

Из рис. 3 и 4 видно, что рост количества полимерных цепей с амплитудой волны много больше, чем увеличение их за счет падения молекулярного веса (на тонких образцах). Для образцов толщиной 5 мм наблюдается одновременное возрастание  $M$  и количества полимерных цепей.

Таким образом, увеличение амплитуды ударной волны приводит к росту выхода полимера главным образом за счет количества активных центров полимеризации.

Поступила в редакцию  
14/III 1968

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Ададулов, И. М. Баркалов и др. Высокомолекулярное соединение, 1965, 7, 1, 180.
2. Г. А. Ададулов, И. М. Баркалов и др. Докл. АН СССР, 1965, 165, 4, 851.
3. В. А. Веретенников, А. Н. Дремин, А. Н. Михайлов. ФГВ, 1966, 2, 3.

УДК 662.215.1

### ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК САЖИ И $Fe_2O_3$ НА БОГАТЫЙ ПРЕДЕЛ ГОРЕНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ

В. В. Евдокимов, Н. Н. Бахман  
(Москва)

В работе [1] для смесей перхлората аммония (ПХА) с полиметилметакрилатом (ПММА) и полистиролом (ПС) был определен верхний (богатый) концентрационный предел горения, т. е. определен максимальный процент горючего (и соответственно минимальное значение стехиометрического коэффициента  $\alpha = \alpha_{в.п}$ ), при котором смесь еще способна к горению. В работе [1] были получены зависимости  $\alpha'_{в.п}$  от давления ( $p$ ), размера частиц окислителя ( $d$ ) и природы горючего.

В данной работе было изучено влияние добавок сажи и окиси железа на положение верхнего предела горения тех же смесей.

Сажа была выбрана из следующих соображений. В [1] было показано, что при прочих равных условиях значение  $\alpha_{в.п}$  для смеси ПХА+ПС в 2—3 раза ниже, чем для смеси ПХА+ПММА (т. е. смесь ПХА+ПС может быть гораздо сильнее забалластирована горючим, чем смесь ПХА+ПММА). В [1] этот эффект связывался с тем, что газификация ПС (в отличие от газификации ПММА) сопровождается образованием большого количества сажи. Естественно было предположить, что добавки сажи могут расширить предел горения для смеси ПХА+ПММА (и не будут влиять на предел горения смеси ПХА+ПС).

Были проведены опыты<sup>1</sup> (при  $p=40$  атм) со смесью ПХА (63—100 мк)+ПММА (~3 мк) с добавками сажи<sup>2</sup> по методике, описанной в [1].

Опыты показали, что добавки сажи позволяют ввести в смесь дополнительный избыток полиметилметакрилата.

На рис. 1, 1 представлена зависимость  $\alpha_{в.п}$  от процента сажи, причем  $\alpha_{в.п}$  вычислено лишь для смеси ПХА+ПММА, т. е. в предположении, что сажа не является горючим. Даже в этом предположении значение  $\alpha_{в.п}$  быстро уменьшается по мере увеличения процента  $n$  сажи в области  $n < 5\%$ . Если при отсутствии сажи удается поджечь смесь с  $\alpha=0,31$ , то при добавке 5% сажи горит смесь с гораздо более высоким избытком ПММА ( $\alpha=0,21$ ). При дальнейшем увеличении процента сажи (при  $n > 5\%$ ) кривая  $\alpha_{в.п} = f(n)$  выходит на плато.

Если вычислить значение  $\alpha'_{в.п}$  с учетом того, что сажа также является горючим, кривая  $\alpha'_{в.п} = f(n)$ , естественно, пойдет еще ниже и будет непрерывно снижаться по

<sup>1</sup> В работе принимал участие студент МИФИ В. С. Печенин.

<sup>2</sup> Сажа добавлялась сверх 100%.

мере увеличения процента сажи (см. рис. 1, 2). Минимальное значение  $\alpha_{в.п.}$  до которого удалось дойти в опытах, составляло 0,12 (при дальнейшем увеличении процента сажи заряды получались слишком непрочными). Это значение все еще выше, чем значение  $\alpha_{в.п.}$  для смеси ПХА+ПС ( $\alpha_{в.п.} = 0,077$  при данных  $r$  и  $d$ ).

Было также исследовано действие добавок сажи (0,5; 1; 5 и 10%) на предел горения смеси ПХА (63—100 мк) + ПС (<100 мк). Как и следовало ожидать, никакого снижения  $\alpha_{в.п.}$  не наблюдалось (так как при горении этой смеси образуется большое количество «своей» сажи).

Возможность увеличения процента полиметилметакрилата в смеси при введении добавок сажи можно объяснить тем, что накалинные частицы сажи играют роль очагов

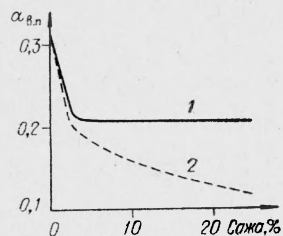


Рис. 1.

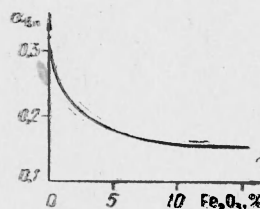


Рис. 2.

воспламенения, которые поджигают смесь, не способную к самостоятельному горению. Начиная примерно с 5% сажи, наступает насыщение, т. е. дальнейшее увеличение числа очагов уже не приводит к увеличению максимально возможного процента ПММА в смеси.

Очагами воспламенения могут служить также частицы катализаторов. На рис. 2 показаны результаты опытов со смесью ПХА (63—100 мк) + ПММА (~3 мк) с добавками окиси железа. И в этом случае удается существенно понизить значение  $\alpha_{в.п.}$  (сильнее, чем при добавлении сажи). Казалось бы, введение значительного процента окиси железа, которая только снижает теплоту горения, должно было бы подавлять горение. Однако при добавке 15%  $Fe_2O_3$   $\alpha_{в.п.}$  все еще продолжает снижаться.

В заключение сделаем следующее замечание. В [1] при обсуждении причин, в силу которых значение  $\alpha_{в.п.}$  для смеси ПХА+ПС значительно ниже, чем для смеси ПХА+ПММА, подчеркивалось лишь то обстоятельство, что для первой смеси существенная доля избыточного горючего присутствует в виде сажи. Поскольку сажа горит сравнительно медленно, реальный избыток горючего в зоне, влияющей на скорость горения, оказывается ниже, чем в случае полностью газифицирующихся горючих (ПММА).

С точки зрения результатов, полученных в данной работе, нужно подчеркнуть и другое обстоятельство: обилие «собственной» сажи делает более устойчивым и горение продуктов газификации полистирола. Оба описанных эффекта действуют в направлении снижения  $\alpha_{в.п.}$ .

Поступила в редакцию  
16/1 1968

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Евдокимов, Н. Н. Бахман, А. Ф. Беляев. ФГВ, 1967, 3, 4.