

**ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**  
**Краткие сообщения**

Том (Б) XXIV

1982

№ 8

**ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ**

УДК 541.64.539.3

**КРАТНОСТЬ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ РАЗРУШЕНИЯ  
СТЕКЛОПЛАСТИКОВ ЭНЕРГИИ ДЕСТРУКЦИИ СТЕКЛА**

*Ратнер С. Б., Ярцев В. П., Андреева Е. К.*

Механическое разрушение твердых полимеров и неорганических стекол — это их термохимическая деструкция, ускоренная нагрузкой [1]. Поэтому максимальная энергия активации процесса разрушения  $U$  этих материалов равна энергии активации их деструкции  $E$  [1, 2]. Когда полимер достаточно наполнен стекловолокном,  $U$  равна энергии деструкции стекла,  $E=88$  ккал/моль [1, 3].

Нами обнаружено, что  $U$  оказывается кратным  $E$ , т. е.  $U=nE$ , где  $n=1, 2, 3, 4, 5$  при исследованных длинах волокна (таблица). Следователь-

**Влияние длины стекловолокна  $l$  на энергию активации хрупкого разрушения при растяжении стеклопластиков**

Образец, №	Материал	$l$ , мм	$U$ , ккал/моль	$n=U/E$	Формула
1	Стекло I	—	84–92	1	(1)
2	40% ФФС + 60% стекла	2,5	340–360	4	(1)
3		5	175–185	2	(1)
4		5,6	87–91	1	(1)
5		10	86–90	1	(1)
6	30% ЭД + 70% стекла	∞	88–92	1	(1)
7	70% ПВТ + 30% стекла	0,3	88–92	1	(2)
8	70% ПА-6 + 30% стекла	3	165–175	2	(2)
9		6	250–270	3	(2)
10		0,6	420–440	5	(2)

*Примечание.* Для образцов 4, 7 — 10 — указана средняя длина волокна; для 6 — расчет проведен нами по данным [3]; для 7 — данные получены нами совместно с В. А. Калуцкой; для 10 — результаты исследования [5] материала сложного состава.

но,  $n$ , по-видимому, равно числу химических связей в стекле, разываемых за одну тепловую флуктуацию при растяжении композита. Это аналогично тому, как при критической ползучести или при размягчении полимеров перемещение сегмента требует разрыва одновременно  $n$  межмолекулярных связей, образующих сегмент (как кинетическую единицу), в результате чего  $U$  превышает 100 ккал/моль [2, 4].

В таблице приведены данные для материалов, содержащих стекловолокно диаметром  $\sim 0,01$  мм. Определение константы  $U$  проводилось при исследовании долговечности. Когда полимерная матрица представляла собой смолу фенолформальдегидную (ФФС) или эпоксидную (ЭД), была справедлива известная формула [1, 2]

$$\tau = \tau_{\text{н}} e^{\frac{U-\gamma\sigma}{RT} (1-T/T_{\text{н}})} \quad (1)$$

Для полиамида (ПА-6) и полибутилентерефталата (ПБТ) – формула [5]

$$\tau = \tau_\infty e^{U/RT} e^{-\beta\sigma} \quad (2)$$

Значения  $U$  рассчитаны согласно этим формулам.

Заметим, что сохранение правила кратности  $U=nE$  в случае эмпирической формулы (2) говорит о том, что величина  $U$  в этой формуле имеет тот же смысл, что и в физической формуле (1). Это – энергия активации термодеструкции армирующей компоненты, связанной с полимерной матрицей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Регель В. Р., Слуцкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука, 1974. 560 с.
2. Ратнер С. Б. Пласт. массы, 1977, № 10, с. 31.
3. Регель В. Р. Высокомолек. соед. А, 1977, т. 19, № 9, с. 1915.
4. Олейник Э. Ф. Дис. на соискание уч. ст. докт. хим. наук. М.: ИХФ АН СССР, 1980.
5. Бунина Л. О., Крейнин О. Л., Ратнер С. Б. Сопоставление работоспособности некоторых стеклонаполненных полиамидов. Производство и переработка пласт-масс. М.: НИИТЭХим, 1976, № 6, с. 6.

Научно-исследовательский институт  
пластических масс

Тамбовский институт химического  
машиностроения

Поступило в редакцию  
21.I.1982