

Академик К. А. АНДРИАНОВ, В. П. СОСЕДОВ, И. И. ПАТАЛАХ,
А. И. КРОТОВ, Л. Л. РАЗУМОВ, А. Т. КАВЕРОВ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ТЕРМОСТОЙКИХ АРМИРОВАННЫХ ПЛАСТИКОВ

Одной из важных проблем в области физики твердого тела и химии является создание механически прочных термостойких материалов. Среди таких материалов следует указать на пластики, армированные различными волокнами: армированные металлы, стеклопластики, углепластики и т. д.

Перечисленные системы имеют ряд недостатков, существенно ограничивающих область их применения: первые в большинстве своем не обладают достаточной величиной удельной прочности, а стекло- и углепластики в значительной степени теряют механическую прочность при длительном воздействии высоких температур. Последнее явление связано главным образом с невысокой термической стойкостью органических полимерных связующих, используемых в качестве матрицы этих пластиков.

Таблица 1

Физико-механические свойства компонентов пластиков

Компоненты	Плотность, г/см ³	σ_B , кг/мм ²	$E \cdot 10^{-3}$, кг/мм ²	σ_B/γ	Термостойкость, °C
Наполнитель					
стеклянное волокно КН-11	2,4	100—120	2,0—3,0	41—50	900
углеродное волокно	1,6	100—120	14,0—16,0	62—86	1500
Матрица					
кремнийорганический полимер	1,3	5,3	0,3	4,1	280
пиролитический углерод	2,1	—	11,0—14,0	—	>3000

Необходимо указать также, что применяемые наполнители (в особенности углеродное волокно) обладают значительной пористостью. В связи с перечисленными обстоятельствами особый интерес представляло выбрать такое вещество матрицы, которое могло бы заполнить поры наполнителя (существенно снижая его неоднородность) и обладать достаточной термостойкостью. В качестве такого вещества нами был выбран пиролитический углерод.

Были поставлены опыты, в которых стеклянное волокно КН-11 и углеродное волокно (см. табл. 1) были обработаны кремнийорганическим полимером (полиметилоксидифенилпропансилоксан), а затем подвергались термическому воздействию в восстановительной среде и среде углеводородов. В результате этих опытов получены материалы, свойства которых приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, применение пиролитического углерода в качестве матрицы пластика, наполненного углеродным волокном, дает возможность получить материал с высокой величиной удельной прочности. Несколько пониженная величина удельной прочности стеклопластика объясняется разупрочнением армирующего наполнителя в процессе операций пиролиза.

Следует отметить увеличение прочности при сжатии и изгибе углепластика после его насыщения пиролитическим углеродом по сравнению с углепластиком на основе полимерного связующего. Данное явление не

Физико-механические свойства армированных композиций

Материал	Плотность, г/см ³	$\sigma_{из}$, кг/мм ²	$\sigma_{сж}$, кг/мм ²	$E \cdot 10^{-3}$, кг/мм ²	Ударная вязкость, кг·см/см ²	$\sigma_{из}/\gamma$	$\sigma_{сж}/\gamma$
Поликонденсационный стек- лопластик	1,70	11,0	34,35	2,0	>50	6,5	20,2
Стеклопластик на углеродной матрице	1,85	7,0	15,0	3,5	2,4	3,8	8,1
Поликонденсационный угле- пластик	1,39	23,0	22,2	10,2	>50	16,5	16,0
Углепластик на углеродной матрице	1,35	35,4	47,25 *	12,1	>50	26,2	35,0

* При использовании более прочных волокон получены образцы материала с прочностью 100—120 кг/мм².

может быть объяснено в рамках существующих представлений о прочности композиционных материалов, армированных непрерывными волокнами, и находит свое объяснение в предположении, что углеродные волокна в прочностном отношении являются квазидискретными по длине. Если принять это условие, то, как это имеет место в данном случае (см. табл. 1), увеличение модуля упругости связующего должно приводить

к возрастанию вероятности реализации величины статистической прочности филаментов в композиционном пластике.

В связи с этим отметим, что наряду с другими известными факторами, сближение величин модулей упругости материала матрицы и наполнителя, по-видимому, является одним из решающих условий получения высокопрочных волокнистых композиций. Данная закономерность также должна иметь место при формировании прочности синтетических и углеродных филаментов, которые в макромолекулярном аспекте можно рассматривать как квазидискретные системы.

Из табл. 1 видно, что наиболее близкими величинами модулей упругости обладают углеродное

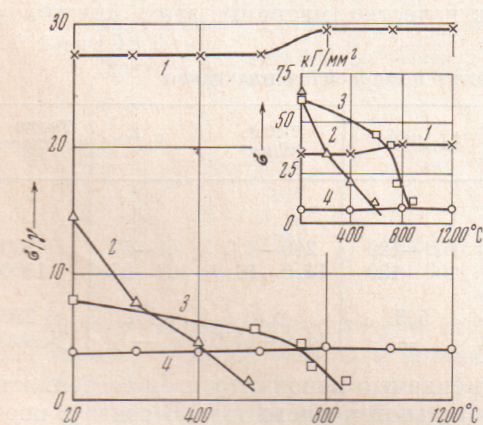


Рис. 1. Зависимость прочности от температуры: 1 — углепластик на углеродной матрице; 2 — технический титан; 3 — нержавеющая сталь ОХ18Н9; 4 — стеклопластик на углеродной матрице

волокно и пиролитический углерод. В соответствии с изложенными представлениями получение материала с повышенными прочностными характеристиками (см. табл. 2) вполне закономерно.

Обращает на себя внимание высокая термическая стойкость указанного материала. Как видно из рис. 1, прочностные и удельные характеристики этого материала значительно превосходят свойства известных конструкционных материалов (^{1, 2}).

Таким образом, применение углерода в качестве матрицы армированных пластиков позволяет получать материалы, обладающие высокой удельной прочностью при повышенных температурах.

Поступило
7 V 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Н. Х. Андреев, А. И. Малахов, Л. С. Фуфаев, Новые материалы в технике, М., 1968. ² А. А. Шмыков, Справочник термиста, М., 1952.