

УДК 541.6:536

О.В.Одинокова (4 курс, каф. ЭИКиК), В.К.Захаренков, к.т.н., с.н.с.,
Ю.А.Полонский, д.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Для решения конкретных задач, возникающих при проектировании и эксплуатации современного электроэнергетического оборудования, необходимо знание теплофизических свойств применяемых электроизоляционных материалов. В последние годы с целью улучшения теплового состояния электрических машин ведутся исследования в области создания композиционных электроизоляционных материалов с высоким коэффициентом теплопроводности. Повышение теплопроводности таких материалов обеспечивается путем введения в их состав в качестве наполнителей диэлектриков с высокой теплопроводностью. При этом преимущественно в качестве таких наполнителей рассматриваются неорганические диэлектрики такие, как BeO, Al₂O₃, MgO, AlN, BN [1, 2].

Целью данной работы является изучение температурной зависимости коэффициента теплопроводности композита на основе пропиточного эпоксидного компаунда ПК-11, широко используемого в качестве изоляции электрических машин, с порошкообразным наполнителем из оксида алюминия. Определение температурной зависимости коэффициента теплопроводности производилось с помощью измерителя теплопроводности ИТ-λ-400. Измеритель предназначен для измерения теплопроводности твердых материалов в интервале температур от -100 до +400°C. В состав измерителя входят измерительный блок, блоки питания и регулирования, микровольтамперметр Ф-130.

Процесс изготовления образцов, имевших вид дисков (диаметром 10 мм и высотой 3...4 мм), был следующим. Форма из фторопласта-4 смазывается силиконовым кремом и затем нагревается до температуры 50°C. Компаунд нагревают в отдельной емкости также до температуры 50°C и заливают в форму. С целью равномерного распределения компаунда в форме и удаления из его объема газообразных продуктов заполненную форму подвергают вибрации (5 минут) и вакуумированию в течение 15 минут при остаточном давлении менее 0,05 атм. Затем форму переносят в термостат и нагревают до 160°C, выдерживая при этой температуре 4 часа. После охлаждения до комнатной температуры форму разбирают, образцы извлекают и шлифуют с двух сторон. Образцы композита, имевшего состав 30% (масс.) компаунда ПК-11 и 70% (масс.) Al₂O₃ (электрокорунд белый со средним размером частиц 40 мкм), готовят таким же образом.

Результаты измерений коэффициента теплопроводности композита ПК-11+Al₂O₃ в интервале 20...200°C представлены на рис. 1. Из них видно, что коэффициент теплопроводности исследованного компаунда в диапазоне 20...200°C находится в интервале 1,2...1,5 Вт/(м·К). Эти значения более чем в 3 раза превышают соответствующие значения для эпоксидной смолы ЭД-5: 0,34...0,37 Вт/(м·К) в диапазоне 20...140°C [3].

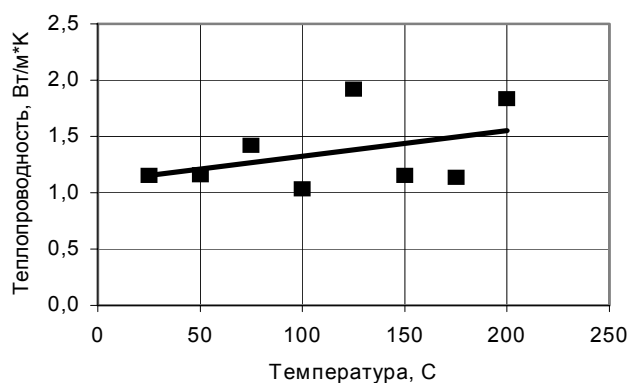


Рис. 1. Коэффициент теплопроводности композита.

Таким образом, в работе показана эффективность введения наполнителя из оксида алюминия в эпоксидный компаунд с целью получения электроизоляционного композита с повышенной теплопроводностью. На основе этих экспериментальных данных можно предполагать, что использование в качестве наполнителя неорганических диэлектриков с более высокой теплопроводностью, чем у оксида алюминия (40...21 Вт/(м·К) в интервале 20...200°C), позволит еще более увеличить теплопроводность композита. Перспективным материалом в качестве подобного наполнителя является нитрид алюминия, коэффициент теплопроводности которого значительно выше, чем у оксида алюминия, и составляет 180...100 Вт/(м·К) в интервале 20...200°C.

Исследования выполнены в рамках Программы «Развитие научного потенциала высшей школы». Подпрограмма: 2 «Прикладные исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники». Раздел: 2.1 «Прикладные исследования».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Изотов В.А., Гогина А.В., Полонский Ю.А., Захаренков В.К. Высокотеплопроводные композиционные материалы и их применение в электрических машинах / Труды 5 Международной конференции "Электротехнические материалы и компоненты" (ICEEE-2004): Ч. 1. Алушта, Крым, 20-25.09.2004.- М.: Институт электротехники МЭИ (ТУ), 2004.– С. 64–66.
2. Properties of High-Thermal Conductivity Composite with Two Kinds of Filler / T.Okamoto, F.Sawa, T.Tomimura et al. / Proceedings 7th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials: V. 3. Nagoya, Japan, 1-5.06.2003. – P. 1142–1147.
3. Пивень А.Н., Гречаная Н.А., Чернобыльский И.И. Теплофизические свойства полимерных материалов: Справочник. – К.: Вища школа, 1976. – 179 с.