

УДК 541.64:547.565

**ИССЛЕДОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ  
НА ОСНОВЕ СУЛЬФОНА И БИСФЕНОЛА А**

*Бэнзэл Р. К., Кешав К.*

Синтезировали эпоксидные смолы различной ММ на основе эпихлоргидрина и 4,4'-сульфонилдифенола, а также на основе эпихлоргидрина и бисфенола А. Смолы отверждали при высокой температуре четырьмя различными сшивирующими агентами, в том числе алифатическими и ароматическими аминами. В каждом случае измеряли адгезионную прочность. Показано, что адгезионная прочность эпоксидных смол обоих видов выше при их отверждении ароматическими аминами. Адгезионная прочность сульфонсодержащей смолы ниже, чем смолы на основе бисфенола А.

В настоящее время эпоксидные смолы широко используют в качестве исходных материалов для получения адгезивов. Это объясняется универсальностью этих соединений, так как небольшое изменение в типе отверждающего агента может изменить все свойства смолы. Тип смолы также играет важную роль для получения термореактивных, огнестойких, эластичных адгезивов.

Имеется много работ, посвященных свойствам эпоксидных смол на основе бисфенола А и эпихлоргидрина [1], в то время как исследования свойств смолы на основе сульфона и эпихлоргидрина, т. е. влияние введения сульфона в основную цепь смолы, малоизвестны.

В данной работе изложены результаты исследований сравнительных характеристик адгезионной прочности эпоксидных смол на основе 4,4'-сульфонилдифенола и эпихлоргидрина и на основе бисфенола А и эпихлоргидрина.

Эпоксидные смолы были отверждены как алифатическими, так и ароматическими полиаминами, а именно диэтилентриамином (ДЭТА), триэтилентетрамином (ТЭТА), диаминодифенилметаном (ДАДФМ) и *m*-фенилендиамином (МФДА).

Эпоксидные смолы типа А, В, С и А', В', С' (таблица) были синтезированы на основе 4,4'-сульфонилдифенола и эпихлоргидрина, а также бисфенола А и эпихлоргидрина соответственно по известным методикам [2].

Смолы промывали горячей водой; хлоридные ионы при этом полностью не удалялись.

Каждую из смол характеризовали эпоксидным числом, гидроксильным числом, ИК-спектрами, температурой размягчения и т. д.

Образцы для измерения адгезионной прочности были изготовлены из мягкой стали и рассчитаны на высокую нагрузку. Взвешенное количество смолы и рассчитанное количество отвердителя в стехиометрическом соотношении были смешаны в соответствующем растворителе. Затем раствор выпаривали на водяной бане, а остаток перемешивали. Равномерный слой наносили на поверхность испытуемых образцов. Далее образцы совмещали и помещали на 2 ч в вакуумный эксикатор. Смолы отверждали

**Адгезионная прочность эпоксидных смол**

Отвержен- ная смола	M	Сшивающий агент	Адгезионная прочность, МПа
<b>4,4'-сульфонилдифенол с этихлоргидрином</b>			
A	370	МФДА	30/33
		ДМФДА	30/30
		ДЭТА	28/28
		ТЭТА	29/29
B	900	МФДА	30/31
		ДМФДА	29/29
		ДЭТА	28/28
		ТЭТА	29/28
C	1400	МФДА	28/-
		ДМФДА	20/21
		ДЭТА	30/30
		ТЭТА	18/18
<b>Бисфенол А с этихлоргидрином</b>			
A	370	МФДА	32/32
		ДМФДА	32/32
		ДЭТА	18/18
		ТЭТА	32/31
B	900	МФДА	31/32
		ДМФДА	31/-
		ДЭТА	22/22
		ТЭТА	28/28
C	1400	МФДА	23/24
		ДМФДА	19/21

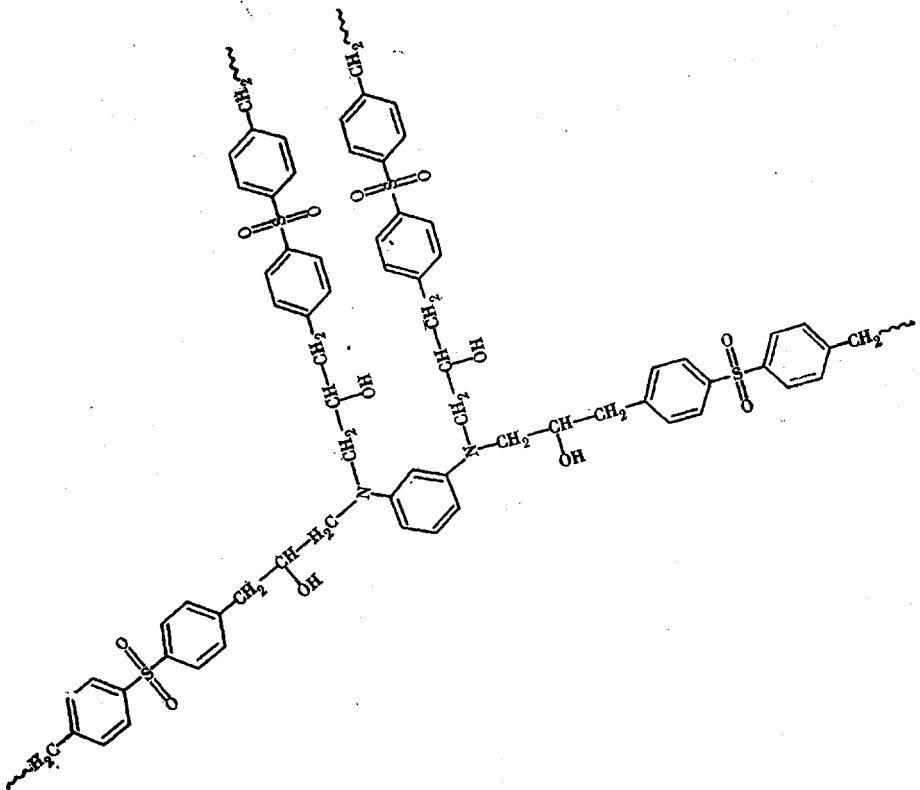
\* Числа в числителе относятся к температуре отверждения 70°, а в знаменателе — к 110°.

при 70 и 110°. После отверждения на тензометре определяли разрывную нагрузку склеек. Зная величину нагрузки и площадь склеивания, рассчитывали адгезионную прочность. Все измерения повторяли трижды.

Результаты выполненных исследований суммированы в таблице.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что во всех случаях отверждения эпоксидных смол адгезионная прочность увеличивается с уменьшением их ММ, как это наблюдалось ранее [1]. Это можно объяснить тем, что с увеличением ММ эпоксидное число уменьшается. Например, для отверженной смолы A оно равняется 0,14, а для смолы C — 0,40. Это также справедливо и в случае отверженной эпоксидной смолы на основе бисфенола A. Более того, более высокая адгезионная прочность эпоксидных смол с меньшей ММ может быть частично объяснена физическими свойствами жидких смол с более низкой ММ. Высокое содержание эпоксидных групп в смоле также способствует улучшению адгезионных свойств ввиду образования большего числа гидроксильных групп.

Как и следовало ожидать, что при высоких температурах эпоксидные смолы, отверженные ароматическими аминами МФДА и ДМФДА, обладают более высокой адгезионной прочностью по сравнению с эпоксидными смолами, отверженными алифатическими аминами (ДЭТА и ТЭТА). Однако система бисфенол А — ароматический амин дает более высокие значения адгезионной прочности, чем соответствующая система сульфон — ароматический амин. Ниже приведена идеализированная структура полученной из сульфона и МФДА эпоксидной смолы.



Однако было показано, что в отличие от системы бисфенол А – амин термостойкость системы сульфон – амин увеличивается с увеличением ММ.

Авторы благодарят «Краун Зеллербах Корпорейшн» за любезно предоставленные образцы 4,4'-сульфонилдифенола.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bansal R. K., Singh M., Rao A. V. Indian J. Engng and Technol., 1978, v. 16, p. 169.
2. Sorenson W. R., Campbell. Preparative Methods of Polymer Chemistry. L.: Interscience Publ., 1961.

Индийский технологический  
институт, Нью-Дели

Поступила в редакцию  
11.VI.1982

#### STUDY OF COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF ADHESIONAL STRENGTH OF EPOXIDE RESINS ON THE BASIS OF SULFONE AND *bis*-PHENOL A

*Bansal R. K., Keshav K.*

#### Summary

Epoxide resins of various MM have been synthesized from epichlorohydrin and 4,4'-sulfonyldiphenol and from epichlorohydrin and *bis*-phenol A. These resins were cured at high temperature by four various crosslinking agents including aliphatic and aromatic amines. For each case the adhesional strength was measured. The adhesional strength of both types of epoxide resins was shown to be higher when curing by aromatic amines. The adhesional strength of sulfone-containing resin was lower, than that of the resin obtained from *bis*-phenol A.