

## ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ МЕТОДОВ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЛИМЕРОВ

И.Б. ПУГАЧЕВА, Н.А. СМИРНОВА, В.В. ЛАПШИН

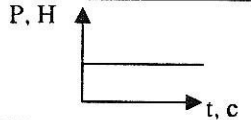
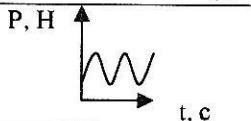
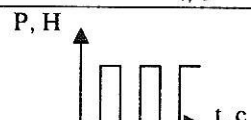
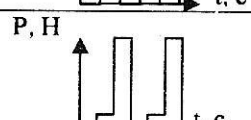
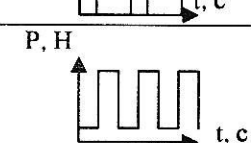
(Костромской государственный технологический университет)

Термомеханический анализ (ТМА) позволяет наблюдать переходы полимеров в различные физические состояния, определять различные температурные характеристики, например, температуру стеклования и текучести, выявлять разнообразные химические реакции, в том числе деструкцию; изучать воздействие низкомолекулярных веществ на температурные переходы.

Особенность метода ТМА состоит в том, что деформация полимера определяется суперпозицией трех факторов – нагрузки, температуры и времени. В связи с этим существующие методы ТМА можно классифицировать по следующим признакам: применяемым видам деформации, временному режиму механического воздействия, режиму нагрева и среде испытания (табл. 1).

Таблица 1

Признак	Вид и характер воздействия, источник информации		Графическое изображение воздействия
По режиму нагрева	политермический нагрев	ступенчатый нагрев [2]	
		непрерывный линейный нагрев [1]	
	изотермический нагрев [4]		
По способу деформирования	растяжение	одноосное растяжение [7]	
		изометрический - режим постоянной длины образца [6]	
	одноосное сжатие [2]		
	пенетрация [6]		
	игиб [2]		-
	кручение [2]		-

По режиму нагружения	квазистатический режим	постоянное нагружение [3]	
	программное нагружение	изменение усилия на фоне постоянной составляющей по синусоидальному закону [5]	
	импульсный режим	кратковременное нагружение постоянным усилием, чередующимся с отдыхом [4]	
		импульсное нагружение последовательно малым и большим грузом [5]	
		периодическое импульсное нагружение на фоне небольшой постоянной составляющей [2]	
С учетом среды испытаний	в воздушной среде [1]		-
	в активной среде (чаще всего в воде или в растворах других пластификаторов) [8]		-

Результаты исследований, особенно для терморезистивных полимеров, зависят от условий нагревания. В связи с этим к недостаткам ступенчатого нагрева можно отнести трудность учета влияния температуры на изменение свойств полимера.

Указанного недостатка лишены методы при непрерывном изменении температуры, особенно по линейной программе с фиксированной скоростью. Такой нагрев обеспечивает равномерный прогрев образца, создание в нем однородного температурного поля. При этом координата температуры на термомеханической кривой является и координатой времени.

Достоинствами политермических методов является то, что с их помощью возможно проследить закономерное изменение свойств полимера, агрегатных и фазовых превращений, характерных для всей температурной области его существования.

Различные режимы нагружения позволяют измерять разный характер деформационной способности полимера. Так, например, достоинством импульсного нагружения является то, что в этом случае можно оценить деформируемость полимера в данной температурной точке, в то время как при постоянном нагружении измеряется

суммарная деформация за все время нагревания от исходной температуры до данной. Для постоянного нагружения это тоже является положительным моментом, так как позволяет наблюдать полимер в условиях, сходных с производственными.

Выбор способа деформирования определяется свойствами исследуемого образца. Недостаток метода одноосного растяжения состоит в том, что он не удобен для измерений больших деформаций, характерных для вязкотекучего состояния полимеров.

Достоинство метода одноосного сжатия заключается в возможности исследовать любой образец – даже тот, из которого невозможно изготовить нити или пленки.

Известно, что при действии постоянного усилия удельная нагрузка по мере сжатия полимера убывает из-за возрастания площади сечения, поэтому недостатком данного метода является то, что метод полезен для исследования относительно малых деформаций.

Указанные недостатки не характерны для метода пенетрации, поэтому он является наиболее распространенным методом воздействия на полимер при исследовании его термомеханических свойств. Недостатком можно считать лишь влияние края

системы при вдавливании пуансона на величину вязкости или модуля эластичности полимера.

Достоинством метода исследования термомеханических свойств в условиях активной среды является возможность наблюдения за процессом пластификации.

ТМА применяется для изучения свойств полимеров, пленок, волокон, текстильных нитей, кожи и швейных ниток. Для исследования тканей данный метод достаточно распространен в настоящее время, поскольку для швейников необходимо знать и прогнозировать поведение тканей в условиях повышенных температур и влажности – это соответствует технологическим режимам изготовления швейных изделий.

В целях оценки термомеханических свойств тканей из перечисленных методов можно использовать метод растяжения при постоянно действующей нагрузке в условиях линейно повышающейся температуры воздушной или водной среды. Указанный метод позволяет получать данные, сопоставимые со стандартными методами оценки деформационных свойств тканей при нормальных условиях.

## ВЫВОДЫ

Предложено в качестве классификационных признаков для систематизации ме-

тодов термомеханического анализа полимеров использовать – вид деформации, временной режим механического воздействия, режим нагрева и среду проведения испытаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности: Учеб. пособие для вузов / Жихарев А.П., Петроповловский Д.Г. и др. – М.: Академия, 2004.
2. *Тейтельбаум Б.Я.* Термомеханический анализ полимеров. – М.: Наука, 1979.
3. *Перепелкин К.Е.* Термомеханические методы оценки свойств технических нитей. Новые методы оценки качества текстильных материалов // Труды VIII Всесоюзной конференции по текстильному материаловедению. – Ленинград, 1974. С.236...240.
4. *Брагинский Г.И., Сталевич А.М. и др.* Механика полимеров. – 1967. С. 940.
5. *Рудаков А.П., Семенов Н.А.* Механика полимеров. – 1965. С. 155.
6. *Berndt H.* Thermomechanische Analyse in der Textilprüfung – Methodik und Anwendung. // J. Text.-Prax. int. – 38, № 11, 1983. S. 1241...1245.
7. *Смирнова Н.А., Перепелкин К.Е., Койтова Ж.Ю., Юдина Л.П.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, №5. С.115...116.
8. *Вольф Л.А., Меос А.И., Перепелкин К.Е., Утевский Л.Е.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1964, №5. С.11...15.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 28.03.05.