

*М.С. Толстых, Ю.А. Кобцева**

**ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СКАНИРУЮЩЕГО КАЛОРИМЕТРА**

Важнейшими характеристиками полимерных материалов, зависящими как от природы полимера, так и от его предыстории, являются теплопроводность, удельная теплоемкость, температуропроводность. Они позволяют судить о применимости конкретного материала для решения тех или иных технологических задач. Для оценки этих характеристик необходимы теплофизические приборы, которые, как правило, сложны в устройстве и требуют квалифицированного обслуживания.

На базе НОЦ ТамбГТУ – ИСМАН "Твердофазные технологии" проводятся всесторонние исследования широко используемых на данный момент полимерных материалов, а также изучения влияния на них новых твердофазных методов обработки и различных модифицирующих добавок.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ТГТУ Г.С. Баронина, канд. техн. наук, доц. ТГТУ В.П. Тарова.

Исследования полимеров являются одним из основных направлений применения сканирующей калориметрии. В результате проведенных до настоящего времени исследований разработаны стандартные методы определения теплофизических свойств полимеров, в частности, удельных теплоемкостей и теплоты плавления, количественного и качественного анализа смесей полимеров и сополимеров, определения влияния структуры сополимеров или заместителей цепей на морфологию и общее термическое поведение материала, оценки влияния и эффективности добавок, определения степени кристалличности, термической стабильности и скоростей кристаллизации, контроля степени ориентации и других структурных факторов и технологических операций с полимерами. Применение дифференциальной сканирующей калориметрии для исследования полимеров привело в целом к качественной и количественной оценке и пониманию влияния термической предыстории на свойства полимеров. Фундаментальные исследования в области морфологии полимеров почти всегда основаны на применении дифференциальной сканирующей калориметрии.

Дифференциальный сканирующий калориметр DSC-2 подключен к персональному компьютеру через многофункциональную плату сбора данных NI USB-6009. Программное обеспечение в данном случае выполняет функции визуализации и обработки экспериментальных данных. Обработка включает в себя коррекцию сигнала калориметра с учетом заранее определенной базовой линии, расчет энергии фазовых переходов исследуемых материалов и калибровочных констант прибора.

В настоящее время модернизированный прибор DSC-2 используется для исследования структуры и теплофизических свойств полимеров, модифицированных при помощи различного рода добавок.

В данной работе объектом исследования являлся политетрафторэтилен (фторопласт). Модифицирующей добавкой служил углеродный наноматериал (УНМ) "Таунит" в виде наномасштабных нитевидных образований поликристаллического графита. Производитель УНМ "Таунит" – ООО "НаноТехЦентр", г. Тамбов.

Для исследований использовали образцы после твердофазной плунжерной экструзии (ТФЭ) в ячейке высокого давления типа капиллярного вискозиметра (рис. 1).

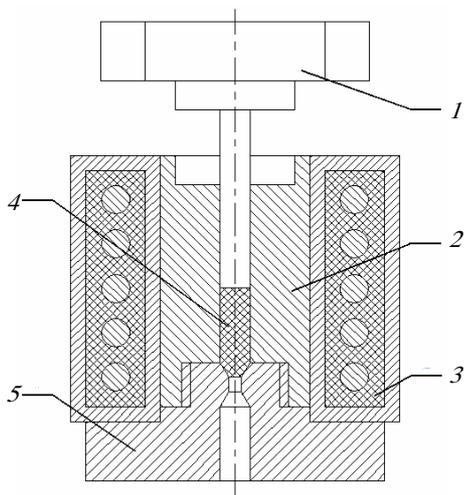


Рис. 1. Ячейка высокого давления типа капиллярного вискозиметра для реализации плунжерной твердофазной экструзии:
1 – пуансон; 2 – ячейка; 3 – нагревательная камера; 4 – образец; 5 – фильера

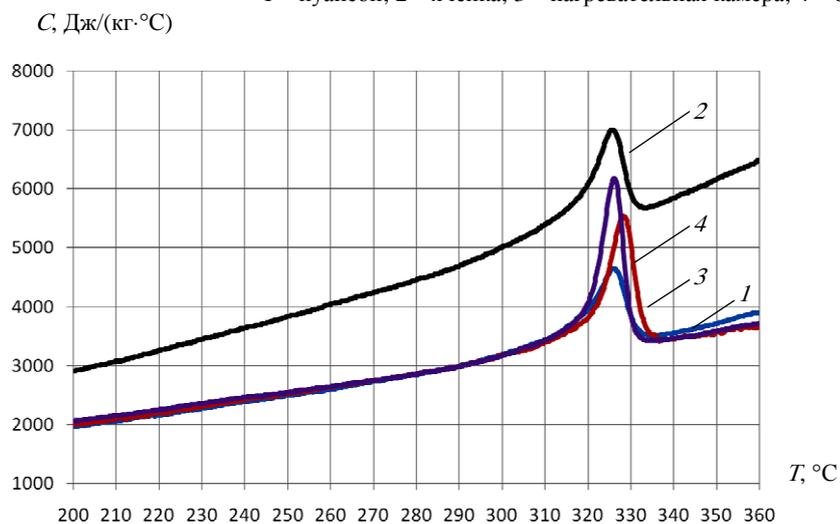


Рис. 2. Термограммы фторопласта и композитов на его основе, полученные в цикле нагревания:

1 – фторопласт; 2 – фторопласт после ТФЭ; 3 – фторопласт + 0,05 мас. ч. УНМ;
4 – фторопласт + 0,05 мас. ч. УНМ ТФЭ

На рисунке 2 приведены зависимости удельной теплоемкости образцов чистого фторопласта, фторопласта с добавлением 0,05 мас. ч. УНМ и этих же материалов, подвергнутых обработке в твердой фазе, от температуры испытания. Скорость сканирования в процессе эксперимента составляла 20°С/мин.

Температуры плавления и удельные теплоемкости исследованных материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание УНМ, мас. ч.	$T_{пл}, ^\circ\text{C}$	C в области плавления, Дж/(кг·°С)
0	326	4654
0,05	328	5538
0*	326	6998
0,05*	326	6179

* образцы подвергнутые ТФЭ.

Из приведенных графиков видно, что добавление указанного количества УНМ в матрицу полимера приводит к увеличению теплоемкости образца на 19%. Обработка полимера в условиях ТФЭ обеспечивает максимальное повышение теплоемкости фторопласта. Увеличение удельной теплоемкости данного полимера в зоне плавления составило более 50%.

Важно заметить, что энергия, затрачиваемая на плавление заготовок, содержащих всего 0,05 мас. ч. УНМ, увеличивается более чем в 2 раза по сравнению с образцами из чистого фторопласта.

Установлено, что внедрение в полимерную матрицу добавки и последующая обработка давлением в твердой фазе не приводит к значительным изменениям температуры фазового перехода.

Работы по созданию измерительных установок и их модернизации, а также исследование теплофизических характеристик материалов проводятся при финансовой поддержке РФФИ (грант № 09-08-97583-р_центр_а), при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках аналитической ведомственной Программы "Развитие научного потенциала высшей школы", код РНП.2.2.1.1.5207, Федерального агентства по образованию по проекту "Исследование композиционных материалов с целью создания теоретических и технологических основ наукоемких твердофазных технологий. Фундаментальное исследование" на 2008 – 2010 гг. и Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) в соответствии с Российско-американской Программой "Фундаментальные исследования и высшее образование" (BRHE), проект "НОЦ-019 "Твердофазные технологии".

Кафедра "Теория машин, механизмов и деталей машин", ТГТУ