

Осипова М.М., Власов В.В., Соловьев М.Е.
(Ярославский государственный технический университет)

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ РЕЗИН

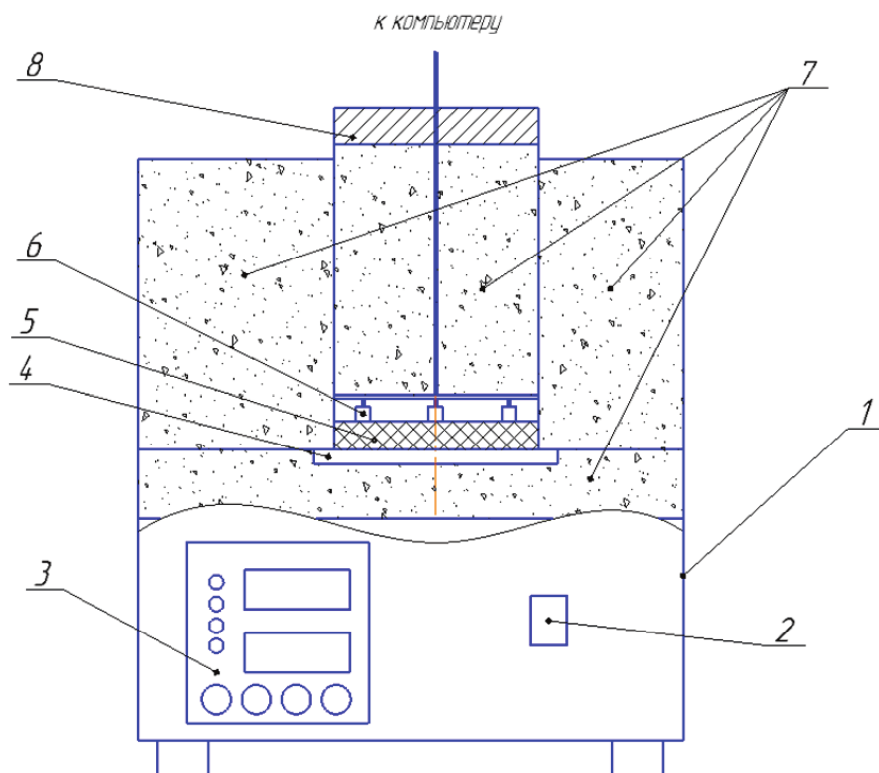
При вулканизации резиновых изделий, особенно толстостенных резинотехнических изделий или грузовых автомобильных шин, очень важно уделять внимание вопросам теплопередачи. Реальные резиновые изделия, такие как шины, имеют достаточно большие поперечные размеры, в результате чего, температура меняется во времени и от участка к участку вулканизуемого изделия, что связано с толщиной его стенок и низкой теплопроводностью полимерной основы – каучука. Поэтому, в данном случае, температура будет являться функцией пространственных координат и времени [1]. Также известно, что характер и скорость протекания реакции вулканизации, а, следовательно, и комплекс формируемых свойств изделия зависят не только от состава вулканизирующей системы, типа каучука и других ингредиентов, но и от температурных условий. В вулканизуемых резиновых изделиях возникают неизотермические и нестационарные условия [2]. Кроме этого, процесс осложняется тем, что теплофизические характеристики материалов также зависят от температуры. Поэтому, для более точного подбора или моделирования температурных режимов вулканизации необходимо знание теплофизических характеристик материалов, основной из которых является коэффициент теплопроводности. Для определения тепловых свойств материалов, в принципе, может быть применен любой режим теплового процесса нагревания или охлаждения, лишь бы существовало точное математическое описание этого режима, то есть имелось решение общего уравнения теплопроводности для заданных конкретных условий [3].

Для лабораторного экспресс – исследования теплофизических характеристик резин и других полимерных композиционных материалов - коэффициента теплопроводности и температуропроводности, был разработан и сконструирован специальный прибор, схема которого представлена на рисунке 1.

Для проведения испытания используются образцы в виде цилиндра диаметром 50 мм и толщиной 5...20 мм. Испытуемый образец помещается через отверстие в корпусе 1 на нагревательный элемент 4, на котором с помощью ПИД регулятора поддерживается постоянная температура испытаний с точностью $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Теплоизолятор 7 препятствует теплоотдаче через боковые поверхности прибора, нагревательного элемента и испытываемого образца 5.

С помощью установки регистрирующего элемента с термодатчиками 6 происходит замер температуры верхней поверхности образца, сигнал от которых передается с помощью интерфейса на компьютер, где происходит дальнейшая обработка полученных данных.

Для более плотного прилегания датчиков к образцу, в регистрирующем элементе, через теплоизолятор установлен прижимной груз 8.



1 – корпус, 2 – выключатель, 3 – ПИД – регулятор,
4 – нагревательный элемент, 5 – испытуемый образец, 6 – датчики температуры,
7 – теплоизолятор, 8 – груз.

Рисунок 1 - Схема прибора для определения теплофизических свойств резин и других ПКМ.

Распространение тепла в приборе подчиняется одномерному уравнению теплопроводности при постоянной температуре на нижней границе и отсутствии теплоотдачи на верхней границе. При этих условиях уравнение теплопроводности имеет аналитическое решение в виде тригонометрических рядов, которое приводит к выражению для температуры на верхней границе [4].

Для обработки экспериментов создано специальное приложение на базе пакета LibreOffice Calc, обеспечивающее возможность быстрого ввода исходных данных и расчета определяемых параметров. Входными параметрами является температура нагревателя, а также

набор значений времени и температуры для различных параллельных опытов. Для каждого значения времени и температуры по всем опытам автоматически производится вычисление коэффициента теплоотдачи, затем автоматически вычисляется среднее значение.

На основании численного решения уравнения теплопроводности, программа выдает результат – значение коэффициентов теплопроводности и температуропроводности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркелов В. Г., Соловьев М. Е. Моделирование процесса вулканизации толстостенных резиновых изделий // Известия вузов. сер. Химия и химическая технология. 2007 г., т. 50, № 4, с. 95–99

2. Лукомская А. И. Тепловые основы вулканизации резиновых изделий / А.И. Лукомская, П.Ф. Баденков, Л.М. Кеперша. – М.: Химия, 1972. 359 с.

3. Дульнев Г. Н. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. Справочная книга / Г.Н. Дульнев, Ю.П. Заричняк. – Л.: Энергия, 1974. 264 с.

4. Карташов Э. М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. – М.: Высшая школа, 2001. 550 с.