

*Д. С. Кацуба**

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ШУМОВ НА ТЕРМОГРАММЕ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТРУКТУРНОГО ПЕРЕХОДА В ПОЛИМЕРЕ

Полимеры находят широкое применение в различных отраслях промышленности, что вызвано разнообразием их свойств, которые можно изменять при применении новых технологий. Информация о структурных переходах в полимерах необходима для назначения технологических режимов их переработки в изделия.

В общем случае полимеры подразделяются на твердые (полиэтилен, поливинилхлорид, политетрафторэтилен и др.) и мягкие (резина, эластомеры и т.д.). К наиболее распространенным твердым полимерам относят политетрафторэтилен или фторопласт. Фторопласт используется в различных отраслях промышленности, в том числе в качестве конструкционного или изоляционного материала. На сегодняшний день одной из наиболее популярных разновидностей фторопласта считается коксонаполненный фторопласт (Ф4К20), получаемый с помощью метода плоскощелевой экструзии. Листы, выполненные из этого материала,

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А. А. Балашова.

характеризуются повышенной ударпрочностью, значительной атмосферостойкостью, отличной формуемостью, гибкостью и способностью к горячей сварке. Изделия из него обладают способностью выдерживать воздействия таких агрессивных сред как этиленгликоль, серная, дымящая азотная, фосфорная, фтористоводородная и соляная кислоты, амины, щелочи, хлорированные и ароматические углеводороды, влажный и сухой хлор и пр. Ф4К20 используются в цветной и черной металлургии, химической промышленности, электротехнике, авиастроении. В Ф4К20 происходят структурные твердофазные переходы в кристаллической фазе при 19,6 и 30 °С, которые сопровождаются поглощением теплоты и являются весьма удобными с точки зрения их обнаружения в ходе лабораторных исследований на различных устройствах.

Структурные твердофазные переходы в Ф4К20 были обнаружены методом неразрушающего контроля температурных характеристик структурных переходов в полимерах [1], который основан на модели распространения тепла в плоском полупространстве, реализованным в информационно-измерительной системе (ИИС).

На рисунке 1 представлена термограмма для изделия из Ф4К20. Условия опытов: радиус нагревателя $R = 4 \cdot 10^{-3}$ м; толщина изделия $H_{\text{н}} = 7 \cdot 10^{-3}$ м; мощность на нагревателе $N = 0,7$ Вт; временной шаг измерения температуры $\Delta\tau = 0,5$ с. Подложка зонда из пенополиуретана толщиной $H_{\text{п}} = 20 \cdot 10^{-3}$ м. Начальная температура изделия $T_{\text{н}} = 24$ °С. Скорость нагрева $v = 10$ °С/мин на рабочем участке (II) термограммы.

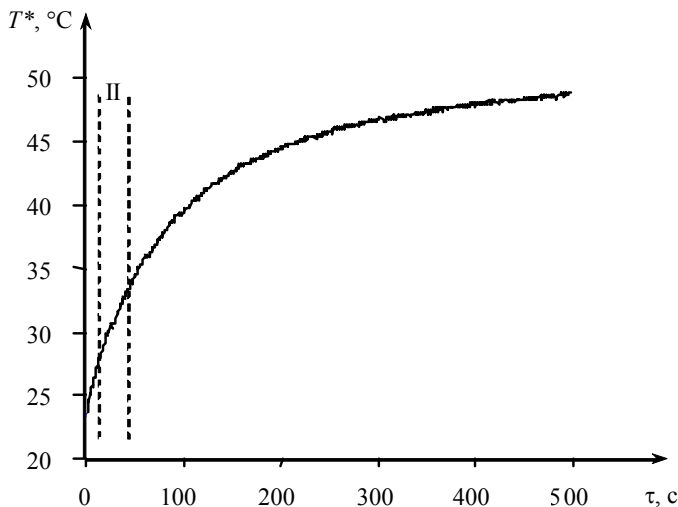


Рис. 1. Термограмма для изделия из Ф4К20

Оценки дисперсий текущих параметров d_{1i} и d_{0i} на рабочем участке, в случае отсутствия структурного твердофазного перехода можно считать постоянными, их рассчитывают по формулам [1]. Если в исследуемом изделии из полимера происходит структурный твердофазный переход, сопровождающийся тепловым эффектом, то значения текущих параметров d_{1i} и d_{0i} существенно изменяются в узком температурном интервале. Построив зависимость одного из текущих параметров d_{1i} , d_{0i} (или их дисперсий $S_{d_{1i}}^2$, $S_{d_{0i}}^2$) от температуры изделия (T_s), по характерным пикам определяют температурные интервалы структурных твердофазных переходов в полимерах. На рисунке 2 представлена графическая зависимость $S_{d_0}^2 = f(T_s)$.

При регистрации термограммы в результате эксперимента возникают наводки, и наблюдается некоторая нестабильность мощности на нагревателе. Некоторая зашумленность термограммы проявилась затем и на графической зависимости $S_{d_0}^2 = f(T_s)$. Снизить шум можно с помощью коррекции.

Для получения скорректированных термограмм использовали пакет прикладных программ для статистической обработки данных Advanced Grapher Version 2.2. Критериями для принятия аппроксимирующей функции при описании экспериментальной термограммы являлись: наибольшее значение множественного коэффициента детерминации и наименьшее значение стандартной ошибки аппроксимации (табл. 1).

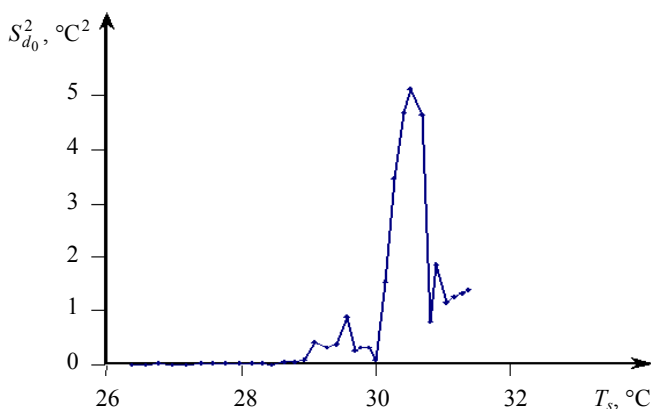


Рис. 2. Зависимость $S_{d_0}^2 = f(T_s)$, построенная по термограмме

1. Аппроксимирующая функция для экспериментальной термограммы

Уравнение для термограммы	R^2	Стандартное отклонение
$T(\tau) = (8,351023 \cdot 10^{(-17)}) \tau^7 -$ $- (1,6282566 \cdot 10^{(-13)}) \tau^6 + (1,3116676 \cdot 10^{(-10)}) \tau^5 -$ $- (5,7076589 \cdot 10^{(-8)}) \tau^4 + (1,4926557 \cdot 10^{(-5)}) \tau^3 -$ $- 0,0025392 \tau^2 + 0,3083838 \tau + 23,6932367$	0,999	0,086

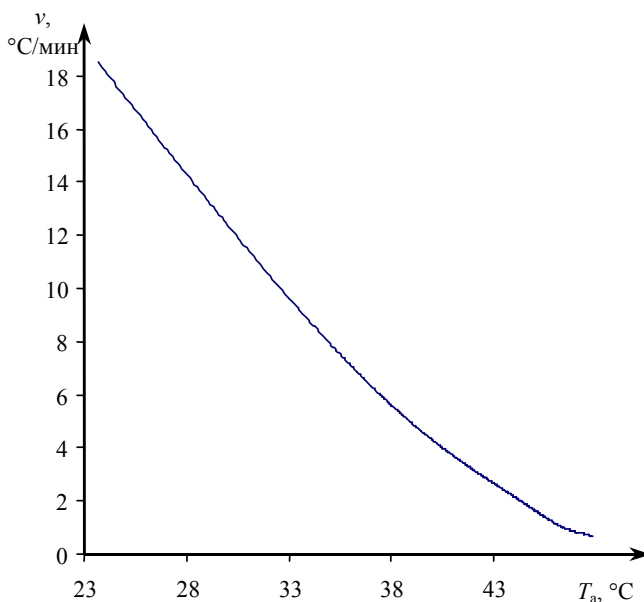


Рис. 3. Скорость изменения температуры для изделия из Ф4К20

Значения скорости изменения температуры (рис. 3) получены по термограмме, которая аппроксимирована полиномом (см. табл. 1).

В результате применения способа снижения шумов на термограмме из-за нестабильности мощности на нагревателе, наводок и других факторов, была получена скорректированная графическая зависимость $S_{a_0}^2 = f(T_s)$ (рис. 4), на которой можно наблюдать структурный твердофазный переход при 30 °C в коксонаполненном фторопласте марки Ф4К20.

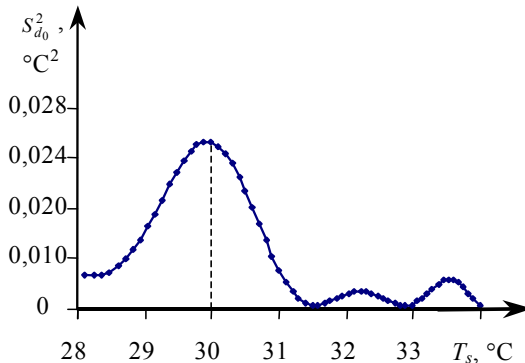


Рис. 4. Зависимость $S_{d_0}^2 = f(T_s)$ для изделия из Ф4К20

Таким образом, с помощью специальной коррекции термограмм, полученных методом неразрушающего контроля температурных характеристик структурных переходов в полимерах, возможно построить сглаженные графические зависимости $S_{d_0}^2 = f(T_s)$, на которых явно проявляются структурные переходы в различных полимерах.

Список литературы

1. *Балашов, А. А.* Информационно-измерительная система неразрушающего контроля температурных характеристик структурных переходов в полимерных материалах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.11.16 / А. А. Балашов. – Тамбов, 2005. – 16 с.