

ЭПОКСИФЕНОЛЬНЫЕ СТЕКЛОПЛАСТИКИ С ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТЬЮ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

С.В. Нехаев¹, А.П. Михайлюк², В.В. Олейник², С.А. Дудак², П.А. Билым²
(¹пожарная часть СГПЧ-24, Запорожье,
²Академия гражданской защиты Украины, Харьков)

Исследована горючесть стеклопластиков на основе эпоксифенольных связующих, отформованных при различных условиях компрессии. Установлено, что степень выгорания полимерного связующего зависит от его дефектности, которая охарактеризована сорбционным методом.

горючесть стеклопластиков, эпоксифенольные связующие, компрессия, сорбционный метод

Введение. Полимерные материалы и композиты на их основе благодаря своим высоким прочностным характеристикам обладают большими возможностями для широкого применения в различных отраслях техники. Крупнейшей областью применения полимерных композиционных материалов остается строительная индустрия. Так одним из наиболее важных направлений применения армированных стекловолоконистых пластмасс в строительстве является производство листового материала. Вместе с тем реализация оптимальной удельной прочности армопласта достижима только при условии соблюдения особых технологических приемов формования. К таковым относится автоклавно-вакуумный способ, позволяющий по сравнению с традиционными методами получать качественные материалы при создании высоконагруженных конструкций на основе стеклопластиков [1].

Существенным фактором, сдерживающих внедрение таких материалов является их горючесть – комплексная характеристика полимерного композита, которая включает параметры воспламенения (температуру и время задержки зажигания), скорости выгорания и распределения пламени по поверхности, предельный параметр, характеризующий условия, например температуру или теплоту, выделяющуюся при термоокислительном разложении при котором возможен самоподдерживающийся процесс горения.

Для решения пожарной безопасности армированных полимерных

материалов особый интерес представляет установление основных закономерностей распространения пламени по поверхности композита и выгорания полимерного связующего. Это связано с тем, что несмотря на повышенные удельные показатели прочности и жесткости (модульности) анизотропные пластики являются весьма чувствительными к направлению фронта воздействия пламени. Так на горючесть однонаправленных слоистых пластиков влияет ориентация наполнителя к источнику нагрева – быстрое расслоение и выгорание полимерной связки от торца испытываемого образца

В связи с этим представляло интерес провести исследования широко применяемых в настоящее время эпоксифенольных стеклопластиков, обеспечивающих повышенные требования к конструкциям специального назначения. Для более детального рассмотрения характера изменения горючести целесообразным являлось провести оценку степени дефектности полимерного композиционного материала методом равновесного водопоглощения и определения плотности отформованных образцов.

В качестве объекта исследования был выбран пластик на основе эпоксифенольного связующего марки 5-211. Компоненты предварительно растворяли в спирто-ацетоновой смеси до требуемой консистенции и после полного совмещения наносили на стеклоткань марки Т-10. Ткань предварительно карамелизировали – отжигали при 350 °С в течение 0,5 часа. После сушки преконденсата на стеклоткани, набора в пакет (препрег) и его кроя, полученные образцы помещали в вакуумный чехол и формовали в автоклаве по ступенчатому режиму: 100 °С – 1 час (стадия форконденсации) + 150 °С – 5 часов. Готовые образцы стеклопластиков отличались условиями компрессии (избыточное давление формования – 0,2 – 0,5 МПа) при постоянном разряжении в вакуумном чехле 0,8 МПа.

Содержание наполнителя в композите определяли путем удаления полимерной матрицы вымыванием. Горючесть композитов оценивали по условной потере массы в огневой трубе. Поскольку время зажигания для исследуемых систем несколько отличалось, конечную степень выгораемости определяли при полном их затухании. Дефектность характеризовали сорбционным методом, используя экспериментальные зависимости кинетики водопоглощения пластиной стеклопластика. Расчет коэффициента диффузии проводили вдоль слоев стеклоткани. Плотность определяли пикнометрическим методом.

Как видно из данных, представленных на рисунке, условия компрессии при формовании оказывают существенное влияние на стойкость материала к действию пламени. Так при повышении давления до 4 атм. выгораемость пластика снижается, что выражается в снижении потери

массы до уровня 7% (по полимеру). Дальнейший рост $P_{\text{форм.}}$ способствует резкому повышению доли сгоревшей части полимерной связки. Для испытуемых образцов наблюдалось расслоение с торца действия пламени и появление карбонизированного слоя. Однако в случае образцов отформованных при $P = 0,5 - 0,6$ МПа несколько изменялся вид поверхности. В этом случае появлялись участки чистой стеклоткани, с более полной выгораемостью связующего, что допустимо сопоставить с его содержанием в композите. Известно, что увеличение давления формования приводит к снижению весовой доли полимера. Соответственно плотность материала повышается (рис. 1) за счет повышения содержания стеклоткани и в целом должен проявиться эффект флегматизации органического топлива. Однако специфика горения заключается в том, что заметной карбонизации (обугливания) поверхности в данном случае не происходит. На наш взгляд, уменьшение прослойки связующего и увеличение доступа окислителя, чему способствует расслоение при действии пламени, соответствует более интенсивному прохождению суммарного экзотермического разложения полимера в предпламенной зоне.

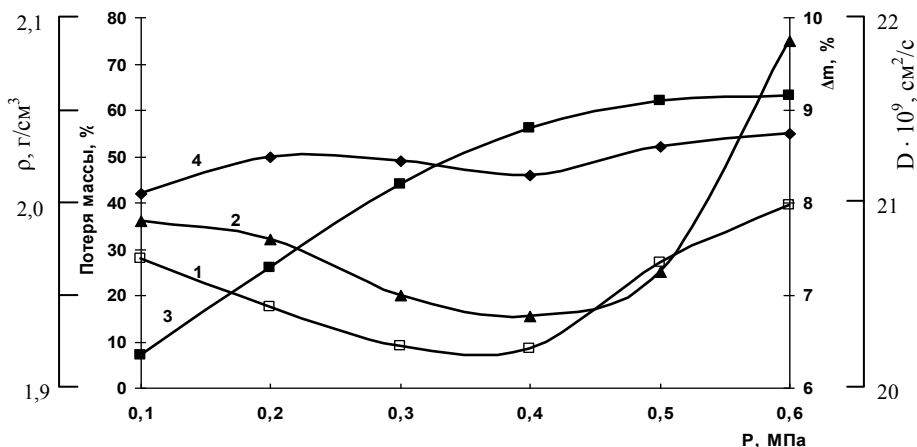


Рис. 1. Зависимость потери массы (выгораемости связующего) – (1), коэффициента диффузии – (2), равновесного водопоглощения – (3) и плотности – (4) от давления формования стеклопластика на основе эпоксифенольного связующего 5-211

Как видно из данных, представленных на рис. 1, плотность образцов достигает предельных значений, несмотря на рост давления формования. Наблюдаемое поведение объясняется тем, что композит приобретает большую дефектность, которая определяет нестабильность его фи-

зических свойств. Одним из достоверных методов выявления степени дефектности является сорбционный способ. Так по равновесным показателям сорбции вполне допустимо охарактеризовать степень монолитности связующего.

В этом случае имеют в виду образование внутренних пор, которые в большинстве случаев накапливаются на границе раздела стекло-смола. Так согласно полученным данным, увеличение давления формования приводит к неадекватному изменению проницаемости стеклопластиков (кривая 3). В особенности это касается резкого увеличения водопоглощения при $P = 0,6$ МПа. Очевидно, что в данном случае происходит смыкание закрытых и тупиковых дефектов с образованием сообщающихся систем связанных пор способствующих резкому увеличению переноса. Несмотря на это коэффициент диффузии не претерпевает существенных изменений, что соответствует снижению в пластике доли связующего и обуславливает сильное удлинение пути диффундирующих молекул. Следовательно, рост давления формования приводит к тому, содержание связующего в пластике будет недостаточным и оно будет не в состоянии заполнить все промежутки между волокнами. В результате пористость композита повысится, что влечет за собой потерю монолитности и облегчает подвод окислителя к высоконагретым предпламенным зонам реактопласта.

Вывод. Таким образом, несмотря на улучшение и стабилизацию прочностных свойств, жесткости КМ и его защитных свойств, при действии избыточного давления формовки, реальные показатели горючести могут быть снижены. Учитывая сложную гетерогенную структуру и различные по исходным свойствам составляющие, реальную количественную оценку горючести композита следует проводить путем сопоставления структурной дефектности и пористости, которые формируются в ходе полного технологического цикла изготовления композита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев В.А., Андрианов В.А., Ушков В.А. *Горючесть полимерных строительных материалов.* – М.: Стройиздат, 1978. – 225 с.
2. Баратов А.Н. *Пожарная опасность строительных материалов.* – М.: Стройиздат, 1988. – 380 с.

Поступила 21.02.2005

Рецензент: кандидат технических наук, доцент Н.И. Адаменко,
факультет военной подготовки Харьковского государственного
технического университета строительства и архитектуры.
