

от толщины прослойки между ними a_0 , если $a_0 < (at_{ад}(T_0))^{1/2}$. При $a_0 > (at_{ад}(T_0))$ тепловое взаимодействие не существенно, критический размер каждого из очагов определяется из задачи об одиночном очаге. Этот результат совпадает с полученным в работе [6]. Характерным временем и в этом случае является $t_{ад}(T_0)$. Зависимость $R_0^{кр}(\alpha)$ аналогична найденной для системы очагов. При $\alpha \rightarrow 0$ критический размер каждого из двух очагов стремится к половине величины критического размера одиночного очага разогрева в неограниченной среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев А. В., Земских В. И., Лейпунский О. И. ФГВ, 1983, 19, 4, 49.
2. Сенлярский Б. С., Афанасьев С. Ю. Деп. в ВИНТИ № 7108-B88.
3. Merzhanov A. G. Comb. Flame, 1966, 10, 64, 341.
4. Пехович А. И., Жидких В. М. Расчеты теплового режима твердых тел.— Л.: Энергия, 1976.
5. Мержанов А. Г., Алдушин А. П., Каспарян С. Г. // Теплообмен в химически реагирующих средах.— Минск: Наука и техника, 1980.
6. Zaturka M. V. Comb. Flame, 1975, 25, 1, 25.

г. Куйбышев

Поступила в редакцию 5/IV 1989

УДК 536.46

К. И. ЛАРИОНОВ, В. И. КОДОЛОВ, Н. Н. БАХМАН, И. Н. ЛОБАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАРБОНИЗОВАННОГО СЛОЯ НА ПОВЕРХНОСТИ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ИХ ВОСПЛАМЕНЕНИЕ И ГОРЕНИЕ

Известно, что перед фронтом пламени распространяется зона прогрева, в которой протекают процессы деструкции, с выделением в газовую фазу горючих полупродуктов и возможным образованием конденсированного остатка. Последний может существенно влиять на воспламенение и горение полимерных материалов. В данной работе исследованы образцы композиционных материалов на основе эпоксидной смолы ЭД-20, отвержденной полиэтиленполиамином и содержащей дибутилфталат в качестве пластификатора. Наполнителями выбраны стеклоткань Т15П-76 со степенью наполнения $N = 4 \div 70 \%$, лента вязкозная термостойкая ЛТТ с $N = 4 \div 30 \%$, стеклоткань Т15П-76 + модифицирующая добавка $p_{кр} + Ba(VO_3)_2$, введенная в связующее из расчета 4 % от массы последнего ($N = 4 \div 70 \%$).

В работе изучено распределение температур T по толщине образца при воздействии на его поверхность плоской волны прогрева.

В плоский полимерный образец длиной $l = 50$, шириной $b = 25$ и толщиной $\Delta = 23 \div 25$ мм заделывали гребенку из 8 термопар медь-константан с диаметром спая 100 мкм (рис. 1). С этой целью с одной стороны образца сверлили глухие отверстия различной глубины (с точностью 0,01 мм), которые заполняли жидкой эпоксидной смолой, смешанной с отвердителем. После этого из отверстий удаляли пузырьки воздуха и вводили заранее отградуированные термопары, затем проводили отверждение смолы в каналах. Подготовленный образец приклеивали клеем «Момент» к алюминиевой подложке, температура которой поддерживалась на заданном уровне термостатом. Термо-ЭДС термопар фиксировали осциллографом Н-117. Тепловое воздействие на поверхность образца осуществляли с помощью прижатой к образцу плоской дюралевой пластины с $\Delta = 1,5$ мм, нагретой до $T = 800^\circ\text{C}$ нихромовым нагревателем мощностью 600 Вт.

© 1990 Ларионов К. И., Кодолов В. И., Бахман Н. Н., Лобанов И. Н.

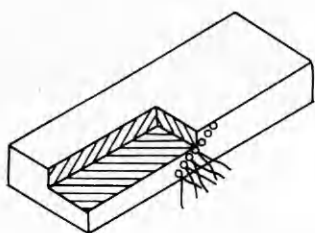
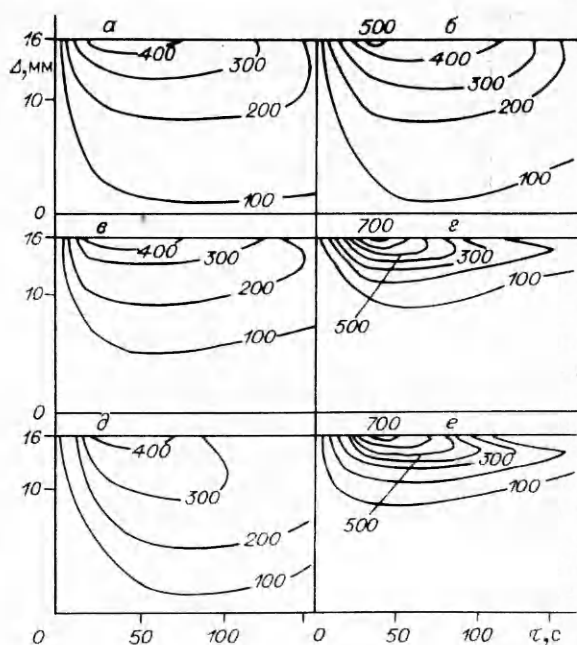


Рис. 1. Схема заделки термомпар в образец.

Рис. 2. Одномерное распределение температур по толщине образцов во времени τ при первом (а, в, д) и восьмом (б, г, е) тепловом воздействии.

а, б) немодифицированный стеклопластик; в, г) модифицированный стеклопластик; д, е) образцы с наполнителем — модифицированной лентой ЛТТ.



В некоторый момент времени нагретая пластина приводилась в соприкосновение с поверхностью образца. Через 30 с она отводилась в сторону, при этом немодифицированные (без ингибиторов) образцы воспламенялись и горели в течение 30—40 с, а модифицированные (содержащие ингибиторы) — 5—10 с, после чего они затухали и начинали остывать. В процессе нагрева, горения и последующего остывания записывалось распределение температур внутри образца в функции времени. После остывания он подвергался повторному тепловому воздействию. В этом случае после отвода пластины немодифицированные образцы горели не более 30 с и модифицированные не более 2—3 с.

Описанные тепловые воздействия повторялись до 10 раз. При этом немодифицированные образцы горели после отвода нагревателя при десятом воздействии 2—3 с, а модифицированные уже после четвертого воздействия вообще не горели. По мере роста числа воздействий менялся вид поверхности образцов. Для стеклопластика без ингибитора уже после первого воздействия на поверхности появился черный карбонизованный слой, после шести-семи появились участки чистой стеклоткани, после десятого практически вся поверхность была занята стеклотканью. Для модифицированного стеклопластика как после первого, так и после всех последующих воздействий на поверхности наблюдался черный карбонизованный слой. Аналогичная картина наблюдалась и для модифицированных образцов с лентой ЛТТ, что согласуется с данными [1, 2].

Рассмотрим теперь результаты опытов по тепловому воздействию на поверхность образцов. Для модифицированных образцов изотермы располагаются значительно ближе к поверхности при восьмом воздействии, чем при первом (рис. 2, г, в или е, д). Это связано с накоплением на поверхности образца карбонизованного слоя, который обладает низкой теплопроводностью и выполняет роль теплозащитного экрана. По мере нарастания карбонизованного слоя существенно растет максимальная температура, зафиксированная на поверхности образцов (для образца с огнезамедлительной модифицирующей добавкой от 380 при первом воздействии до 700 °C при восьмом). При сопоставлении термограмм для исходного и модифицированного стеклопластика после первого воздействия они мало отличаются друг от друга (см. рис. 2, а, в). Однако после восьмого воздействия (см. рис. 2, б, г) изотермы модифи-

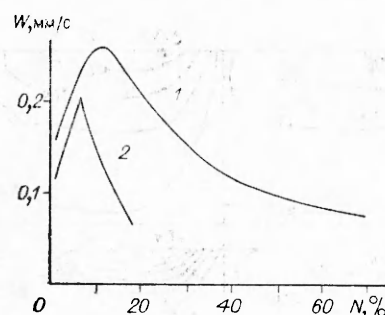


Рис. 3. Зависимость скорости распространения пламени W от степени наполнения N .
1 — немодифицированный стеклопластик; 2 — модифицированный стеклопластик.

цированного стеклопластика располагаются гораздо ближе к поверхности образца, чем немодифицированного.

В эксперименте фоторегистратором измерена скорость распространения пламени W по поверхности горизонтальных образцов с $l = 200$, $b = 25$ и $\Delta = 23 \div 25$ мм. Опыты проводили на воздухе при атмосферном давлении. Образцы приклеивали к термостатированной подложке, описанной выше, и поджигали с одного конца по всей ширине образца электроспиралью. Из рис. 3 следует, что величина W для модифицированного стеклопластика гораздо ниже, чем для исходного (при $N = 4\%$ в ~ 2 раза, а при $N = 14\%$ — более чем в 20 раз). Исходный стеклопластик горит при $N \sim 50\%$, а модифицированный гаснет уже при $N = 15\%$. Эти результаты хорошо коррелируют с описанным выше накоплением карбонизованного слоя на поверхности модифицированного пластика при тепловых воздействиях.

На кривой $W(N)$ для немодифицированных стеклопластиков наблюдается максимум при $N = 10\%$. Возможно, что увеличение W с ростом N в интервале 10% связано с «эффектом фитиля», т. е. стеклоткань облегчает подвод расплавленных жидких продуктов деструкции смолы из глубины образца. Однако при больших N начинает сказываться разбавление образца негорючим наполнителем и скорость пламени снижается (в согласии с результатами [3]).

Таким образом, установлено образование при циклических прогревах карбонизованного слоя на поверхности модифицированного эпоксиполимера, что приводит к изменению теплопроводности материала. Показано, что модификация наполненных эпоксиполимеров приводит к существенному снижению скорости распространения пламени. При этом установлена зависимость между степенью наполнения и горючестью материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодолов В. И., Повстугар В. И., Михайлов В. И. // Теоретические и практические аспекты огнезащиты древесины материалов.— Рига: Зинатне, 1985.
2. Михайлов В. И., Кодолов В. И., Никулина И. А. // Получение, структура и свойства модифицированных аморфно-кристаллических термопластов.— Л., 1986.
3. Бахман Н. Н., Кодолов В. И., Ларионов К. И. и др. // Горение гетерогенных и газовых систем.— Черногловка, 1986.

гг. Ижевск, Москва

Поступила в редакцию 12/VI 1989

УДК 541.126

В. Я. БАСЕВИЧ, В. П. ВОЛОДИН, Н. И. ПЕРЕГУДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСЧЕТОМ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЛАМЕНИ ПО МГНОВЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ

Кинетика, наряду с другими физическими процессами, определяет характеристики распространения турбулентного пламени. Однако для

© 1990 Басевич В. Я., Володин В. П., Перегудов Н. И.