

УДК 539.4

**О ВЛИЯНИИ НАГРЕВА
НА ОТКОЛЬНОЕ РАЗРУШЕНИЕ КОМПОЗИТА
НА ОСНОВЕ КАУЧУКА СКТН**

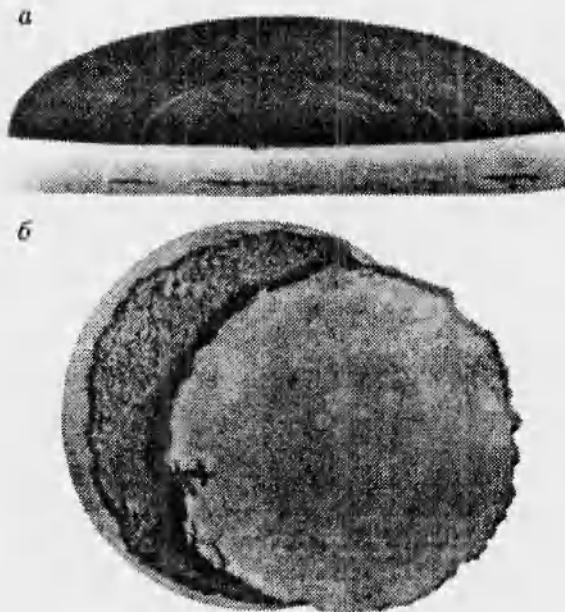
В. К. Голубев, Г. Х. Коршунова, Ю. С. Соболев

*ВНИИ экспериментальной физики,
607200 Арзамас-16*

Композитные материалы на основе эластомеров нередко используются в конструкциях, подвергающихся в процессе эксплуатации совместному воздействию интенсивных динамических нагрузок и повышенных температур. Необходимая для динамических прочностных расчетов экспериментальная информация по откольной прочности подобных материалов в таких условиях нагружения отсутствует. В то же время можно отметить тот факт, что ранее [1] для ряда полимерных композитов была выявлена тенденция увеличения их откольной прочности при повышении температуры испытаний.

В данной работе поставлена задача определения влияния температуры нагрева на откольную прочность высоконаполненного композита на основе каучука СКТН. Исследуемый композит содержал в качестве наполнителя 80 масс.% мелкодисперсной смеси оксидов нескольких металлов. Размеры частиц наполнителя находились в пределах 1,5–30 мкм. Образцы для динамических испытаний представляли собой диски диаметром 30 мм и толщиной 3 мм. Перед испытаниями они крепились к алюминиевым экранам диаметром 80 мм и толщиной 8 мм. Динамическое нагружение образцов осуществлялось ударом по экрану алюминиевой пластины толщиной 4 мм, разгоняемой до необходимой скорости w скользящей детонацией тонкого слоя взрывчатого вещества. Нагрев до необходимой температуры T , контролируемой с помощью хромель-копелевой термопары, производился через экран посредством электронагревателя.

T , °С	w , м/с	P , МПа	Состояние образца
~ 0	103	297	Сохранение целостности
	116	334	Две небольшие трещины, $l = 1$ мм, $h_s = 0,9$ мм
	136	392	Несколько трещин, $l_{\max} = 5$ мм, $h_s = 0,9$ мм
	154	444	Отрыв откольного слоя, $h_s = 0,9$ мм
	195	562	То же
150	131	377	Сохранение целостности
	141	406	Одна небольшая трещина, $l = 1,5$ мм, $h_s = 0,9$ мм
	152	438	Сохранение целостности
	164	472	Одна трещина, $l = 10$ мм, $h_s = 1,4$ мм
	180	518	Отрыв откольного слоя на половине сечения, $h_s = 1,1$ мм
250	116	334	Одна небольшая трещина, $l = 1,5$ мм, $h_s = 0,8$ мм
	164	472	Отрыв откольного слоя, $h_s = 0,9$ мм



После испытаний проводился внешний осмотр образцов. В случае отсутствия визуально наблюдаемого отрыва откольного слоя образец разрезался и осматривалось его продольное диаметрально сечение на предмет наличия либо отсутствия откольных трещин. Условия и результаты динамических испытаний представлены в таблице, где h_s — толщина откольного слоя, l — длина трещины. Внешний вид двух испытанных при нормальной температуре образцов показан на рисунке (a — $w = 136$ м/с, b — $w = 154$ м/с). Давление P в нагружающих импульсах сжатия оценивалось расчетно. Стабильное при нормальной температуре испытаний значение $h_s = 0,9$ мм позволило оценить волновую скорость для рассматриваемого композита $c_c = c_a \frac{\rho_a}{\rho_c}$. Взяв волновую скорость для алюминия $c_a = 5,3$ км/с и толщину пластины-ударника $h_p = 4$ мм, имеем $c_c = 1,2$ км/с. Для определения давления в нагружающих импульсах принималась формула $P = \frac{\rho_c c_c v}{1 + \rho_c c_c / \rho_a c_a}$, где для плотности алюминия ρ_a и композита ρ_c использовались значения 2,7 и 3,0 г/см³. Характерное время нагружения в данной постановке опытов $\tau = \frac{2h_p}{c_a}$ составляет 1,5 мкс.

Полученные экспериментальные результаты указывают на существенное и нетривиальное влияние повышенных температур на откольную прочность исследуемого композита. Так, если при нормальной температуре испытаний она может характеризоваться значением 300 МПа, то нагрев до 150 °С увеличивает ее до 380 МПа, а последующий нагрев до 250 °С возвращает к значению, характерному для нормальной температуры. Интересно, что аналогичная тенденция роста откольной прочности наблюдалась и для композитов на основе фенолоформальдегидных смол с тканевыми наполнителями при их нагреве до 130 °С [1]. Было отмечено увеличение откольной прочности при нагреве и для двух полимерных материалов: плексигласа и фторопласта [2]. Полученное значение откольной прочности исследуемого композита 300 МПа при нормальной температуре испытаний отвечает одномерной деформации $\varepsilon = \frac{P}{\rho_c c_c^2}$, составляющей 7 %. Для сопоставления можно отметить, что в статических условиях одноосного растяжения разрушение композита характеризуется предельным

растягивающим напряжением 2 МПа и соответствующей предельной деформацией, составляющей 60 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев В. К., Новиков С. А., Соболев Ю. С. и др. О влиянии нагрева на откольное разрушение некоторых полимерных композитов // ПМТФ. 1987. № 6. С. 140–145.
2. Голубев В. К., Новиков С. А., Соболев Ю. С. О влиянии температуры на откольное разрушение полимерных материалов // ПМТФ. 1982. № 1. С. 143–150.

Поступила в редакцию 6/V 1994 г.
