

ХИМСТОЙКОСТЬ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОГО ЭПОКСИИЗОЦИАНАТНОГО КОМПАУНДА

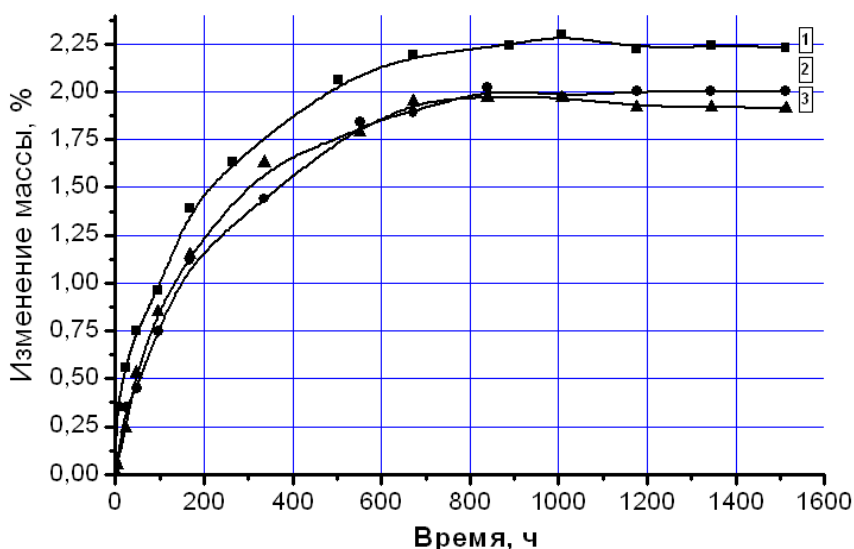
Маслов В.А., Гроздов А.Г., Панов А.А., Пацано А.В.

При проектировании и изготовлении систем изоляции электрических машин необходимо учитывать, что они могут эксплуатироваться в различных климатических условиях, а также в производствах с различным уровнем химических загрязнений. В этих случаях важно иметь информацию не только об уровне электрических и механических свойств применяемых электроизоляционных материалов, но и о возможных изменениях под воздействием различных внешних факторов.

В данном сообщении мы рассматриваем химическую стойкость электроизоляционного пропиточного эпоксиизоцианатного компаунда. При отверждении этот компаунд образует полиоксазолидиноизоциануратную структуру, отличающуюся высокой термостойкостью и, в принципе, обладающей высокой химстойкостью [1,2]. Однако конкретные данные о стойкости отвержденного эпоксиизоцианатного компаунда в различных средах отсутствуют.

Химстойкость отвержденного компаунда проверяли в соответствии с ГОСТ 12020 [3] на дисках диаметром 50 мм и толщиной 1,0 мм в водных растворах серной кислоты (3,0% р-р), гидроокиси натрия (1,0% р-р) и углекислого натрия (2,0% р-р). Определяли изменение внешнего вида, линейных размеров и прирост массы. Длительность выдержки составила около 60 суток. За это время не было отмечено ни изменения внешнего вида образцов, ни их линейных размеров. Изменение массы образцов представлено на рисунке 1. Следует отметить, что стандартное время выдержки образцов в агрессивных средах по ГОСТ 12020 составляет семь суток.

Как видим основной прирост массы наблюдался в первые десять дней испытаний, затем прирост массы замедлился и к тридцати дням практически стабилизировался, достигнув 2,0-2,2% в независимости от среды испытания. Дальнейшая выдержка образцов еще в течение месяца к изменению массы не привела. Это говорит о том, что было достигнуто адсорбционное равновесие и не происходило химической деструкции отвержденного компаунда, обычно приводящее к уменьшению массы испытуемого образца. По полученным данным были рассчитаны коэффициенты диффузии, сорбции и проницаемости для различных сред (таблица). В соответствии с ГОСТ 12020 проведенные испытания позволяют отнести эпоксиизоцианатный компаунд к химстойким материалам.



- 1 - 1% раствор гидроксида натрия;
- 2 – 2% раствор углекислого натрия;
- 3 – 3% раствор серной кислоты

Рис. 1 Зависимость изменения массы отвержденного эпоксиизоцианатного компаунда от времени выдержки в агрессивных средах.

Таблица Характеристики химстойкости эпоксиизоцианатного компаунда

Среда	Коэффициент диффузии, см ² /сек	Коэффициент сорбции, г/см ³	Коэффициент проницаемости, г.см/см ²
1% раствор гидроксида натрия	$5,45 \cdot 10^{-9}$	0,0297	$1,62 \cdot 10^{-10}$
2% раствор углекислого натрия	$5,58 \cdot 10^{-9}$	0,0250	$1,36 \cdot 10^{-10}$
3% раствор серной кислоты	$6,01 \cdot 10^{-9}$	0,0251	$1,51 \cdot 10^{-10}$

В некоторых экстремальных или аварийных ситуациях возможен контакт электроизоляционных материалов с горячей водой. Была проведена оценка изменений характеристик отвержденного эпоксиизоцианатного компаунда в таких случаях.

Диски диаметром 100 мм и толщиной 1 мм отвержденного эпоксиизоцианатного компаунда ежедневно кипятились в воде приблизительно по 8 часов. Остальное время образцы оставались в воде без подогрева. Таким образом, приблизительно 25% времени образцы находились при температуре 95-99°C и 75% времени при комнатной температуре. В процессе эксперимента отслеживались изменение массы образцов, а также электрофизические показатели – тангенс угла диэлектрических потерь и удельное объемное электрическое сопротивление.

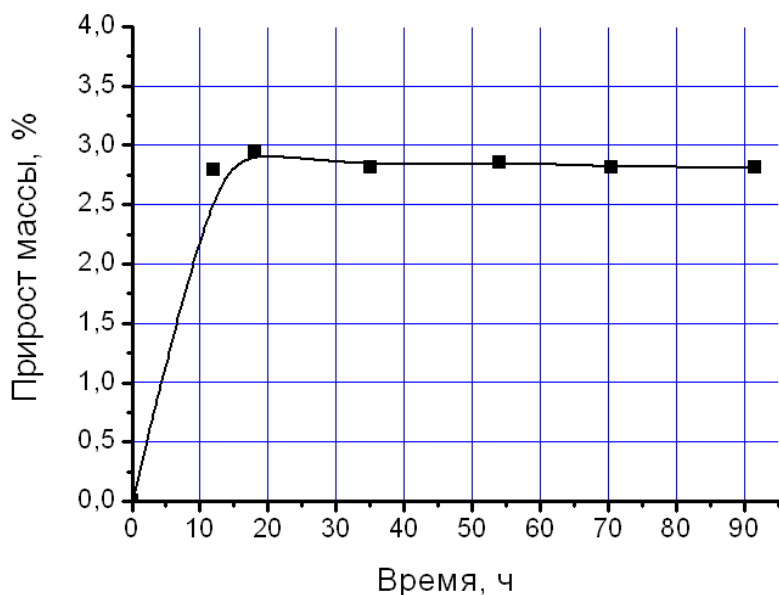


Рис. 2. Зависимость прироста массы образцов компаунда от времени выдержки в воде при 95-99°C.

Как видим (рис.2) прирост массы в отличие от предыдущих опытов составил около 2,8%, однако адсорбционное равновесие было достигнуто уже за первые 10-15 часов, что естественно для процессов проходящих при более высоких температурах. Дальнейшая выдержка в кипящей воде в течение 3 суток к существенным изменениям массы образцов не привела.

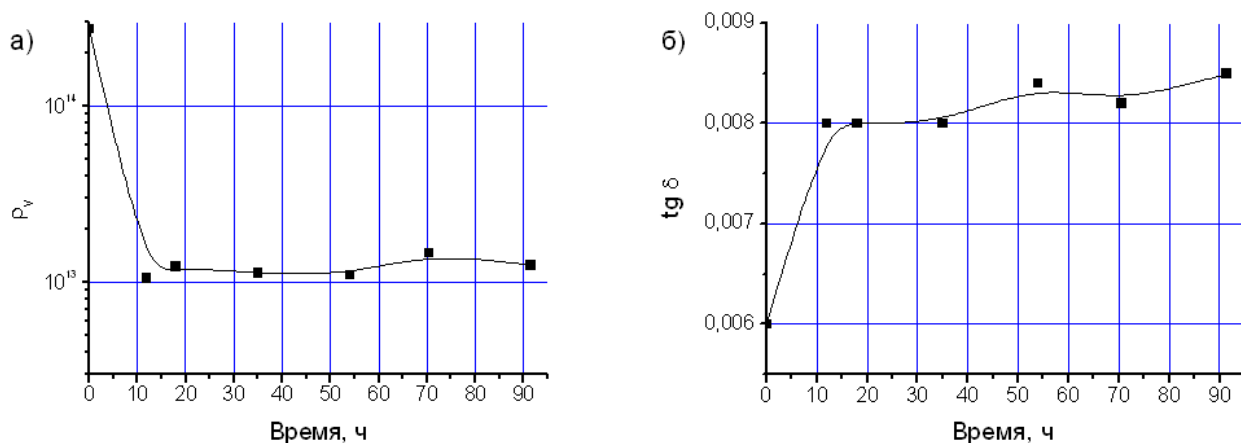


Рис. 3. Зависимость удельного объемного электрического сопротивления (а) и тангенса угла диэлектрических потерь (б) от времени выдержки в кипящей воде.

На рисунках 3а и 3б представлено изменение удельного объемного электрического сопротивления и тангенса угла диэлектрических потерь в зависимости от времени выдержки в кипящей воде. Основные изменения электрических показателей произошли за первые сутки. При этом удельное объемное электрическое сопротивление снизилось

немногим более чем на один порядок, а тангенс угла диэлектрических потерь увеличился с 0,6% до 0,85%. Далее существенных изменений этих показателей не наблюдалось. Следует учесть, что при каждом измерении приходилось наносить и снимать электроды и это вносило определенную долю погрешности в измерения.

Полученные изменения электрических показателей не носили критический характер, что говорит об определенном запасе прочности эпоксиизоцианатного компаунда при его работе в подобных экстремальных условиях.

Сравнительные испытания в идентичных условиях эпоксиангидридного компаунда ПК-11 показали, что за аналогичный период прирост массы составляет около 3,2% и оставалась тенденция увеличения массы образца, снижение удельного объемного электрического сопротивления составило более трех порядков, увеличение тангенса угла диэлектрических потерь около 1,5%. Во всех случаях равновесного состояния не достигалось и отмечалась тенденция к ухудшению показателей.

При изготовлении электрических машин для морского транспорта их, как правило, проверяют на стойкость к морской воде. Испытания образцов отвержденного эпоксиизоцианатного компаунда на стойкость к морской воде по стандартной методике показали, что после выдержки в течение 48 часов в 3,5% растворе NaCl изменений удельного объемного электрического сопротивления и тангенса угла диэлектрических потерь нет. Т.е. эпоксиизоцианатный компаунд в принципе можно использовать при изготовлении систем изоляции электрических машин морского исполнения.

Таким образом, проведенные испытания пропиточного эпоксиизоцианатного компаунда показали высокий уровень химической стойкости в различных агрессивных средах и перспективность его использования в системах изоляции электрических машин, эксплуатирующихся на морских судах, химических предприятиях, а также других производствах с повышенным уровнем химических загрязнений.

Литература

1. Погосян Г.М., Панкратов В.А., Заплишный В.Н., Мацюян С.Г. - Политриазин. Изд. АН АССР, Ереван, 1987
2. Производство изделий из полимерных материалов / Под ред. В.К. Крыжановского - С-Пб.: Профессия, 2004
3. ГОСТ 12020-72, Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред