

УДК 621
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ОТВЕРЖДЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ч. ЯНЯН

Научный руководитель Г. В. МАЛЫШЕВА, д-р техн. наук, проф.
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
им. Н. Э. Баумана»
Москва, Россия

Проблеме оценки кинетики процессов отверждения уделяется большое внимание, поскольку эта технологическая операция является завершающей и относится к наиболее продолжительным и энергоемким. Типовой технологический процесс отверждения состоит из пяти участков: на первом участке имеет место повышение температуры до точки гелеобразования; на втором – выдержка при этой температуре; на третьем – нагрев до температуры отверждения; на четвертом – выдержка; на пятом – охлаждение. Время и температура выдержки на четвертом участке полностью зависит от химической структуры используемого связующего и задается его разработчиками. Цель исследования – оптимизация режимов отверждения, объект исследования – эпоксидное связующее. За критерии оптимизации приняты два параметра: продолжительность процесса нагрева на участках до и после точки гелеобразования и перепад температур на каждом участке, где проводится нагрев (данные критерии являются взаимоисключающими). При оптимизации используем два метода: метод взаимных уступок и метод идеальной точки. В качестве исходных данных для проведения оптимизации были использованы результаты ранее проведенных экспериментальных исследований. Теплоемкость связующего оценивали методом дифференциально сканирующей калориметрии, теплопроводность – методом лазерной вспышки. Значения теплоемкости и теплопроводности оценивали непосредственно в процессе отверждения (для жидкого, гелеобразного и твердого состояния с разной степенью конверсии). Установлено, что при использовании метода взаимных уступок оптимальной является скорость нагрева в 5,5 °С/мин на первом и третьем участках. Если проводить оптимизацию по методу идеальной точки, то оптимальной является скорость нагрева 3 °С/мин (на первом участке) и 7 °С/мин (на третьем). Продолжительность процесса нагрева при первом варианте оптимизации на 14 % меньше, чем при втором, однако для него имеет место большой перепад максимальных значений температур: 20,3 °С (на первом этапе) и 9,4 °С (на втором). При оптимизации методом идеальной точки с использованием режимов нагрева 3 °С (на первом участке) и 7 °С (на третьем участке) перепады температур составляют 13,3 °С и 13,0 °С. Таким образом, именно этот режим и является оптимальным для данного типа связующего.