

ность использовать метод химической иммобилизации флуороионофоров в полимерные криогели на основе N,N-диметилакриламида для использования их в качестве сенсорных материалов.

Таким образом, нами были получены с достаточно высокими выходами полимерных криогели на основе ДМА и соединения **1**; показано, что соединения **1** вступает в реакцию сополимеризации с диметилакриламидом, о чем свидетельствует наличие флуоресценции конечного продукта, а также сдвиг максимума интенсивности в синюю область на 20 нм. Также продемонстрировано, что степень набухания сополимеров в воде, интенсивность флуоресценции и выход гель-фракции зависят от температуры синтеза.

Библиографические ссылки.

1. Basudam Adhikari and Sarmishtha Majumdar "Polymers in sensor applications" Progress in Polymer Science, 2004, V 29, 7, 699-766
2. С. Б. Саввин, В. В. Кузнецов, С.В. Шереметьев, А. В. Михайлова "Оптические химические сенсоры (микро- и наносистемы) для анализа жидкостей Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2008, т. LI, № 2, 7-16
3. О.Е. Заборина. Диссертация кандидата химических наук ИХЭОС РАН // Москва. – 2013
4. Панченко П. А., Федоров Ю. В., Федорова О. А., Перевалов В. П., Йонушаускас Г. Синтез и спектрально-люминесцентные свойства 4-(ацетил)-амино-N-арилнафталимидов, содержащих электронодонорные группы в N-арильном заместителе // Изв. АН. Сер. хим. - 2009. - № 6. - С. 1199-1206.
5. Cao H., Chang V., Hernandez R., Heagy M. D. Matrix screening of substituted N-aryl-1,8-naphthalimides reveals new dual fluorescent dyes and unusually bright pyridine derivatives. // J. Org. Chem. - 2005. - Vol. 70. - P. 4929-4934.

Ю.А. Черненко, Д.А. Лизунов, Ю.В. Олихова, В.С. Осипчик

Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева, Москва, Россия

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕПРЕГОВ

В работе изучено влияние различных модификаторов и температурных режимов сушки на скорость и степень отверждения препрегов.

Influence of various modifiers and parameters of technological processes of carbon fiber-reinforced epoxy plastics production have been studied.

Композиционные материалы на основе армирующих углеродных волокон находят широкое применение в различных областях промышленности. Сочетание технологичности в производстве изделий сложной конфигурации с высокой прочностью, жесткостью и низкой стоимостью готовых композитов является необходимым условием их конкурентоспособности.

В настоящее время при создании армированных материалов наиболее широко применяются эпоксидные олигомеры. Армированные композиционные материалы на основе эпоксидных олигомеров обладают целым рядом отличительных свойств, такими как: хорошая адгезия к углеродным волокнам, высокие деформационно-прочностные характеристиками, теплостойкость, низкая усадка и т.д..

Увеличение объемов производства армированных материалов на основе углеволокна ограничивает отсутствие эффективных связующих с комплексом необходимых деформационно-прочностных и технологических характеристик и отсутствие эффективных методов регулирования их структуры и свойств.

Целью работы явилась разработка армированных материалов с улучшенными и регулируемые свойствами на основе эпоксидных олигомеров.

Работа проводилась по следующим направлениям:

- изучение влияния эпоксиноволачных олигомеров и функциональных модификаторов на процесс получения препрегов;
- регулирование и оптимизация процесса получения препрегов;

В данной работе в качестве полимерной матрицы использовали эпоксифенольное связующее (ОЛ), плотность которого составляет 1,15 г/см³. Модифицирующими добавками служили эпоксиноволачный олигомер (ДЭН), циклический органический карбонат (ПК), олигофенолсилоксан (КОФ), полиуретановый каучук с концевыми эпоксиуретановыми группами (ПКЭГ), активный разбавитель продукт полимеризации эпихлоргидрина (ЭПГ), улучшитель смачивания и пеногасящая добавка (ВУК). В качестве армирующего наполнителя в работе использовали конструкционную углеродную ленту зарубежного производства.

Эпоксиуглепластики на основе эпоксидиановых связующих изготавливали методом горячего прессования препрегов путем ступенчатого изменения температуры и давления. Для получения армированных пластиков толщиной 1 мм использовали 8 слоев углеродной ленты, которые укладывали параллельно друг другу под углом 0°. Выбор такой схемы укладки препрегов

обусловлен необходимостью исключения влияния относительного расположения волокон на физико-механические характеристики углепластиков.

Степень отверждения определяли методом экстракции на аппарате Со-кслета. Для регулирования и оптимизации процесса сушки препрегов необходимы данные по кинетике отверждения. Основываясь на предыдущих работах кафедры по данной тематике можно заключить, что используемый режим сушки препрегов при 60 °С не позволяет достичь необходимого эффекта. Более того, проведенные исследования показали, что отверждение практически не наблюдается в течение 45 минут и при 100 °С. Из этого следует, что сушка препрегов при температурах ниже 100 °С не технологична.

Для оптимизации технологических режимов сушки препрегов были определены степени отверждения связующих для различных температурных режимах. Зависимости степени отверждения от времени при температуре 120 °С представлены на рис.1 и рис.2.

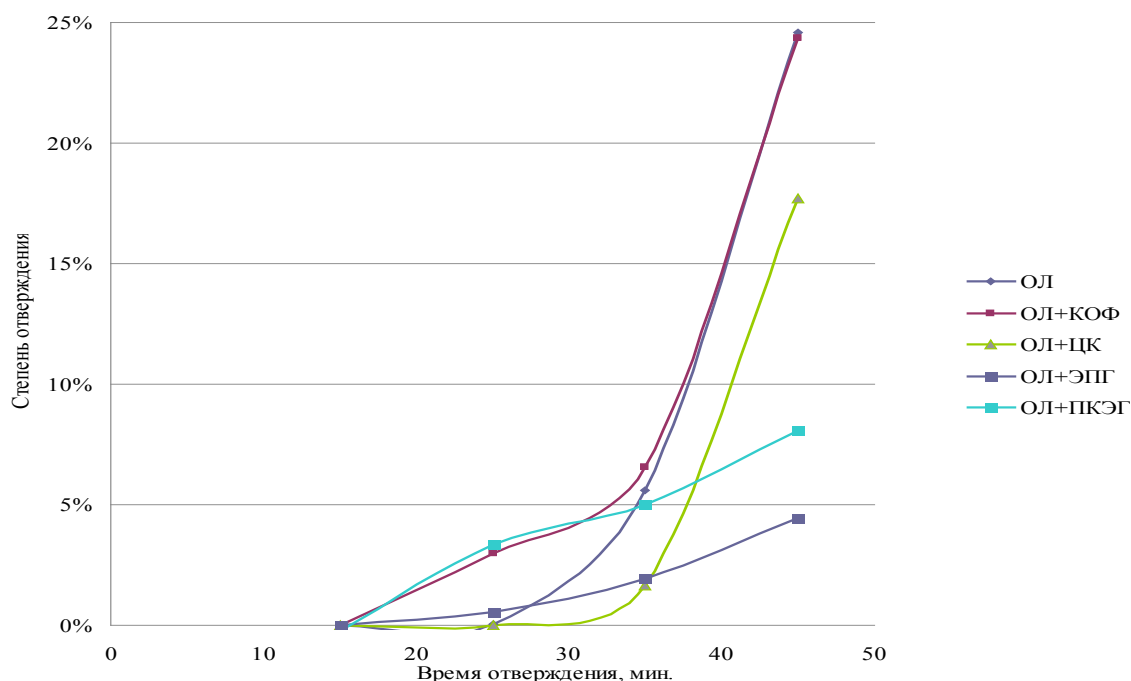


Рис.1. Влияние состава связующего на содержание гель-фракции (T = 120 °С)

Как видно из рис. 1 введение модифицирующих добавок снижает скорость отверждения. При данной температуре необходимая степень отверждения (10-30%) достигается спустя 45 минут у образцов на основе немодифицированного связующего и образцов модифицированных КОФ и ПК. Скорость отверждения образцов, модифицированных олигомерными

ППГ-3А и Э-181, существенно ниже, что, вероятно, объясняется стерическими затруднениями, возникающими вследствие размера их молекул.

Из рис. 2 видно, что модификация исходного связующего ОЛ эпоксиноволачным олигомером существенно ускоряет процесс отверждения. Тем не менее, полученные результаты не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к временным параметрам процесса получения препрегов в промышленности.

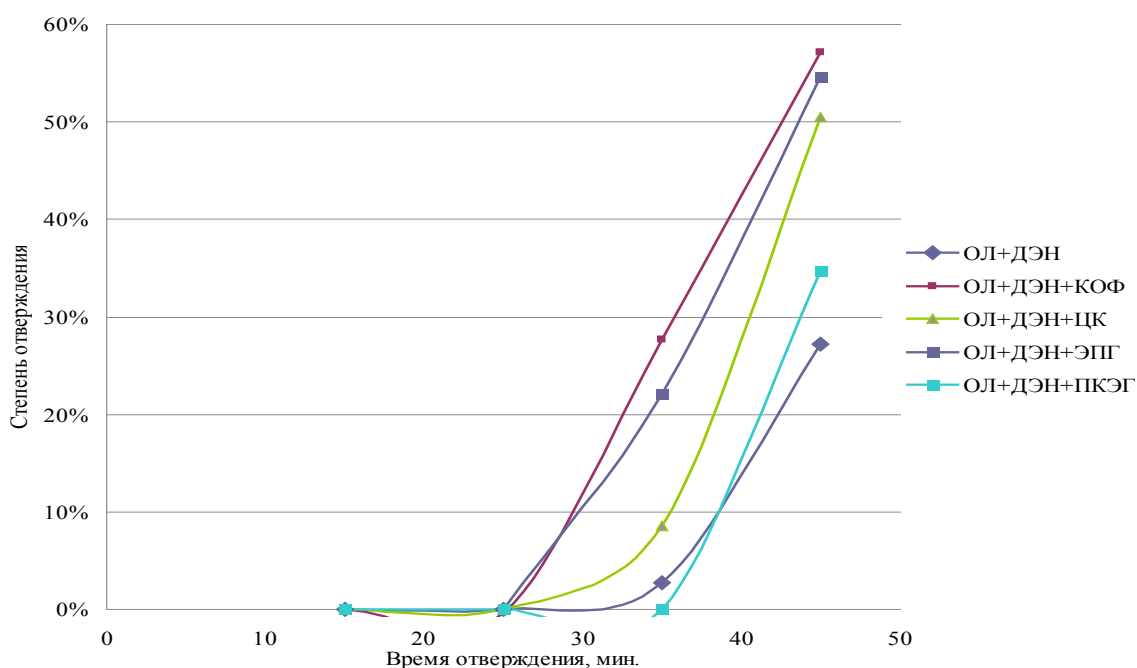


Рис.2. Влияние состава связующих на содержание гель-фракции (T = 120 °C)

Для ускорения процесса отверждение проводили при 140 °C. Зависимости степени отверждения связующих от времени при данной температуре представлены на рис. 3.

Увеличение температуры сушки препрегов до 140 °C приводит к возрастанию скорости отверждения всех модифицированных связующих.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, о том что наиболее эффективным модификатором является олигофенолсилоксан. Можно предположить, что концевые гидроксильные группы КОФ взаимодействуют с эпокси-группами, ускоряя процесс отверждения. Циклокарбонат, улучшая пропитку препрега и уменьшая вязкость связующего, является, при данных температурных условиях, пассивным разбавителем, не оказывая существенного влияния на процесс отверждения. Это согласуется с имеющимися

литературными данными, поскольку известно, что циклокарбонаты вступают в реакцию с ароматическими аминами при температуре выше 150°C.

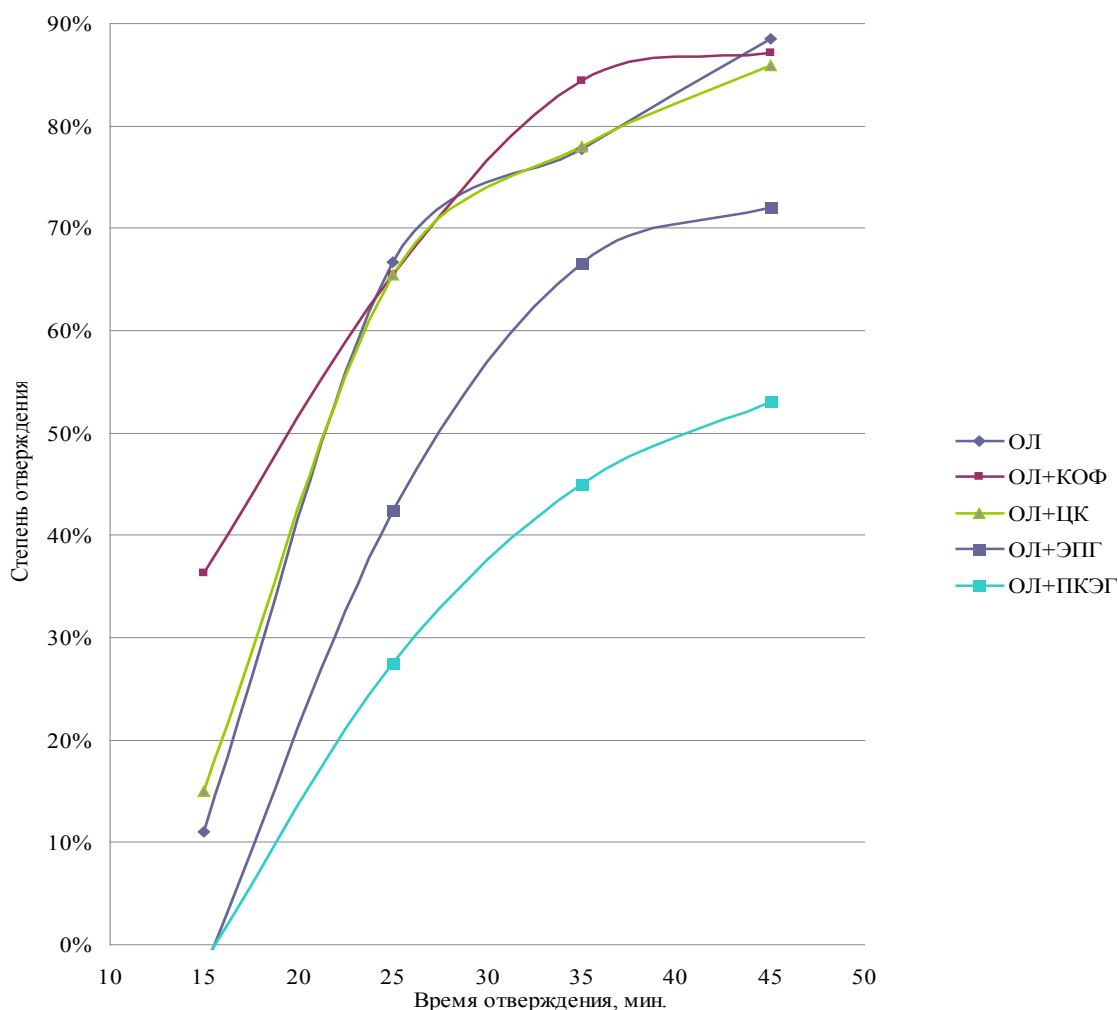


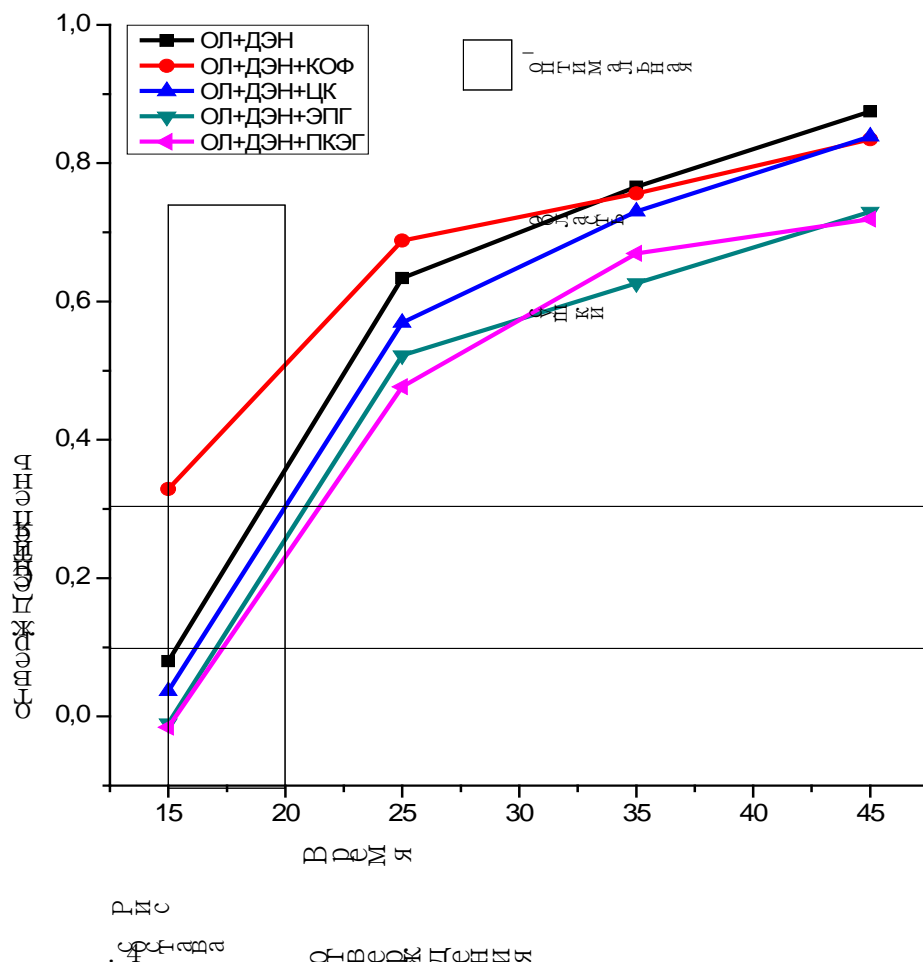
Рис. 3. Влияние состава связующего на содержание гель-фракции (T = 140 °C)

Для удобства прикладного использования полученных данных была составлена технологическая карта сушки препрегов (рис. 4), с помощью которой можно подобрать режим для того или иного состава.

Таким образом, на основании проведенных исследований было показано, что существующий технологический режим сушки препрегов нуждается в существенной корректировке и регулировании. Проведены испытания при различных температурных режимах: 100, 120 и 140 °C. В результате испытаний была составлена технологическая карта процесса отверждения и сделаны следующие выводы:

- оптимальное соотношение скорости и степени отверждения достигается при режиме отверждения в 140 °C;

- модификация исходного связующего эпоксиноволачным олигомером позволяет существенно увеличить скорость отверждения;
- введение модификаторов в систему позволяет регулировать скорость процесса отверждения и время сушки препрегов.



Библиографический список

1. Becker O., Simon G.P., Dusek K. Epoxy layered silicate nanocomposites, *Advanced Polymer Science*, 2005. №179. p. 329-347.
2. Кочнова З.А., Жаворонюк Е.С., Чалых А.Е. Эпоксидные смолы и отвердители: промышленные продукты. – М.: Химия, 2006.
3. Meuyarappallil S. Sreekala, Eger Ch. Property Improvements of an Epoxy Resin by Nanosilica Particle Reinforcement, *Polymer Composites: from Nano- to Macroscale*. 2005. Part I. PP 91-105.
4. Okamoto M., *Polymer/Clay Nanocomposites*, *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*. 2004. V.8. pp. 791–843.
5. Ли Х., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам/ Пер. с англ. – М.: Энергия, 2-ое издание, 1973. – 416 с.