

Сравнительная характеристика ряда модифицированных аминов как отвердителей эпоксидных смол

Перчик Н.В., Сивцов Е.В.

студент

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),
Санкт-Петербург, Россия
nikolay_perchik@mail.ru

Для отверждения эпоксидных смол при комнатной температуре широчайшее применение нашли амины. Как правило, имеющиеся существенные недостатки не позволяют использовать такие простые по строению амины как диэтилентриамин, триэтилентетрамин (ТЭТА) и их аналоги. Это привело к созданию широкого ассортимента модифицированных аминов, современное отечественное производство которых находится в кризисе. Поэтому нами был осуществлен синтез ряда аминных отвердителей, технология которого пригодна для внедрения в условиях малого предприятия, и проведено комплексное исследование физико-механических характеристик отверждённой этими аминами смолы ЭД-20. Исследованы синтезированные нами отвердители ДТБ-2, И-6М, Эпоксим, аддукты ТЭТА-акрилонитрил (АН), в мольном соотношении ТЭТА:АН=1:1,5 и 1:2, и отвердитель изофорондиамин импортного производства.

Термомеханические испытания отверждённой ЭД-20 показали, что температура высокоэластичности $T_{вэ}$ для исследованных отвердителей находится в диапазоне 60-90°C, за исключением изофорондиамина, для которого $T_{вэ} \approx 140^\circ\text{C}$. Он также характеризуется максимальной среди изученных отвердителей термостойкостью отверждённой композиции: 205°C. Для Эпоксима и И-6М термостойкость составляет 195°C, для аддукта ТЭТА-АН 180°C и для ДТБ-2 175°C. Самое низкое значение для ДТБ-2 объясняется низкой устойчивостью сложноэфирной группы к термодеструкции, о чём косвенно свидетельствует максимальная скорость потери массы, наблюдавшаяся для ДТБ-2 при термогравиметрическом анализе. Относительно высокая устойчивость к высоким температурам позволяет использовать данные отвердители для изделий, находящихся в контакте с нагретыми телами, например для получения наливных полов в производственных помещениях, где установлено работающее при повышенных температурах оборудование. Определение прочности при сдвиге отверждённых композиций показало преимущество изофорондиамина (6МПа) перед остальными отвердителями, характеризующимися низкими значениями прочности при сдвиге (порядка 2МПа). Во всех случаях получены хрупкие изделия с низкими значениями ударной вязкости: 1,5-2,5кДж/м². Данный недостаток существенен, но он легко устраняется введением в состав композиций внутренних и внешних пластификаторов. Максимальные физико-механические характеристики отверждённых композиций достигаются за разный промежуток времени, что связано с различиями в кинетике отверждения. Так, за 7 суток достигается следующее содержание гель-фракции: для ДТБ-2: 88%, И-6М: 83%, Эпоксима: 93%, аддуктов ТЭТА-АН: 94-97%. Результаты дилатометрических исследований показали сходство поведения композиций на изученных отвердителях, за исключением И-6М. Коэффициент теплового линейного расширения в стеклообразном состоянии отверждённых композиций порядка $10,1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ($8,8 \cdot 10^{-5}$ для И-6М); и порядка $17 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ($20 \cdot 10^{-5}$ для И-6М) в высокоэластичном состоянии. Это упрощает применение различных отвердителей в одной сложной многослойной композиции, так как одинаковое поведение при тепловых нагрузках не будет отрицательно сказываться на межслойной адгезии. Особый интерес среди изученных аминов представляет отвердитель Эпоксим, способный эмульгировать жидкие эпоксидные смолы при получении водоразбавляемых эпоксидных композиций, приходящих на смену традиционным.