

В.Я.Полуянович, М.М.Ревяко,  
А.Г.Якимович, А.И.Крюковский

## ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ПОЛИОЛЕФИНОВ

Полимерные материалы, усиленные волокнистыми наполнителями, находят все более широкое применение в различных отраслях промышленности. Среди них важное место занимают стеклонаполненные полимеры [1]. В последнее время появляются новые виды пластиков, армированных химическими волокнами: полиэфирным, поливинилспиртовым, полиамидным, вискозным, фторволокнами и т.д. [2 - 6]. Среди новых волокнистых наполнителей особое положение занимают углеродные волокна, находящие применение в сочетании с эпоксидным связующим для изготовления изделий конструкционного назначения [7]. Представляло определенный интерес исследовать влияние углеродных волокон на свойства термопластов.

Объектом исследования служили полиэтилен низкой плотности (ПЭ н. п.) марки 10802-020 и сополимер этилена с винилацетатом (СЭВА) марки Д 43-ХА с содержанием винилацетата 28,9% (миравитен), наполнителем - углеродное волокно углен ЦШЭ-2 (ТУ6-06-9-1-76) с удельной поверхностью, определенной по методу адсорбции аргона, равной 0,7 м<sup>2</sup>/г. Углен в композиции вводили в количестве 5, 10, 15 и 20 мас. %.

Наполненные композиции готовили путем смешения полимера с наполнителем на вальцах с фрикцией 1,23. Смешение композиций на основе ПЭ н. п. осуществляли при температуре 140-145°C в течение 15 мин, а на основе СЭВА - при 80-100°C в течение 10 мин. Образцы для испытаний из ПЭ н. п. получали из прессованных пластин и пленок при 150°C, а на основе СЭВА - при 90°C.

В табл. 1 систематизированы экспериментальные результаты определения свойств наполненных полиолефинов. Анализ представленных данных свидетельствует о том, что введение углеродного волокна в ПЭ н.п. и СЭВА способствует повышению твердости и теплостойкости. Разрушающее напряжение при растяжении ПЭ н. п. с увеличением содержания углена повышается, а СЭВА - практически не изменяется. Морозостойкость полимерных композиций с ростом концентрации наполни-

Таблица 1. Физико-механические свойства наполненных полиолефинов

Показатели свойств	Содержание наполнителя, мас. %				
	0	5	10	15	20
Разрушающее напряжение при растяжении, кгс/см <sup>2</sup>	$\frac{118}{80}$	$\frac{120}{79}$	$\frac{125}{78}$	$\frac{131}{82}$	$\frac{136}{83}$
Твердость по Бринеллю, кгс/см <sup>2</sup>	$\frac{141}{46}$	$\frac{151}{73}$	$\frac{173}{85}$	$\frac{196}{110}$	$\frac{209}{91}$
Теплостойкость по Вика, °С	$\frac{94}{41}$	$\frac{97}{46}$	$\frac{98}{48}$	$\frac{100}{50}$	$\frac{101}{48}$
Морозостойкость, °С	$\frac{-75}{<-80}$	$\frac{-72}{-66}$	$\frac{-60}{-58}$	$\frac{-25}{-45}$	$\frac{-12}{-20}$
Показатель текучести расплава, г/10 мин	$\frac{2,10}{5,40}$	$\frac{1,78}{5,20}$	$\frac{1,36}{4,80}$	$\frac{1,24}{4,05}$	$\frac{1,19}{3,10}$
Усадка, %	$\frac{2,10}{-}$	$\frac{1,30}{-}$	$\frac{1,10}{-}$	$\frac{0,68}{-}$	$\frac{0,57}{-}$

Примечание. Числитель - показатели свойств композиций на основе ПЭ н. п., знаменатель - на основе СЭВА.

теля понижается. Показатель текучести расплава, определенный на приборе ИИРТ с грузом 2,16 кгс при температуре 190° С для систем на основе ПЭ н. п. и 100°С для СЭВА, как и следовало ожидать, уменьшается с увеличением содержания волокнистого наполнителя. Присутствие последнего в полиэтиленовой композиции вызывает снижение величины усадки полимера.

Углен повышает пределы прочности полимера при статическом изгибе и сжатии. Так, если названные показатели для ПЭ н.п. равны соответственно 114 и 154 кгс/см<sup>2</sup>, то у композиции, содержащей 20 мас. % углена, они повышаются до 212 и 184 кгс/см<sup>2</sup>. Деформируемость исследуемых полимеров с введением наполнителя снижается. В частности, относительное удлинение при разрыве СЭВА с введением 5, 10 и 15 мас. % углена уменьшается от 800 до 710, 690 и 640 % соответственно.

Переработка наполненных полимеров связана с реологическими свойствами их расплавов, что определяет способность этих полимеров к формованию. В этой связи имело смысл исследовать реологические свойства наполненных углеродными волокнами полимеров. На рис. 1 в логарифмических координатах представлены кривые течения наполненных композиций СЭВА,

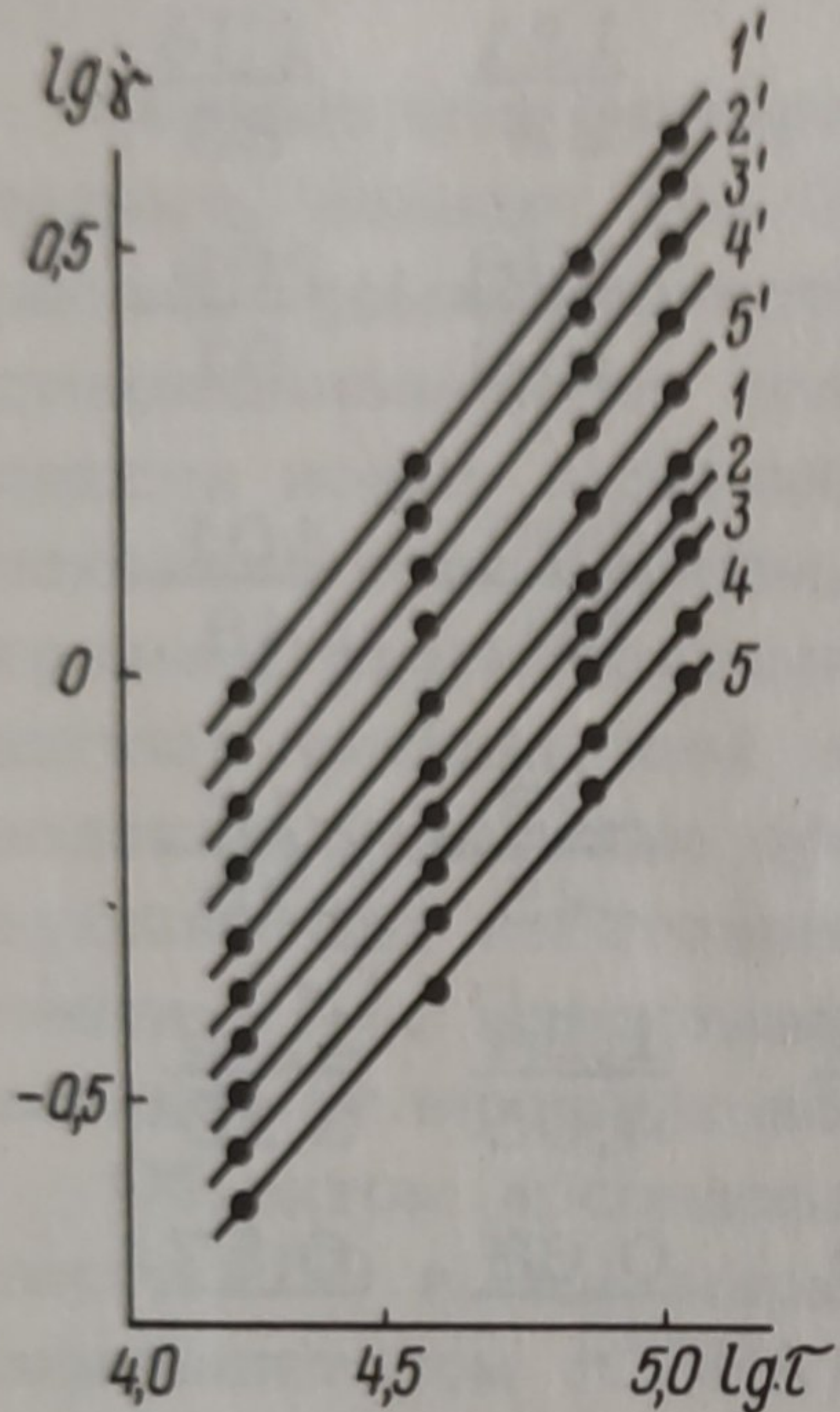


Рис. 1. Кривые течения наполненных полиолефинов:

1 и 1' – СЭВА; 2 и 2', 3 и 3', 4 и 4', 5 и 5' – СЭВА с 5, 10, 15 и 20 мас.% углена соответственно; 1 – 5 – температура 105°C; 1' – 5' – температура 125°C;  $\dot{\gamma}$  – скорость сдвига,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\tau$  – напряжение сдвига,  $\text{дин/см}^2$ .

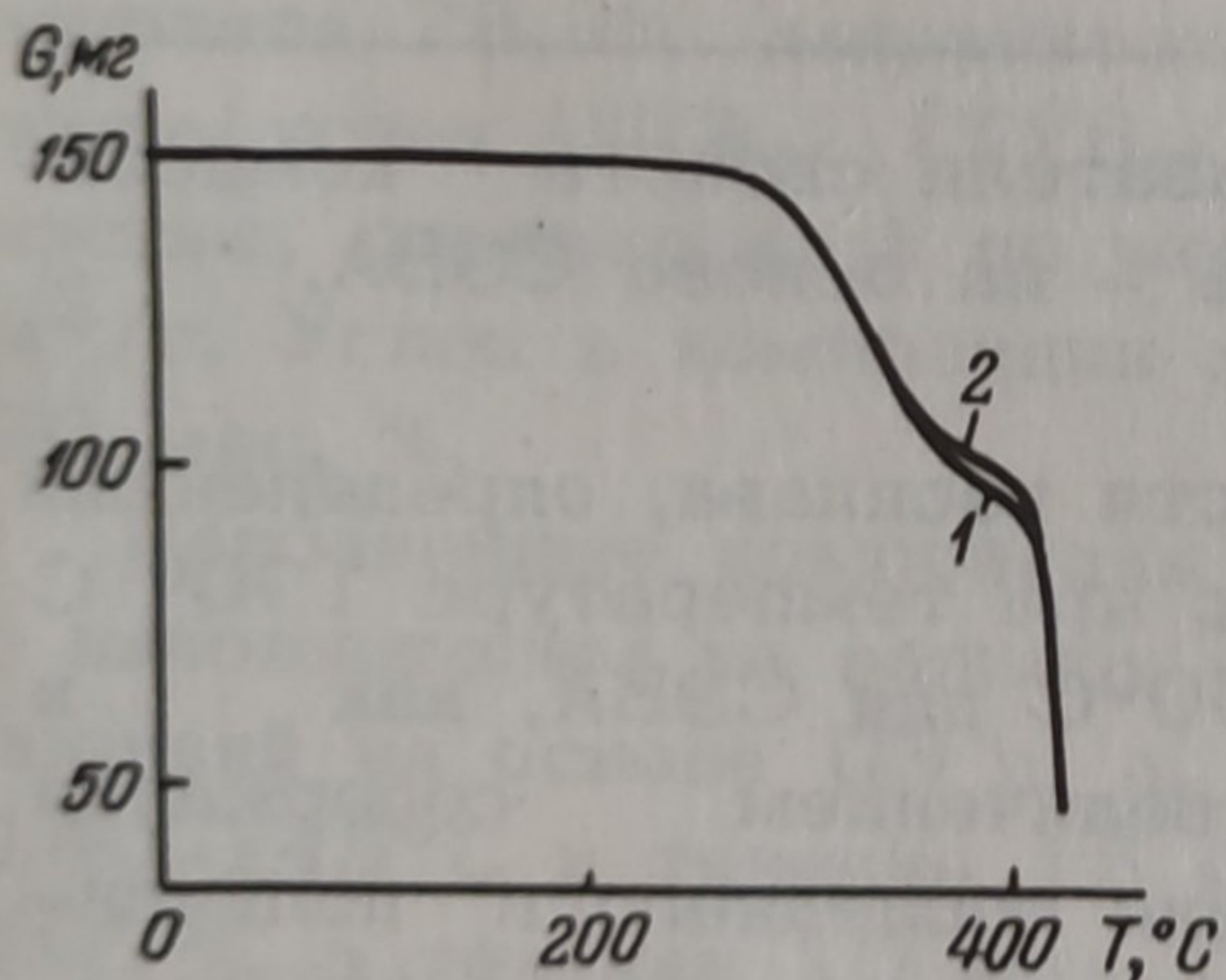


Рис. 2. Термогравиметрические кривые СЭВА (1) и СЭВА с 10 мас.% углена (2).

Из рисунка видно, что для исследуемых композиций зависимости  $\lg \dot{\gamma} = f(\lg \tau)$  представляют собой практически прямые линии во всем диапазоне исследованных скоростей и напряжений сдвига. С увеличением степени наполнения наблюдается сдвиг кривых вправо, что связано с повышением вязкости исследуемых композиций, а повышение температуры приводит к смещению кривых влево по причине понижения вязкости полимерной матрицы. Аналогичная картина наблюдается и в случае наполненных систем ПЭ и п.

Методом термогравиметрического анализа подтверждено (рис. 2), что процесс окисления СЭВА включает две стадии: первая (до  $370^{\circ}\text{C}$ ) характеризуется деацетилизацией, вторая (свыше  $390^{\circ}\text{C}$ ) – разрывом основной цепи [8]. Введение углеродных волокон не оказывает существенного влияния на процесс окисления полимера.

Таким образом, применение углеродных волокон позволяет получать наполненные полимерные материалы на основе полиолефинов, обладающие повышенными прочностью, жесткостью и теплостойкостью.

### Л и т е р а т у р а

1. Боровикова С.М., Куликовская А.В. Стеклонаполненные термопласты. – М., 1973.
2. Гендрикс Г. Армирование пластмасс химическими волокнами. – В сб.: Армированные полимерные материалы. М., 1968, с.181.
3. Мелехин В.М. Термопласты, наполненные синтетическими волокнами. – В сб.: Наполнители полимерных материалов. М., 1969, с.106.
4. Полимеризационные пластмассы. Наполненные полиолефины за рубежом и в СССР/ Ю.Г. Кузьмин, Т.Е.Шнурова, В. П. Щедрина и др. – М., 1973.
5. Химические волокна для армирования пластиков/ К.Е.Перепелкин, В.В.Улитин, В.О. Бржезанский. – В сб.: Армированные полимерные материалы, их свойства и области применения. Л., 1974, с.4 – 11.
6. √В.Я. Полуянович, М.М.Ревяко, Л.А. Бочарникова. Исследование наполнителей на основе органических волокон для полиолефинов. – В сб.: Наполнители полимерных материалов. М., 1977, с.121–126.
7. Карпинос Д.М., Тучинский Л.И., Аскоченский Ю.Б. Несущая способность цилиндрических конструкций из углепластика при внешнем гидростатическом давлении. – В сб.: Армированные полимерные материалы, их свойства и области применения. Л., 1974, с. 88–93.
8. Лугова Л.И. Старение и стабилизация сополимера этилена с винилацетатом. Автореф. канд. дис. – Л., 1975.