

УДК 54.057

НОВЫЕ СВЯЗУЮЩИЕ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО БИОВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯБессонов Иван Викторович⁽¹⁾, Солодилов Виталий Игоревич⁽²⁾,Аспирант 3 года⁽¹⁾, инженер⁽²⁾
кафедра «Химии»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.М. Голубев,
доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Химии»

В последние годы прикладываются значительные усилия по расширению ассортимента ценных химических продуктов из растительного биовозобновляемого сырья. Один из таких продуктов – фурфурол, получаемый кислотнo-катализируемой дегидратацией полисахарид-содержащих отходов сельскохозяйственного производства [1, 2].

Данная работа посвящена изучению химических и физико-механических свойств фурфуролацетоновой смолы в качестве активного разбавителя эпоксидной смолы.

Фурфуролацетоновые смолы представляют собой сложную смесь продуктов, образующихся при катализируемой основанием конденсации фурфурола и ацетона. Основные ее компоненты – монофурфурилиденацетон и дифурфурилиденацетон [3]. Из анализа спектров продуктов реакции методом ЯМР ¹H определили, что были получены фурфуролацетоновые смолы (ФА 1-9) с соотношением моно- (МФА) и дифурфурилиденацетона (ДФА) от 0.3 до 3.8.

Для поддержания баланса между эффективностью разбавления и достаточным содержанием высокомолекулярного компонента была выбрана смола ФА5 с соотношением ДФА:МФА 1:1 для дальнейших исследований.

В работе исследовались композиции на основе эпоксидного олигомера LY-556 (HUNTSMAN), модифицированного фурфуролиденацетоновой смолой ФА5. Концентрацию (С) ФА5 варьировали от 0 до 50 % относительно массы смолы. В качестве отвердителей использовали триэтаноламинотитанат (ТЭАТ) (10% от массы эпоксидной смолы). Смеси эпоксидной смолы и ФА5 получали при температуре 50°C при непрерывном перемешивании в течение нескольких часов и последующем вакуумировании.

Изучение вязкости эпоксидных смол, модифицированных ФА5 проводили с помощью вискозиметра Brookfield-LV с измерительной ячейкой “конус-плоскость”.

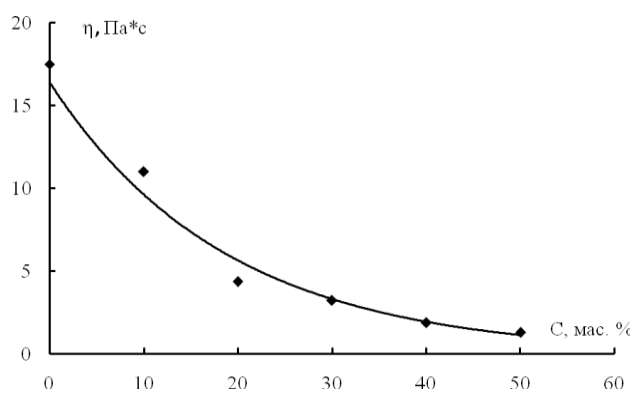


Рис.1. Зависимость вязкости η эпоксидной смолы от количества С введенного в нее ФА5.

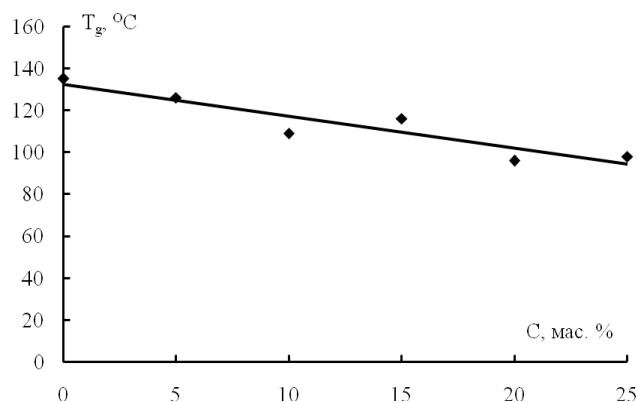


Рис. 2. Зависимость температуры стеклования эпоксидной матрицы от количества С введенного в нее ФА5.

Изменение вязкости от концентрации фуранового олигомера представлено на рис. 1. При введении в эпоксидную смолу 10 мас. % фуранового олигомера вязкость снижается на 40 % относительно немодифицированной ЭД-20, при добавлении 20 мас. % ФАМ – в 4 раза. Дальнейшее увеличение концентрации ФАМ приводит к менее резкому уменьшению вязкости композиций: значения вязкости на этом участке кривой различаются между собой не более чем в 2 раза.

Методом ДМА при 3-точечном изгибе определена температура стеклования T_g эпоксифурановых матриц. Из рис. 2 видно, что T_g практически линейно снижается с увеличением концентрации ФА5. Такое снижение температуры стеклования характерно для активных разбавителей, например диглицидилового эфира диэтиленгликоля (ДЭГ-1).

В таблице 1 представлены физико-механические характеристики модифицированных эпоксидных матриц. Введение ФА5 в эпоксидную смолу практически не влияет на механические характеристики при растяжении, но существенно повышает трещиностойкость матрицы: при введении 20 мас. % ФА5 трещиностойкость возрастает почти в 7 раз. Такое резкое увеличение G_{IR} можно связать с пластифицирующим эффектом. Весьма эффективно модифицирование фурфуролацетоновой смолой эпоксиполисульфоновых композиций. Рост значений G_{IR} может быть более чем в 10 раз относительно исходной эпоксидной матрицы и более, чем в 2 раза для эпоксидной смолы, модифицированной 20 мас. % ПСК-1.

Таблица 1. Трещиностойкость G_{IR} , прочность σ , модуль упругости E и предельное удлинение ε при растяжении эпоксидной матрицы, модифицированной ФА5 и полисульфоном ПСК-1.

Состав композиции	LY-556	LY-556 +10% ФА5	LY-556 +20% ФА5	LY-556 +10% ФА5+ 10% ПСК-1	LY-556 +10% ПСК-1	LY-556 +10% ФА5 +20% ПСК-1	LY-556 + 20% ПСК-1
G_{IR} , кДж/м ²	0,34 ± 0,06	0,24 ± 0,05	2,41 ± 0,21	0,72 ± 0,11	1,11 ± 0,14	4,79 ± 0,42	2,12 ± 0,30
E , ГПа	3,4 ± 0,1	3,3 ± 0,3	3,3 ± 0,2	-	-	-	-
σ , МПа	85 ± 3	88 ± 4	84 ± 2	-	-	-	-
ε , %	6,9 ± 0,2	6,2 ± 0,4	7,0 ± 0,5	-	-	-	-

Таким образом, при добавлении в эпоксидную смолу фуранового олигомера ФА5, удается существенно снизить вязкость эпоксидной смолы и значительно повысить трещиностойкость, особенно совместно с полисульфоном. Рост физико-механических характеристик можно связать с пластифицирующим эффектом при введении ФА5.

Литература

1. *Gandini A.* The irruption of polymers from renewable resources on the scene of macromolecular science and technology. // *Green Chem.* – 2011, V. 13. – P. 1061–1083
2. *Cai C.M.* Integrated furfural production as a renewable fuel and chemical platform from lignocellulosic biomass. // *Journal of Chemical Technology and Biotechnology.* – 2014, V. 89. – №. 1. – P. 2-10.
3. *Xiaomei S., Zhen L., Tao W., Liang C.* Preparation and performance of low temperature epoxy resin chemical grouting agent. // *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.* 2014, -V. 6. – № 1. – P. 641-644.