

МАШИНЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

(Сборник статей журнала
„Заводская лаборатория“)



ИЗДАТЕЛЬСТВО „МЕТАЛЛУРГИЯ“
Москва 1971

Ю. Н. КРАСНОБОКИЙ, В. П. ДУЩЕНКО,
В. М. БАРАНОВСКИЙ

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. ГОРЬКОГО)

Диэлектрический метод позволяет определять электротехнические параметры полимеров и исследовать релаксационные и другие физико-механические процессы, происходящие в полимерах в электрическом поле [1—3].

Необходимость модификации существующих методик измерения диэлектрических свойств (ϵ' , $\operatorname{tg} \delta$, ρ_v) возникла в связи с исследованием наполненных полимеров.

Предлагаемая нами установка в комплекте с другими серийными приборами позволяет исследовать диэлектрические свойства в вакууме одновременно нескольких образцов полимеров с различным содержанием наполнителя в широком интервале температур (от -150 до $+200^\circ \text{C}$) и частот ($1 \cdot 10^2 \div 1 \cdot 10^7 \text{ гц}$). Температурный интервал ограничен свойствами фторопласта, применяемого для вакуумных уплотнений, а частотный — конструкцией измерительных конденсаторов. Испытания производят при одинаковых температурных условиях и одной частоте для всех образцов, что значительно уменьшает погрешность измерений, в несколько раз сокращает время проведения опыта и позволяет с боль-

шей достоверностью сравнивать результаты эксперимента для образцов одной серии.

Основной частью установки (см. рисунок) является цельнометаллическая сварная цилиндрическая вакуумная камера 1 с двойными стенками. Во внутренней камере на стержне 2 вакуумного ввода 3 смонтированы держатель образцов, термометр сопротивления 4, а также нагреватель 5. Держатель образцов представляет

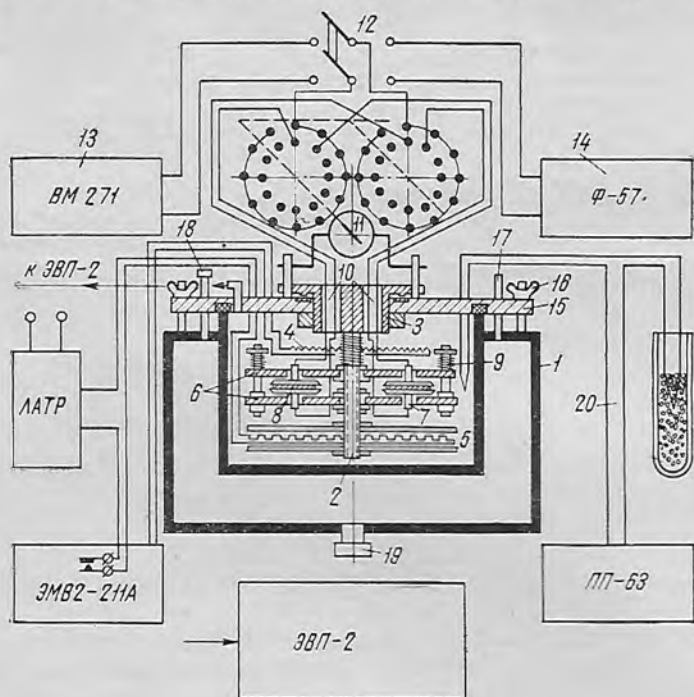


Схема установки

собой две несущие дюралюминиевые пластины 6, на которых по кругу расположены во фторопластовых вкладышах 7 соответственно верхние и нижние пластины измерительных конденсаторов 8 из нержавеющей стали. Несущие пластины по всей площади имеют отверстия для улучшения теплопередачи от нагревателя к конденсаторам с образцами и к датчику регулировки температуры.

Нижняя несущая пластина закреплена жестко, а верхняя свободно скользит по стержню 2 и прижимается к нижней пружиной 9. Это создает необходимый плотный контакт между пластинами измерительных конденсаторов и образцами. Измерительные конденсаторы выведены через фторопластовые пробки 10 и подсоединены к переключателю 11 марки 12П4Н. Переключатель 11

закреплен над выводами конденсаторов на направляющих вакуумного ввода. Две его платы с подключенными конденсаторами показаны отдельно.

Одновременно можно подключать двенадцать конденсаторов. Выводы через переключатель рода работ 12 подсоединяются к измерительным приборам: куметру 13 или тераомметру 14. Камера помещена в теплоизоляцию из стекловаты и заземлена. Все элементы схемы выведены через фторопластовые пробки и подведены к разьему на крышке камеры.

Перед началом опыта верхнюю несущую пластину отжимают вверх, а на нижние пластины конденсаторов помещают образцы. Затем верхнюю пластину отпускают и образцы зажимают между пластинами измерительных конденсаторов. Собранный таким образом внутреннюю часть с образцами помещают в камеру и крышку 15 закручивают гайками 16. Из внутренней камеры откачивают воздух, а затем создают определенный температурный режим. Время прогрева не более 60 мин.

Для испытания при температурах ниже нуля используют внешнюю оболочку камеры и регулировку по методике [4] с применением электромагнитного клапана (при этом используют штуцеры 17 и 18) или путем изменения интенсивности испарения жидкого азота через штуцер 19. При температурах выше комнатной штуцеры 18 и 19 закрывают заглушками, а внешнюю оболочку через штуцер 17 вакуумируют, что значительно повышает теплоизоляцию системы. После опыта внешнюю оболочку используют для охлаждения системы проточной водой через штуцеры 17 и 18. Через штуцер 19 сливают воду. Температуры выше комнатной регулируют с помощью медного термометра сопротивления 4 и моста ЭМВ2-211А, рассчитанного на 200° С. Точность регулировки 0,5% от максимального значения шкалы. Температуру в камере контролируют дифференциальной медь-константановой термопарой 20 с потенциометром ПП-63.

Установка вакуумируется с помощью электронномикроскопического вакуумного поста ЭВП-2, который служит также для напыления дополнительных электродов на образцы.

Значения ϵ' и $\operatorname{tg} \delta$ определяют на куметре, который позволяет проводить измерения в широком диапазоне частот с погрешностью, не превышающей 3% для ϵ' и 15% для $\operatorname{tg} \delta$ [5]. При измерениях на куметре TESLA BM 271 диэлектрические параметры определяют по формулам

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{2\pi fRC_x}, \quad (1)$$

$$\epsilon' = \frac{14,4 \cdot C_x d}{D^2}, \quad (2)$$

$$\rho_v = R_v \frac{S}{d}, \quad (3)$$

где R — безреактивное замещающее сопротивление образца, $ом$; f — частота измерений, $гц$; $C_x = C_1 - C_2 - C_3$ — емкость образца, $пф$ (C_1 и C_2 — емкость системы без образца и с образцом соответственно, C_3 — емкость выводов); D — диаметр образца, $см$; d — толщина образца, $см$; R_v — электрическое объемное сопротивление образца ($ом$), измеряемое тераомметром; S — площадь электродов, $см^2$.

Погрешность измерений ρ_v на разных пределах с помощью серийно выпускаемых приборов не превышает 15%.

На описанной установке измеряли ϵ' , $\text{tg } \delta$ и ρ_v эпоксидной смолы ЭД-5 с различными наполнителями. Полученные результаты хорошо согласуются с литературными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эме Ф. Диэлектрические измерения. Изд-во «Химия», 1967.
2. Каргин В. А., Бартнев Г. М., Берестнева З. Я., Зеленева Ю. В., Калашникова В. Г., Осинцева Л. А. Высокомолекулярные соединения, 1969, № 4, с. 759.
3. Чинмой Дас Гупта, ПТЭ, 1969, № 1, с. 117.
4. Михеев Н. Б., Глазков В. А., ПТЭ, 1959, № 4, с. 158.
5. Грохольский А. Л. Измерители добротности — куметры. Изд-во «Наука», Новосибирск, 1968.