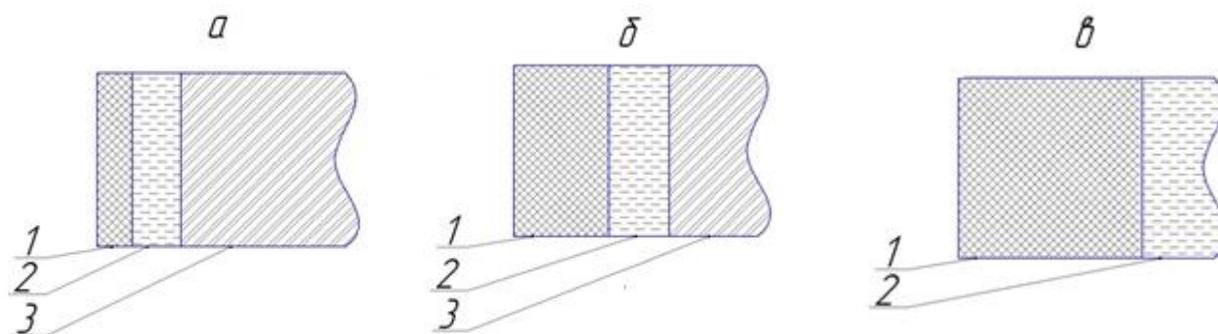


Рисунок 3 – Зоны термического влияния в резинотехническом образце при различных температурах: а – пиролиз при 400 °С; б – пиролиз при 500 °С; в – пиролиз при 600 °С (1 – область термического разложения; 2 – область прогрева материала до температур, близких к пиролизу; 3 – область незначительного прогрева материала)

Таким образом, можно сделать вывод, что повышение температуры увеличивает скорость протекания пиролиза резинотехнического материала за счет повышения скорости его прогрева до температур пиролиза и, соответственно, увеличению объёма подвергающегося пиролизу в единицу времени.

Литература

1. Клищенко В.П., Пославский А.П., Сорокин В.В. Методы комплексной утилизации отработанных изделий транспортных средств из резины и резиносодержащих отходов // Прогрессивные технологии в транспортных системах, 2011. – № 1. – С. 135–141.
2. Вольфсон, С. И. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий / С. И. Вольфсон, Е. А. Фафурина, А. В. Фафурин // Вестник Казанского Технологического Университета. – 2011 – С. 74–79.
3. Макаров, А. В. Некоторые аспекты рециклинга изношенных автомобильных покрышек методом пиролиза // Вестник ТОГУ. – 2008. – С. 247–258.