

Раздел II. Теория горения полимерных материалов

УДК 678.5.624.01.699.81.

Д.И. Литовченко, И.Н. Бурмистров, Л.Г. Панова

ВЫБОР СОСТАВА ДЛЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СТЕКОЛ

Целью данных исследований является поиск компонентов полимерного состава для пожаробезопасных органических стекол, способствующих улучшению огнезащитных характеристик стекла. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: изучение кинетических параметров полимеризации состава, оценка влияния компонентов на процесс полимеризации, определение основных показателей огнестойкости полимерной композиции.

В статье обосновывается выбор состава для органических стекол, полимеризат которого относится к классу трудногоряемых материалов. В результате чего есть возможность использовать оргстекло в многоцелевом строительстве. Исследована кинетика полимеризации состава с различным содержанием акриловой кислоты. Определено рациональное содержание фосфорной кислоты и фотоинициатора в композиции. Выявлено химическое взаимодействие компонентов в полимеризате и определены показатели огнестойкости.

Пожаробезопасное остекление; органическое стекло; модификация; кинетика полимеризации; свойства.

D.I. Litovchenko, I.N. Burmistrov, L.G. Panova

COMPOSITION SELECTION FOR THE FIRE-RESISTANT ORGANIC GLASS

The aim of the work is search for polymeric composition components for fire-resistant organic glass directed on improvement of fire-protective characteristics of glass. To achieve the objective the following tasks have been solved: study of kinetic parameters of the composition polymerization, evaluation of the components influence on polymerization process, definition of the main indexes of the polymeric composition fire-resistance.

The work proves the composition selection for organic glass when its polymerizate refers to the fireproof materials, thus enabling application of the organic glass in multipurpose construction. Polymerization kinetics of compositions with different content of acrylic acid was studied. The rational content of phosphoric acid and photoinitiator in composition was defined. The components chemical interaction in polymerizate was found out, the fire-resistance indexes were defined.

Fire-resistant glazing; organic glass; modification; kinetics of polymerization; properties.

Результатом научно-исследовательских работ, инициированных крупными зарубежными фирмами-производителями изделий из стекла, стало появление в последнее время различных видов светопрозрачных противопожарных конструкций, применяемых в строительстве. Среди наиболее известных компаний, освоивших выпуск огнезащитных стёкол можно назвать следующие: в Германии (Schott, Promat, Gmbh), Великобритании (Pilkington), Франции (Saint-Gobain), Бельгии (Glaverbel), Швейцарии (Glas Troesch) [1, 2]. Эти фирмы активно продвигают свои многофункциональные стеклоконструкции на российский рынок, имеющий очень ограниченный выпуск своего противопожарного стекла. Импортные аналоги дороги и не всегда удовлетворяют требованиям российских климатических условий.

Для снижения пожарной опасности помимо активных средств предупреждения и защиты от развития очага пожара, в конструкции должна использоваться пассивная защита, затрудняющая возникновение и предотвращающая развитие очага пожара, т.е. должны применяться материалы, имеющие низкую пожарную опасность [3, 4].

Таким образом, создание полимерных материалов с пониженной горючестью, в том числе органического стекла, представляет собой весьма актуальную задачу. Это не только поиск оптимального замедлителя горения для конкретного материала и снижения его горючести, а также сохранение и улучшение всего комплекса свойств полимера.

Для получения органического стекла основными компонентами служили акриловая кислота (АК) и фотоинициатор (ФИ) 2,2 диметилокси-2фенилацетофенон, фосфорная кислота (ФК) и фосфорсодержащий диметилакрилат (ФОМ II). Реакция образования сополимера протекает под воздействием УФ-света.

На начальном этапе работы было оценено влияние АК на кинетику полимеризации состава. Увеличение содержания АК с 25 до 75 мас. ч приводит к некоторому повышению температуры полимеризации (рис. 1), определяемой как разность температур: $\Delta T = T_c - T_0$, где T_c – температура на поверхности триплекса, T_0 – температура на поверхности стекла такого же образца, но без полимеризующего состава, измеряемых с помощью дистанционного инфракрасного термометра DT880.

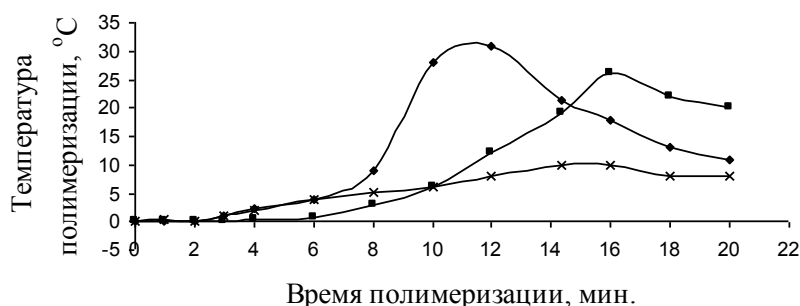


Рис. 1. Влияние соотношения компонентов на кинетику полимеризации состава, мас. ч: 1 – 10АК+25ФОМ+1ФК+0,06ФИ, 2 – 25АК+25ФОМ+1ФК+0,06ФИ, 3 – 75АК+25ФОМ+1ФК+0,06ФИ

В то же время при повышении содержания АК кинетические параметры изменяются несущественно (табл. 1).

Таблица 1

Кинетические параметры процесса полимеризации композиции

№ п/п	Состав, масс. ч				Индукционный период реакции, мин	Время достижения максимальной скорости реакции, мин	Время завершения реакции, мин
	АК	ФОМ	ФК	ФИ			
1	10	25	1	0,06	4	14	17
2	25	25	1	0,06	6	16	17
3	75	25	1	0,06	3	11	13

Фосфорная кислота используется в полимерной композиции как замедлитель горения, ее введение в состав приводит к снижению тепловыделений и скорости реакции полимеризации (рис. 2). Превышение содержания ФК свыше 5 мас. ч приводит к существенному увеличению времени полимеризации, а при 15 мас. ч образцы не полимеризуются. Следовательно, рациональное количество ФК в образце составляет 5 мас. ч.

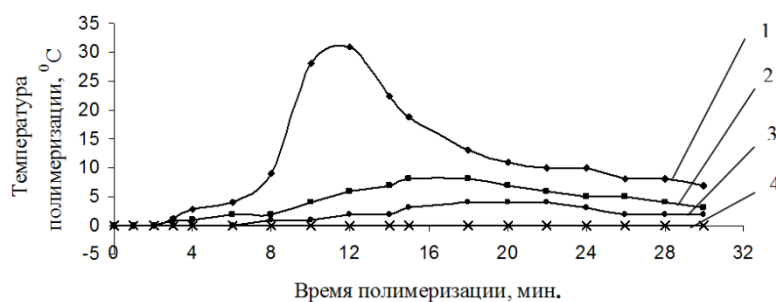


Рис. 2. Влияние количества ФК на процесс полимеризации композиции, мас. ч:
 1 – 75АК+25ФОМ+1ФК+0,06ФИ, 2 – 75АК+25ФОМ+5ФК+0,06ФИ,
 3 – 75АК+25ФОМ+10ФК+0,06ФИ, 4 – 75АК+25ФОМ+15ФК+0,06ФИ

Исследовано влияние содержания ФИ на полимеризацию состава (табл. 2).

При уменьшении содержания инициатора число свободных радикалов, образующихся при его распаде, снижается, а уменьшается число активных центров и суммарная скорость сополимеризации. Результатом этого является снижение в полимеризате внешних напряжений и формирование монолитного образца без дефектов и пор, возникающих в результате усадки, проявляющейся при релаксации внутренних напряжений. С увеличением количества ФИ с 0,06 до 0,45 мас. ч возрастает температура полимеризации, что приводит к уменьшению индукционного периода, а также времени достижения максимальной скорости реакции и времени завершения реакции. Поэтому в дальнейших исследованиях содержание ФИ составляло 0,06 мас. ч.

Таблица 2

Кинетические параметры полимеризации состава с различным содержанием ФИ

№ п/п	Состав, мас. ч				Индукционный период реакции, мин	Время достижения максимальной скорости реакции, мин	Время завершения реакции, мин	Максимальная температура реакции, °С
	АК	ФОМ	ФК	ФИ				
1.	75	25	5	0,06	5	15	19	10
2.	75	25	5	0,2	2	5	7	38
3.	75	25	5	0,45	0,5	3	6	42

В полимеризате состава содержание гелевой фракции 95,4 %, что свидетельствует о химическом взаимодействии компонентов. Состав содержащий в мас. ч: АК-75, ФОМ-25, ФК-5, ФИ-0,06 относится к классу трудногорюемых материалов, так как потери массы при поджигании на воздухе 3,7 %, а показатель кислородного индекса составляет 60.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мешалкин Е.А. Обеспечение пожарной безопасности многофункциональных зданий // Строительная безопасность. – М.: РИА «Индустрия безопасности», 2006. – С. 122-126.
2. Чесноков А. Использование современного стекла в строительстве // Оконная и фасадная практика. – 2007. – № 37. – С. 40-42.
3. Накорякова Ю.В., Олифиренко В.Н., Бычкова Е.В., Панова Л.Г. Составы и свойства огнезащитных композиций для создания пожаробезопасных стеклопакетов различного функционального назначения // Пластические массы. – 2006. – № 4. – С. 41-44.
4. Панова Л.Г., Накорякова Ю.В., Бычкова Е.В. Разработка конструкции светопрозрачных противопожарных окон на основе полимерных композитов // Химическая промышленность. – 2006. – № 9. – С. 447-452.

Статью рекомендовал к опубликованию д.ф.-м.н. В.Г. Крупкин.

Литовченко Дарья Игоревна – Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.; e-mail: litovchenko89@yandex.ru; 413100, Саратовская обл., г. Энгельс, площадь Свободы, 17; тел.: 88453568618; кафедра химической технологии; аспирантка.

Бурмистров Игорь Николаевич – e-mail: glas100@yandex.ru; кафедра химической технологии; доцент.

Панова Лидия Григорьевна – e-mail: xt@techn.sstu.ru; кафедра химической технологии; профессор.

Litovchenko Dar'ya Igorevna – Engels Technological Institute (branch) Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.; e-mail: litovchenko89@yandex.ru; 17, Liberty square, Engels, Saratov region, 413100, Russia; phone: +78453568618; chair of chemical technology; postgraduate student.

Burmistrov Igor' Nikolaevich – e-mail: glas100@yandex.ru; chair of chemical technology; associate professor.

Panova Lidiya Grigor'evna – e-mail: xt@techn.sstu.ru; chair of chemical technology; professor.

УДК 662.612.3

С.М. Решетников, И.А. Зырянов, А.П. Позолотин

ОСОБЕННОСТИ ГОРЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Ставится задача о возможности регулирования скорости горения и полноты сгорания полимерных материалов в энергетических установках с помощью электростатического поля. Для решения этой проблемы экспериментально исследованы особенности «свечевое» горения полимерных материалов в электростатическом поле. Получено, что максимальная температура пламени СКЭПТ, ПММА, СКД-2, СКН-26, СКМС-30 увеличивается примерно на 100К при наложении поля напряженностью 200 кВ/м. Электростатическое поле приводит к увеличению скорости горения всех рассмотренных полимеров.

Обнаружено, что пламена СКД-2, СКН-26, СКМС-30 имеют две заряженные зоны, на которые пламя разделяется в поперечном электростатическом поле. Особенностью горения этих каучуков в поле является смена режима горения в поле, направленном к поверхности топлива. При достижении определённой напряжённости поля происходит аномально высокое диспергирование поверхности горящего полимера. Наблюдаемый эффект есть результат реализации более высокой температуры в подповерхностном слое расплава полимера, по сравнению с температурой поверхности.

Горение; полимеры; электростатическое поле.