

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОУПРУГОГО ЭФФЕКТА В ПОЛИМЕРАХ ПРИ ВНЕШНИХ ГАРМОНИЧЕСКИХ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ "LabVIEW"

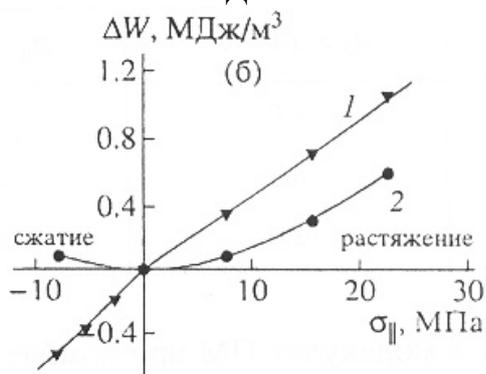


Рис. 1. Сравнение изменений удельной тепловой энергии (1) и удельной механической работы (2) при деформировании ориентированного образца ПЭ в условиях продольного нагружения.

Разнообразные по знаку и величине эффекты термоупругости в полимерах связаны с проявлениями различных механизмов термической и силовой деформации в этих полимерах. Известно [1], что существует три возможных механизма термоупругости, которые действуют в соответствии со структурно-динамическим состоянием полимерных образцов и условиями их нагружения: вибрационно-ангармонический, обусловленный ангармонизмом межмолекулярного взаимодействия; вибрационно-ангармонический, определяемый ангармонизмом продольных колебаний цепных молекул, которые в свою очередь вызваны их поперечными колебаниями; конформационный, связанный с инициированными нагружением изомерными переходами.

Изменение температуры полимера при упругом адиабатическом нагружении (термоупругий эффект) во всех случаях обусловлено перераспределением составляющих внутренней энергии: переходами между потенциальной и кинетической энергией. При этом в области сравнительно малых нагрузок перебрасываемые из одной формы в другую порции энергии намного превышают работу деформирования полимерных образцов (рис. 1). В случае сжатия видно, что тепловая энергия образца убывает, не смотря на работу внешней силы. Однако, вопросы дальнейшей детализации многообразной термоупругости полимеров, особенно в отношении механизмов этого эффекта, нуждаются в продолжении экспериментальных и аналитических разработок.

Изучение термоупругого эффекта осуществлялось двумя методами: изотермическим и адиабатическим. В первом случае температура поддерживается постоянной и измеряется количество теплоты, выделяемое или поглощаемое образцом при нагружении. Во втором, - образец находится в адиабатических условиях и измеряется изменение его температуры. Адиабатический метод более удобный, т.к. измерять температуру проще, чем тепловые потоки. При использовании этого метода в основном производят либо ступенчатое, либо монотонное нагружение, но значительно более точным и информативным является метод гармонического воздействия [2]. Однако установка, на которой производились исследования в этой работе, имела целый ряд недостатков, главным образом, связанных с длительностью проводимых на ней измерений.

Целью настоящей работы было усовершенствование существующей установки, посредством подключения её к персональному компьютеру и замены её вычислительно-аппаратной части виртуальным прибором, созданным в среде графического программирования LabVIEW.

LabVIEW была выбрана по совокупности своих преимуществ - высокой производительности при разработке программ и широкого набора функциональных возможностей [3]. Они дали возможность написать программу, позволяющую моделировать гармонический сигнал с известными значениями амплитуды, фазы, частоты, а так же

параметрами среднего уровня и белого шума, накладываемого на сигнал, и затем рассчитывать параметры гармонического сигнала методом последовательных приближений по измеренным точкам суммарного сигнала. Таким образом, сравнивая заданные значения гармонического сигнала и значения, рассчитанные программой, можно было судить о её пригодности для работы с реальными сигналами. Затем был создан виртуальный прибор, позволяющий обращаться из LabVIEW к АЦП (звуковой плате), что позволило работать с реальными сигналами, поступающими с установки.

Созданный ИВК позволяет рассчитывать параметры (такие как амплитуда и фаза) инфранизкочастотных сигналов с переменными средними уровнями и белым шумом за четверть периода, что в 10-15 раз быстрее, чем на старом ИВК, на котором для определения сдвига фаз между двумя сигналами и их амплитуд необходимо было провести два измерения, каждое из которых занимало время, равное 2,5-3 периодам сигналов (около 1,5 часов при частоте 10^{-3} Гц). Такое существенное сокращение времени измерений, а так же повышение точности метода позволяют проводить изучение термоупругого эффекта, а, следовательно, измерение комплексного коэффициента термического расширения, динамического модуля упругости и фактора механических потерь полимеров в температурной области структурных переходов (интервал 20-30°K), при этом опустившись в недоступную до сегодняшнего дня область инфранизких частот – вплоть до 10^{-3} Гц. Такие исследования дают возможность более детально изучить молекулярную подвижность в полимерах и тем самым детализировать механизмы термоупругого эффекта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Л.А.Лайус, А.И.Слущер, И.В.Гофман, В.Л.Гиляров, Ю.И.Поликарпов. Высокомолекулярные соединения, Серия А, том 47, №8, с. 1-14, 2005.
2. Г.В.Борисова. Динамический термоупругий эффект в полимерах / Дипломная работа, 1994.
3. Р.Ш. Загидуллин LabVIEW в исследованиях и разработках. М.: Горячая линия – Телеком, 2005.