

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 678.61.61.91

*И. И. Морева, П. В. Макеев**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Термомеханические полимерные материалы могут находиться в различных физических (релаксационных) состояниях. С каждым из физических состояний связан определенный комплекс свойств, и каждому состоянию отвечает своя область технического и технологического применения. Физическое состояние и границы их существования изучают многими структурными методами, но чаще всего их определяют по изменению механических свойств полимеров, которые очень чувствительны к структурным изменениям и релаксационным переходам. Для этой цели широко используют изменения деформируемости или податливости полимеров в широком интервале температур.

Каргиным В. А. и Соголовой Т. И. разработан термомеханический метод, состоящий в определении деформируемости полимерного материала в широком интервале температур и условиях заданного режима действия внешнего механического напряжения. Согласно этому методу за характеристику состояния полимерного материала принимается величина деформации, развивающаяся за определенное время при данной температуре и заданной величине напряжения. Зависимость деформации от температуры при определенной заданной нагрузке называется термомеханической кривой. Обычно термомеханические кривые получаются при деформации основного сжатия, растяжения или сдвига.

Вид термомеханических кривых может быть самым разнообразным в зависимости от приложенного напряжения, времени его действия, природы полимера, его предыстории. Термомеханические кривые могут сниматься при различных условиях:

– когда напряжение действует постоянно при непрерывном повышении температуры с заданной скоростью;

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» П. В. Макеева.

– когда напряжение действует периодически в течение заданного промежутка времени при повышении температуры, при этом время действия нагрузки можно изменить в зависимости от условия испытания.

Эти два метода могут давать разные технологические кривые, поскольку по первому методу любая точка на термометрической кривой соответствует деформации, развитой за время, в течение которого была достигнута температура, отвечающая данной деформации, а по второму методу – за одинаковое время.

Показатели экспериментальных исследований по определению термомеханических кривых снимались на консистометре Хепплера (рис. 1), который состоит из термостата 1, станка 2, нагружающего устройства 3 и индикатора перемещений часового типа 4. Термостат установлен на ножках 5, вращением которых прибор выставляется по уровню. Теплоносителем является силиконовое масло ПМС. Масло нагревается электротеном 6, связанным с автотрансформатором, реле и контактным термометром 7. Масло перемешивается пропеллерной машиной 8. Данная система нагрева позволяет поддерживать постоянной или повышать температуру с заданной скоростью. Контроль температуры осуществляется с помощью термометра 9. Стакан состоит из хромированной латунной гильзы 10 и крышки 11 с резьбой. На дне стакана размещается цилиндрическая вставка 12 и испытываемый образец 13.

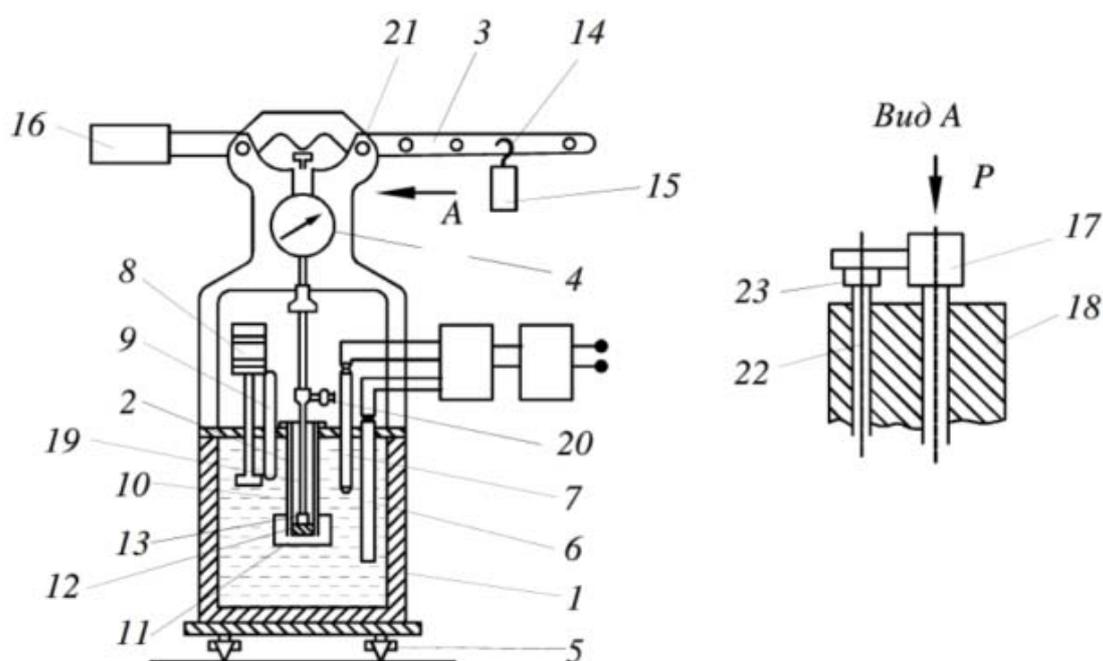


Рис. 1. Консистометр Хепплера

Нагрузка на образец передается с помощью рычага 3 со штырьками 14 для подвески груза 15 и противовеса 16 через головку 17, держатель 18 и стержень 19 с плоской площадкой. Стержень к держателю крепится винтом 20. Штырьки на рычаге пронумерованы; умножения номера штырька на массу груза дает величину усилия, передаваемого непосредственно на образец. Для крепления рычага в горизонтальном положении служит защелка 21. Индикатор ножа 22 связан с головкой 17 посредством магнитной защелки 23, что дает возможность фиксировать с помощью индикатора глубину проникновения плоского торца цилиндрического стержня в образец [1].

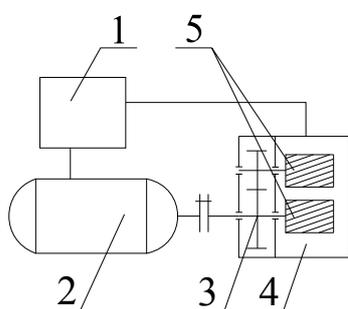


Рис. 2. Смеситель Брабендера:

- 1 – шкаф управления;
- 2 – электродвигатель;
- 3 – фрикционные шестерни;
- 4 – смесительная камера;
- 5 – смесительные органы

В качестве материала для исследования был выбран композиционный материал, полученный на смесителе Брабендера (рис. 2). Основу композиционного материала составляли отходы ПЭВД и сажевый наполнитель. Композиционный материал получали следующим образом: промытые и высушенные отходы с содержанием посторонних примесей не более 5% подвергали сортировке. Делали навески полимера и наполнителя. Подготовленные отходы и наполнитель одновременно загружали в рабочую камеру смесителя, где вращающиеся рабочие органы затягивали их. Далее происходило смешение и диспергирование в течение времени, заданного выбранным технологическим режимом. Затем смесь выгружали и направляли на исследования [2 – 4].

Исследования полученного композита проводили следующим образом. Вырезали образец толщиной 1 мм в виде шестиугольника. Далее образец помещали на наружную поверхность вставки с помощью пинцета, где он соприкасался с подложкой всей своей плоскостью, после этого устанавливали вставку в стакан, который помещали в термопласт. Затем на рычаг 3 подвешивали груз массой 250 г, включали нагрев и мешалку. После этого записывали показания индикатора через каждые 5 °С. В результате экспериментальных исследований была построена термомеханическая кривая, представленная на рис. 3.

Индикатор ножа 22 связан с головкой 17 посредством магнитной защелки 23, что дает возможность фиксировать с помощью индикатора глубину проникновения плоского торца цилиндрического стержня в образец [1].

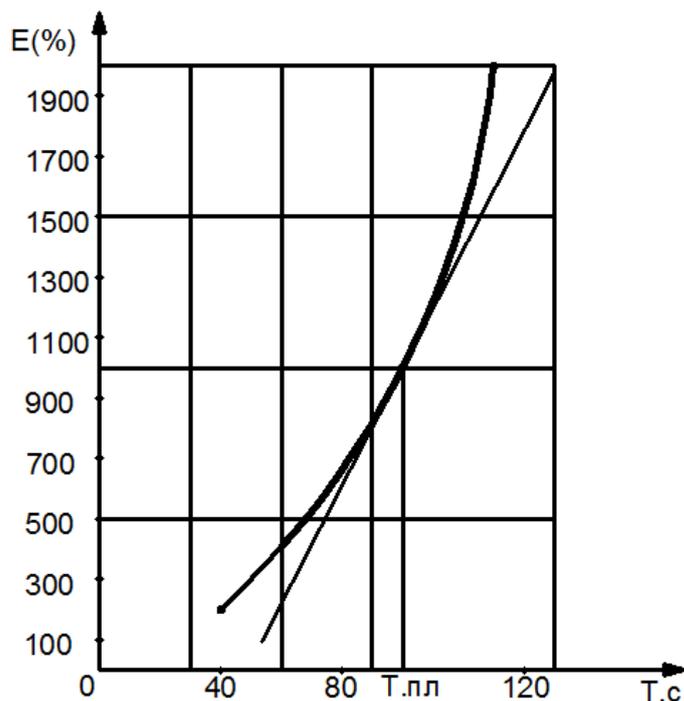


Рис. 3. Термомеханическая кривая

Анализируя данную термомеханическую кривую, определяли температуру плавления нашего композиционного материала, которая составила $T_{пл} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Список литературы

1. **Физико-химия** полимерных упаковочных материалов : лабораторный практикум / сост. : О. Г. Маликов, В. Е. Галыгин, М. В. Забавников, П. В. Макеев. – Тамбов : ТГТУ, 2012.
2. **Утилизация** полимерной тары и упаковки : учебное пособие / А. С. Клинков, П. С. Беляев, М. В. Соколов, И. В. Шашков. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 64 с.
3. **Применение** интегральных критериев качества при переработке полимерных материалов валково-шнековым методом / А. С. Клинков, М. В. Соколов, Д. Л. Полушкин и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2008. – Т. 14, № 4. – С. 870 – 881.

Кафедра «Материалы и технология» ФГБОУ ВО «ТГТУ»