

Формулы (6) и (9) являются универсальными для расчета параметров динамической настройки двухконтурных АСР. Так, например, при  $T_{x2}^{зд} = T_1$  и  $T_{x1}^{зд} = \min$  при заданном значении показателя колебательности быстродействующего контура параметры динамической настройки соответствуют настройкам, полученным методом, который приведен в [3] для оптимальной обработки внутренних возмущений. Если при этом  $T_\phi = 0$ , то формулы (6) и (7) преобразуются к виду [4]. При  $T_{x2}^{зд} = \tau_{ин}$ ;  $T_\phi = 0$ ;  $T_{x1}^{зд} = \min$  для  $M_{x1} = \text{const}$  формулы (6) и (9) примут вид формул, приведенных в [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаков Г.Т. Синтез оптимальных алгоритмов регулирования объектов с запаздыванием // Науч. и прикл. пробл. энергетики. – 1987. – Вып. 14. – С. 28–32.
2. Стефанни Е.П. Основы расчета настройки регуляторов теплоэнергетических процессов. – М.: Энергия, 1972. – 376 с.
3. Кулаков Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования. – Мн.: Выш. шк., 1984. – 192 с.
4. Исследование методов настройки систем регулирования с опережающим скоростным сигналом / Г.Т. Кулаков, А.А. Москаленко, А.Т. Кулаков и др. // Изв. вузов. Энергетика. – 1986. – № 8. – С. 73–76.
5. Кулаков Г.Т., Малюф А.Н. Методика расчета динамической настройки регуляторов впрысков по конструктивным и режимным характеристикам пароперегревателей // Изв. вузов. Энергетика. – 1984. – № 12. – С. 86–88.

УДК 621.315.616

Г.М. ГОРДЕЕВ, С.Н. ИВАНОВА

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕНОПЛАСТОВ НА ОСНОВЕ НОВОЛАЧНЫХ И РЕЗОЛЬНЫХ СМОЛ

Пластмассы на основе фенолформальдегидных смол находят широкое применение для изготовления изделий как общетехнического, так и электротехнического назначения. Наряду с хорошей технологичностью эти материалы обладают ценными техническими свойствами: высокой механической прочностью, хорошими электроизоляционными характеристиками, стойкостью к многим органическим растворителям и др.

С целью улучшения определенных характеристик фенопластов и удешевления изделий из них в пресс-порошки вводят различные минеральные и органические наполнители. В данной статье приводятся результаты исследования влияния органического наполнителя в виде древесной муки на электрические свойства фенопластов: удельное объемное электрическое сопротивление  $\rho_v$ , диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$ , тангенс угла диэлектрических потерь  $\text{tg}\delta$  и электрическую прочность  $E_{пр}$ .

Образцы для испытаний были получены методом горячего прессования пресс-порошков резольных и новолачных фенопластов с древесным наполнителем в объеме от 3 до 7%. Каждый образец представляет собой диск из фенопласта толщиной 3 мм и диаметром 100 мм. На диски наносились электроды из алюминиевой фольги по методу, описанному в работе [1]. Испытания об-

Табл. 1. Результаты электрических испытаний фенопластов с наполнителем

Тип фенопласта	Содержание древесного наполнителя, %	Средние значения параметров			
		$\rho_{\nu}$ , Ом·м	$\operatorname{tg}\delta$	$\epsilon$	$E_{\text{пр}}$ , МВ/м
Резольный	0	$4 \cdot 10^{11}$	0,204	8,5	19,0
”	3	$3,8 \cdot 10^{11}$	0,208	8,3	18,1
”	5	$3,4 \cdot 10^{11}$	0,258	8,0	16,6
”	7	$3,6 \cdot 10^{11}$	0,298	7,8	16,0
Новолачный	0	$8 \cdot 10^{12}$	0,018	5,5	20,0
”	3	$7 \cdot 10^{12}$	0,032	5,6	18,0
”	5	$8 \cdot 10^{12}$	0,043	5,75	16,8
”	7	$6 \cdot 10^{12}$	0,052	6,0	16,2

разцов проводились в соответствии с [2]. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Удельное объемное электрическое сопротивление определялось с помощью тераомметра Е-6-13а при напряжении 100 В. Тангенс угла диэлектрических потерь и емкость образца измерялась мостом Р-523 при напряжении 1000 В, диэлектрическая проницаемость рассчитывалась. Пробивное напряжение определялось в однородном электрическом поле при плавном повышении переменного напряжения промышленной частоты со скоростью 1 кВ/с. Для избежания поверхностного электрического перекрытия испытания образцов проводились в среде трансформаторного масла. Электрическая прочность рассчитывалась исходя из значений пробивного напряжения и толщины диска.

На основании полученных результатов могут быть сделаны следующие выводы: 1. Удельное объемное электрическое сопротивление новолачных и резольных фенопластов незначительно зависит от количества введенного наполнителя. Резольные фенопласты имеют более высокое удельное электрическое сопротивление. 2. Тангенс угла диэлектрических потерь растет с увеличением количества наполнителя. Для резольных фенопластов этот рост более заметен, что объясняется более высоким значением  $\operatorname{tg}\delta$  наполнителя по сравнению с  $\operatorname{tg}\delta$  исходного пресс-порошка. Тангенс угла диэлектрических потерь новолачных фенопластов оказывается значительно выше, чем резольных. 3. Диэлектрическая проницаемость новолачных фенопластов существенно выше резольных. При увеличении содержания наполнителя диэлектрическая проницаемость новолачных фенопластов уменьшается, а резольных увеличивается. 4. Электрическая прочность новолачных и резольных фенопластов оказалась примерно одинаковой. С увеличением количества наполнителя электрическая прочность в обоих случаях слабо падает.

#### ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 5689-79. Массы прессовочные фенольные. Технические условия. - Взамен ГОСТ 5689-73, ГОСТ 5.1958-76.
- Т а р е в Б.М., К а з а р н о в с к и й Д.М. Испытание электроизоляционных материалов. - М.: Л.: Госэнергоиздат, 1969. - 350 с.