

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТВЕРДИТЕЛЕЙ 4,4'- ДИАМИНОДИФЕНИЛМЕТАНА И ЭТАЛ-450 НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ СТЕРЖНЕЙ

Т.В. Ефанова, А.Г.Туисов, А.М.Белоусов, Р.Г. Мамашев

*Исследовано влияние отвердителей 4,4'-диаминодифенилметана и Этал-450 на технологические параметры эпоксидного связующего в процессе пропитки стекловолокна и изготовления стеклопластикового стержня. Получены технологические свойства эпоксидных связующих на основе отвердителей Этал-450 и 4,4'-диаминодифенилметана. Изготовлен и исследован стеклопластиковый стержень диаметром 5,4 мм на основе эпоксидных связующих с отвердителем 4,4'-диаминодифенилметана и Этал-450.*

## ВВЕДЕНИЕ

Полимерные композиционные материалы на основе эпоксидных смол, содержащие волокнистый наполнитель, получили широкое распространение в качестве конструкционных материалов самого различного назначения. Введение волокнистого наполнителя значительно повышает прочность и жесткость, а также позволяет изменять в заданном направлении электрические, теплофизические и другие свойства композита и добиваться их оптимального соотношения, определяемого эксплуатационными требованиями к материалу. Полимерные композиционные материалы с успехом конкурируют с такими традиционными материалами как металлы и сплавы, стекло, дерево, а в ряде случаев только из них могут быть созданы конструкции, отвечающие специальным техническим требованиям.

Но, не смотря на их очевидные преимущества перед традиционными материалами: относительно низкую стоимость технологического оборудования и оснастки, наличия возможности получения изделий самых разнообразных форм и размеров в едином цикле формования, применение стеклопластиков в качестве материалов конструкционного назначения ограничено, вследствие невысоких прочностных показателей после воздействия агрессивных сред. Для повышения прочностных показателей стеклопластиковых композиционных материалов хорошо зарекомендовали себя методы химической или физико-химической модификации эпоксидных связующих.

Выбор полимерной композиции для конкретной цели определяется ее технологическими характеристиками, температурой отверждения и влиянием на свойства композиционного материала. Основными технологическими характеристиками являются вяз-

кость, время гелеобразования и жизнеспособность системы, т. е. изменение ее реологических характеристик с течением времени [1].

В составе композиций возможно использование различных сочетаний отвердителей и катализаторов. В качестве отверждающих агентов могут применяться алифатические и ароматические амины, ангидриды дикарбоновых кислот, соединения, содержащие гидроксильную группу. Варьирование компонентов позволяет получать широкий спектр разнообразных свойств композита [2].

Целью данной работы является исследование влияния отвердителей 4,4'-диаминодифенилметана и Этал-450 на технологические характеристики эпоксидного связующего и прочностные показатели стеклопластикового стержня, изготовленного на основе данных связующих.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В эксперименте были использованы: эпоксидиановая смола ЭД-22 (ФКП "Завод имени Я.М. Свердлова"); отвердитель аминного типа ДАДФМ - смесь изомеров диаминодифенилметана (ОАО «НИИХИМПОЛИМЕР» г. Тамбов) отвердитель аминного типа ЭТАЛ-450 (ЗАО "ЭНПЦ ЭПИТАЛ"); стекловолокно РБН 17-1200-202 (ОАО "Сен-Гобен Ветротекс Стекловолокно"), полиамидная нить 28,8 текса (Щекинское ОАО "Химволокно").

В работе были исследованы эпоксидное связующее состоящее из ЭД-22 и ДАДФМ с процентным соотношением 80:20, соответственно – связующее №1. Для сравнения было взято связующее на основе смолы ЭД-22 и аминного отвердителя Этал-450 - процентное соотношение 80:20, соответственно – связующее №2.

В лабораторных условиях были проверены связующие на технологические показа-

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТВЕРДИТЕЛЕЙ 4,4'-ДИАМИНОДИФЕНИЛМЕТАНА И ЭТАЛ-450 НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ СТРЕЖНЕЙ

тели - время гелеобразования  $t_{гел}$  при температуре  $120 \pm 2^\circ\text{C}$  (плитка с диаметром отверстия 20 мм и глубиной 5 мм) и начальную условную вязкость  $\eta$  при различных температурах (на вискозиметре ВЗ-1 с диаметром сопла 5,4мм). В таблице №1 представлены технологические параметры эпоксидных связующих.

Таблица 1  
Технологические показатели эпоксидных связующих

Связующее	$t_{гел}$ , сек	$\eta$ при температуре $45^\circ\text{C}$ , сек.	$\eta$ при температуре $50^\circ\text{C}$ , сек.	$\eta$ при температуре $55^\circ\text{C}$ , сек.
№1	993	93	62	48
№2	656	230	160	129

Из данных таблицы 1 видно, что связующее на основе аминного отвердителя ДАДФМ обладает высокими технологичными свойствами вследствие более низкой вязкости по сравнению с эпоксидным связующим на основе Этал-450. Связующее, обладающее более низкой вязкостью, способствует увеличению степени пропитки стеклоровинга и, как следствие, повышает монолитность и прочностные характеристики изделий из стеклопластика.

Полученные эпоксидные связующие были последовательно залиты в пропиточную ванну, через которую протягивали ровинг РБН 17-1200-202, с последующим изготовлением стеклопластикового стержня диаметром 5,4 мм с кольцевым слоем из полиамидной нити. Формование и отверждение стеклопластиковых стержней осуществлялось протяжкой со скоростью от  $2^\circ\text{C}$  до  $160^\circ\text{C}$ , температура выдержки до полного отверждения составляла  $160 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение 4 часов.

Содержание эпоксидного связующего в отвержденных стеклопластиках составило  $18,3 \pm 0,5\%$  от массы стеклопластика.

Для оценки физико-механических показателей у полученных стеклопластиковых стержней был определен предел прочности при поперечном изгибе (ГОСТ 25.604-82).

Для оценки влияния агрессивных сред стеклопластиковые стержни были подвергнуты химическому старению в среде NaOH при температуре  $80^\circ\text{C}$  в течение 7 суток и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  при температуре  $150^\circ\text{C}$  в течение 14 часов. Предел прочности  $\sigma_{\text{NaOH}}$ ,  $\sigma_{\text{Ca}(\text{OH})_2}$  при поперечном изгибе (ГОСТ 25.604-82) во всех случаях определяли нагружением образцов методом поперечного изгиба.

В таблице 2 представлены результаты исследования эпоксидного связующего на основе аминных отвердителей ДАДФМ и ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1-2 2008

Этал-450 на изменение предела прочности стеклопластикового стержня при поперечном изгибе до и после выдержки в средах NaOH в течение 7 суток при температуре  $80^\circ\text{C}$ , и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  при температуре  $150^\circ\text{C}$  в течение 14 часов.

Таблица 2  
Прочностные значения стеклопластиковых стержней диаметром 5,4 мм изготовленных на основе связующих с отвердителями ДАДФМ и Эталом-450

Параметр	Стеклопластик на основе связующего №1	Стеклопластик на основе связующего №2
$\sigma$ , МПа	1727,1	2161,0
$\sigma_{\text{NaOH}}$ , МПа	1226	1923
$\sigma_{\text{Ca}(\text{OH})_2}$ , МПа	881	1318

Данные таблицы 2 показывают, что стеклопластиковые стержни на основе эпоксидного связующего с отвердителем ДАДФМ обладают более низкими значениями предела прочности при поперечном изгибе стержня до и после выдержки в средах NaOH и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  по сравнению со стеклопластиковыми стержнями на основе эпоксидного связующего с отвердителем Этал-450.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Эпоксидное связующее для стеклопластиков на основе отвердителя ДАДФМ обладает более низкой вязкостью, а следовательно, является более технологичным по сравнению с эпоксидным связующим с отвердителем ЭТАЛ-450.

2. Установлено, что стеклопластиковые стержни диаметром 5,4мм, изготовленные на основе эпоксидного связующего с аминным отвердителем ДАДФМ имеют, наибольшее снижение предела прочности при поперечном изгибе до и после воздействия растворов NaOH и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , в отличие от стеклопластиковых стержней, изготовленных на основе эпоксидного связующего с аминным отвердителем ЭТАЛ-450.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев Б.А. Стеклопластики. М.: Госхимиздат. 1961. - 120с.
2. Пакен А.М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы: Пер. с нем. / Под. ред. Л.С. Эфросв. – Л.:Госхимиздат. -1962. - 964 с.