

# ПРИМЕНЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ОТВЕРЖДЕНИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ АНИЗОТРОПИИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ

©2012В.В. Бажеряну, И.В. Зайченко

ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение им. Ю.А.Гагарина», Комсомольск-на-Амуре  
ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» (Комсомольск-на-Амуре)

## CURING AGENT FOR REGULATION OF ANISOTROPY MECHANICAL PROPERTIES OF FIBREGLASSES

©2012V.V. Bazheryanu, engineer of PCM, competitor  
I.V. Zaychenko, candidate of science, associate professor

Joint Stock Company «Komsomolsk-on-Amur aircraft production association»  
(JSC «KNAAPO»), Komsomolsk-on-Amur  
Komsomolsk-on-Amur State Technical University

The article addresses the problem of influence unequal curing caused by the temperature gradient in the thickness of the material anisotropy on the strength properties of PCM. The authors studied the influence of the catalysts for curing epoxy binder EDT-69N to be used for the manufacture of multilayer polymer composite materials (PCM). According to the dielectric spectroscopy proved accelerating effect of selected compounds on the curing process of epoxy binder EDT-69N with the forming of fiberglass. The authors show the possibility of regulating the process of curing with the aid of catalysts to reduce the influence of temperature gradient on the anisotropy of strength properties of the matrix in the manufacture of PCM.

При формовании полимерных композиционных деталей в автоклаве реализуется конвективный метод нагрева. Малая теплопроводность композита препятствует созданию равномерного поля температур по сечению изделия. В результате действия температурного градиента возникает анизотропия прочностных свойств матрицы ПКМ по толщине изделия перпендикулярно действию нагрева.

Неравномерность отверждения композита можно устранить, управляя кинетикой отверждения связующего в различных слоях композита при помощи ингибиторов или катализаторов отверждения. Данный способ не требует специального оборудования и технологической оснастки, не влияет на время и трудоемкость производства изделия.

Целью данной работы является разработка способа регулирования анизотропию прочностных свойств конструкцион-

ных стеклопластиков по толщине образца при помощи катализаторов отверждения.

В исследовании были использованы следующие материалы: стеклопластик на основе эпоксидного связующего ЭДТ-69Н и конструкционной стеклоткани Т-10, катализаторы отверждения: диметилбензимин (ДМБА), 2,4,6-трис(диметил-аминометил)фенол(УП-606/2), 2-метилимидозол, различные аминотриазолы и бензотриазолы.

Экспериментально было установлено, что энергия активации отверждения связующего уменьшается (с увеличением концентрации) в присутствии ДМБА, УП-606/2, 2-метилимидазола, подтверждая их каталитическую способность.

Для исследования кинетики процесса отверждения использовался метод диэлектрической спектрометрии. При помощи измерительного комплекса были получены зависимости тангенса угла диэлектрических потерь от времени при

отверждении в присутствии катализаторов, которые отражают изменение скорости отверждения в получаемых образцах. Достоинством данного метода являются его применимость к любым композиционным материалам, возможность получения информации о глубине превращения в технологическом цикле процесса отверждения, достоверность определения завершения процесса отверждения. Критерием, по которому процесс отверждения связующего считают законченным, является неизменность во времени диэлектрических характеристик отверждаемого материала. Достижение постоянных значений тангенса угла диэлектрических потерь характеризует глубинные стадии сшивки макромолекул в трехмерную структуру.

Анализ графиков изменения тангенса угла диэлектрических потерь показал, что процессы отверждения в слоях, с чистым связующим, протекают медленнее, чем в слоях с добавлением катализатора, введение которого смещает точку гелеобразования на зависимости в область меньших значений времени. Целью работы было подобрать такие концентрации катализаторов, при которых разница во времени начала гелеобразования (максимумов на кривой  $\text{tg}\delta = f(t)$ ) первого и последнего отверждаемого слоя препрега будет минимальной, таким образом, пики на кривой  $\text{tg}\delta = f(t)$  для первого и последнего отверждаемого слоя препрега должны совпасть по времени.

В образце с концентрацией 0,25% ДМБА в верхнем условном слое, пики, соответствующие температуре гелеобразования, 1-го и 5-го слоев совпали. Для УП-606-2 такой оптимальной концентрацией стало содержание 0,35 % катализатора. Для 2-метилимидазола одинаковая скорость отверждения в 1-ом и в 5-ом слое была установлена для концентрации 0,5 %. Это подтверждает, что введение диметилбензиламина, УП-606/2 и 2-

метилимида-зола позволяет, не нарушая технологического процесса, добиться одно-временного отверждения связующего по слоям ПКМ.

Анизотропия матрицы в процессе отверждения может быть оценена путем нахождения отношения прочностей при двустороннем испытании образцов на изгиб. При испытании на изгиб прочность стеклопластика определяется в основном свойствами матрицы, поэтому изменение прочности при изгибе позволяет оценить влияние температурного градиента на механические свойства матрицы.

Двухсторонние испытания образцов на статический изгиб по ГОСТ 4648-71 производили с приложением нагрузки с внутренней и наружной стороны по отношению к оснастке (с температурой  $T_1$  и  $T_2$  соответственно). Анизотропия прочности оценивалась как отношение значений прочностей на изгиб при разностороннем приложении нагрузки.

Результаты испытаний показали, что введение в верхний слой композита 0,25 % диметилбензиламина, 0,35 % УП-606/2 и 0,5 % 2-метилимидазола позволяет снизить анизотропию матрицы и, более того, повысить прочность композита на изгиб в целом. Оптимальная концентрация катализатора, при которой анизотропия прочности минимальна составляет 0,3-0,4%, что подтверждается экспериментальными данными.

На основании проведенных исследований установлено, что применение катализаторов позволяет контролировать процесс отверждения эпоксидной композиции ЭДТ-69Н, обеспечивая регулирование скоростей отверждения полимерного композиционного материала. Равномерное отверждение композиционного материала уменьшает негативное влияние температурного градиента при конвективном процессе обогрева в процессе автоклавного формования деталей из ПКМ.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НОВЫХ ЖАРОПРОЧНЫХ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ ДИСКОВ ТУРБИН ГТД**