

М. М. Ревяко, Т. А. Беспалова, А. Н. Соколов,  
В. В. Яценко, Ж. М. Зюськевич

## ТЕРМОСТОЙКОСТЬ АСБОНАПОЛНЕННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА

Как известно, введение наполнителей повышает некоторые эксплуатационные свойства полимеров, снижает их стоимость. Наполненные системы на основе полипропилена подвергаются старению под действием повышенных температур, кислорода воздуха и УФ излучения. Однако вопросы термостабилизации наполненного асбестом полипропилена освещены в литературе недостаточно, что и определило цель настоящей работы.

Для исследований был выбран полипропилен марки 21060-16 ГОСТ 26996-86. Наполнителем служил хризотиловый асбест марки К-6-30 ГОСТ 12871-67. В качестве стабилизаторов применялись флюороглюцин, алкофен БП, каптакс, оксафенамид. Изучали как индивидуальные соединения, так и смесь стабилизаторов в соотношениях 1:1, 1:2.

Введение стабилизаторов и получение композиций осуществляли по методике, описанной в работе [1]. Массовая доля стабилизаторов  $w_c$  составляла 0,25; 0,5 %. Термостарение образцов проводили в термошкафу в воздушной среде при 200 °С. Эффективность добавок и влияние наполнителей на термостабильность оценивали по изменению коэффициента термостабильности и длительности периода индукции окисления, методика определения которого описана в работе [2].

Полипропилен обладает низкой стойкостью к термоокислительной деструкции (рис. 1). Исследования наполненного



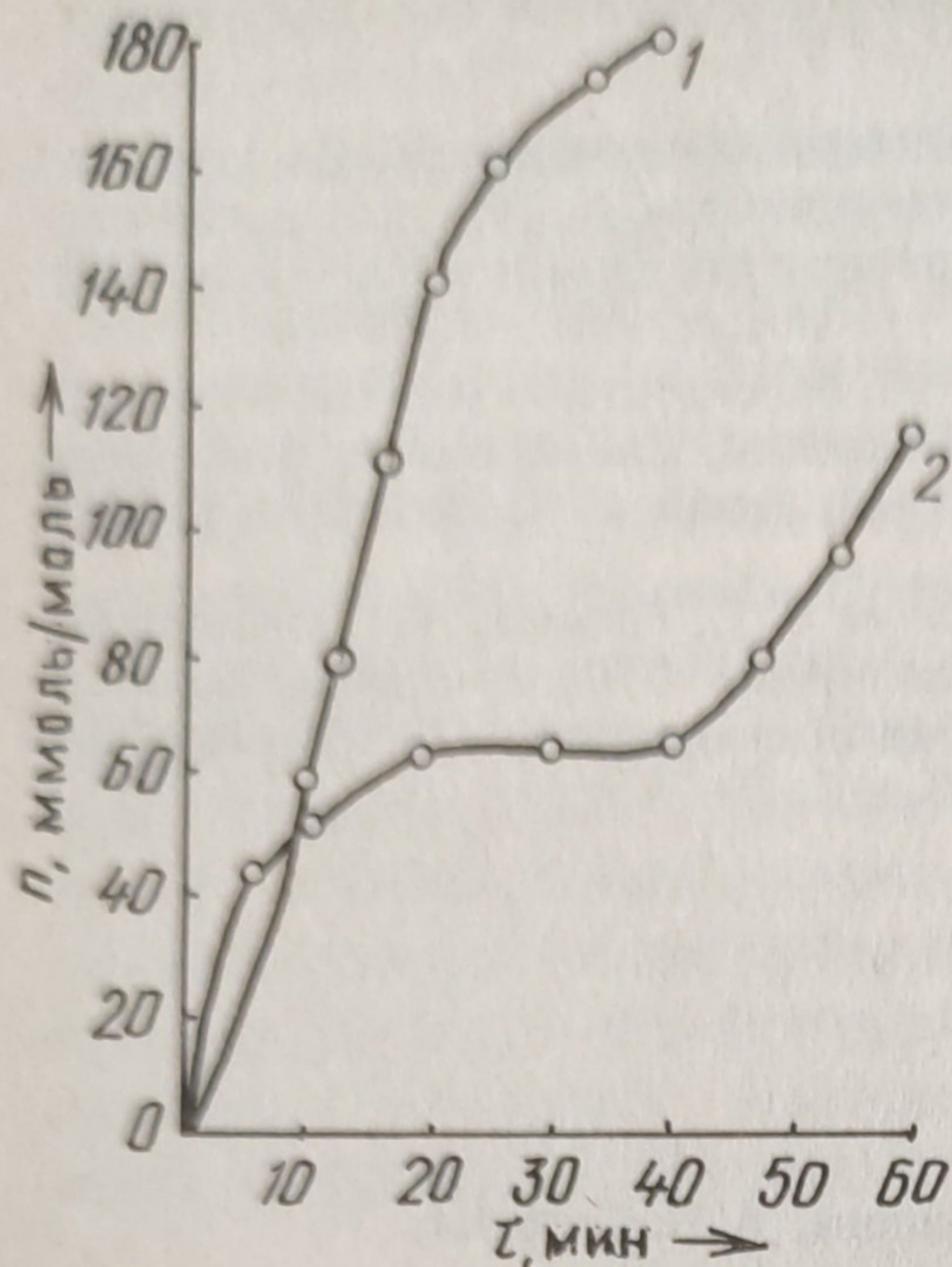


Рис. 1. Кинетические кривые окисления:

1 — полипропилен + 40 % асбеста; 2 — полипропилен

полипропилена показали, что химическая природа наполнителя оказывает существенное влияние на процесс окисления. При введении асбеста изменяется кинетическая кривая окисления, причем с увеличением массовой доли  $w$  наполнителя количество поглощенного кислорода  $n$  изменяется не монотонно (рис. 2).

Зависимость количества поглощенного кислорода от степени наполнения его асбестом является особенностью протекания процесса окисления в полипропилене. Наблюдаемый характер кривой обусловлен двумя конкурирующими тенденциями. Введение 15 % асбеста вызывает резкое снижение скорости поглощения кислорода, что связано с увеличением суммарной площади соприкосновения асбеста с полипропиленом, а следовательно, увеличением содержания непроницаемой для кислорода среды из частиц наполнителя. В то же время дальнейшее возрастание степени наполнения приводит к повышению интенсивности процесса окисления, что связано с на-

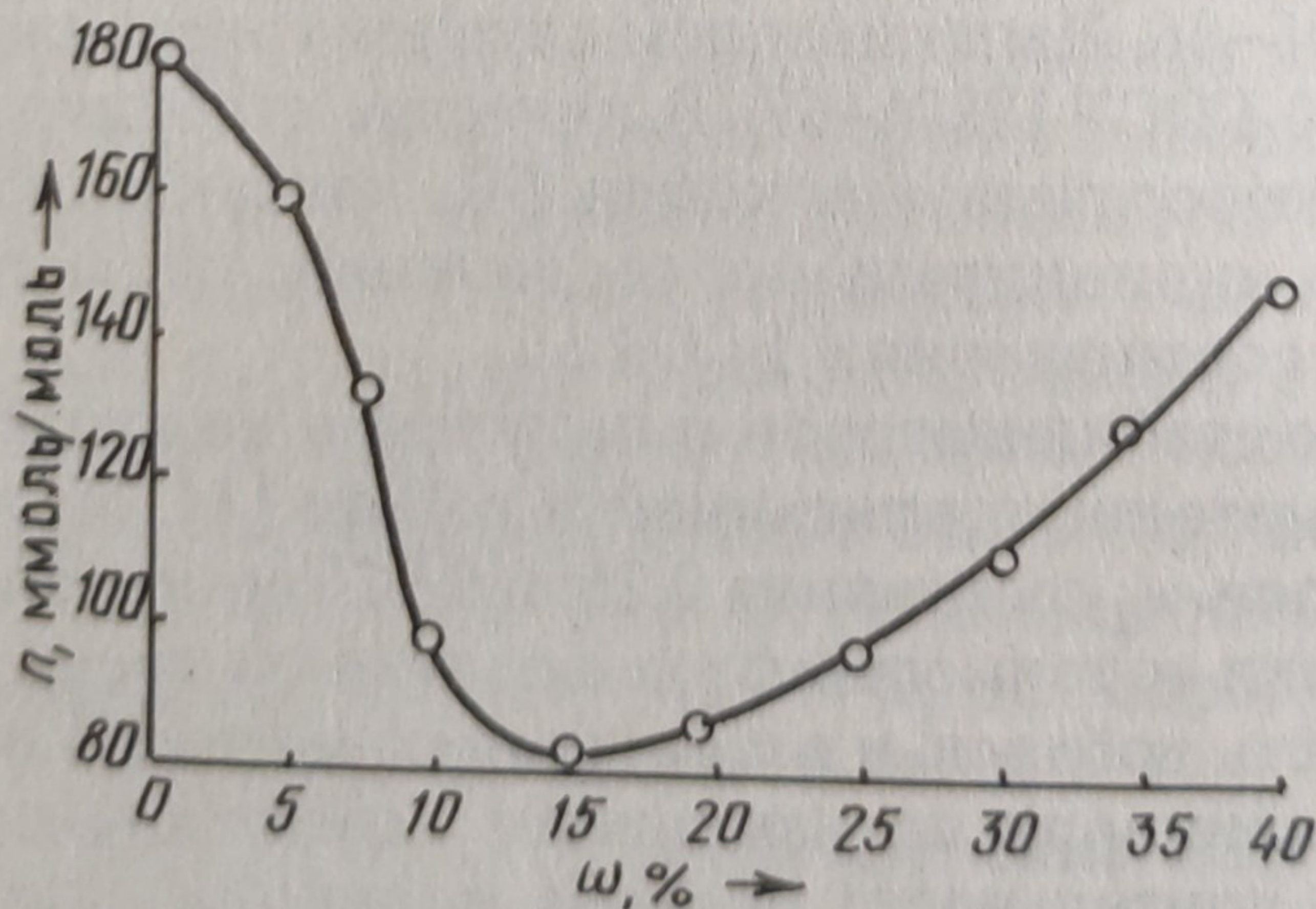


Рис. 2. Зависимость количества поглощенного кислорода от степени наполнения полипропилена асбестом



рушением сплошности системы за счет неполного смачивания полимером частиц наполнителя. При этом образуются пустоты (вакуоли) на поверхности раздела полимер-наполнитель. Диффузия в таких системах, содержащих пустоты, существенно ускоряется, что может быть обусловлено изменением механизма переноса или участием в процессе диффузии капиллярных сил [3]. При больших  $w$  наполнителя пустоты могут взаимно сообщаться, образуя выходящие на поверхность каналы, заполняющиеся диффундирующей средой. Эти факторы ведут к усилению процесса поглощения кислорода и, следовательно, к ускорению окисления.

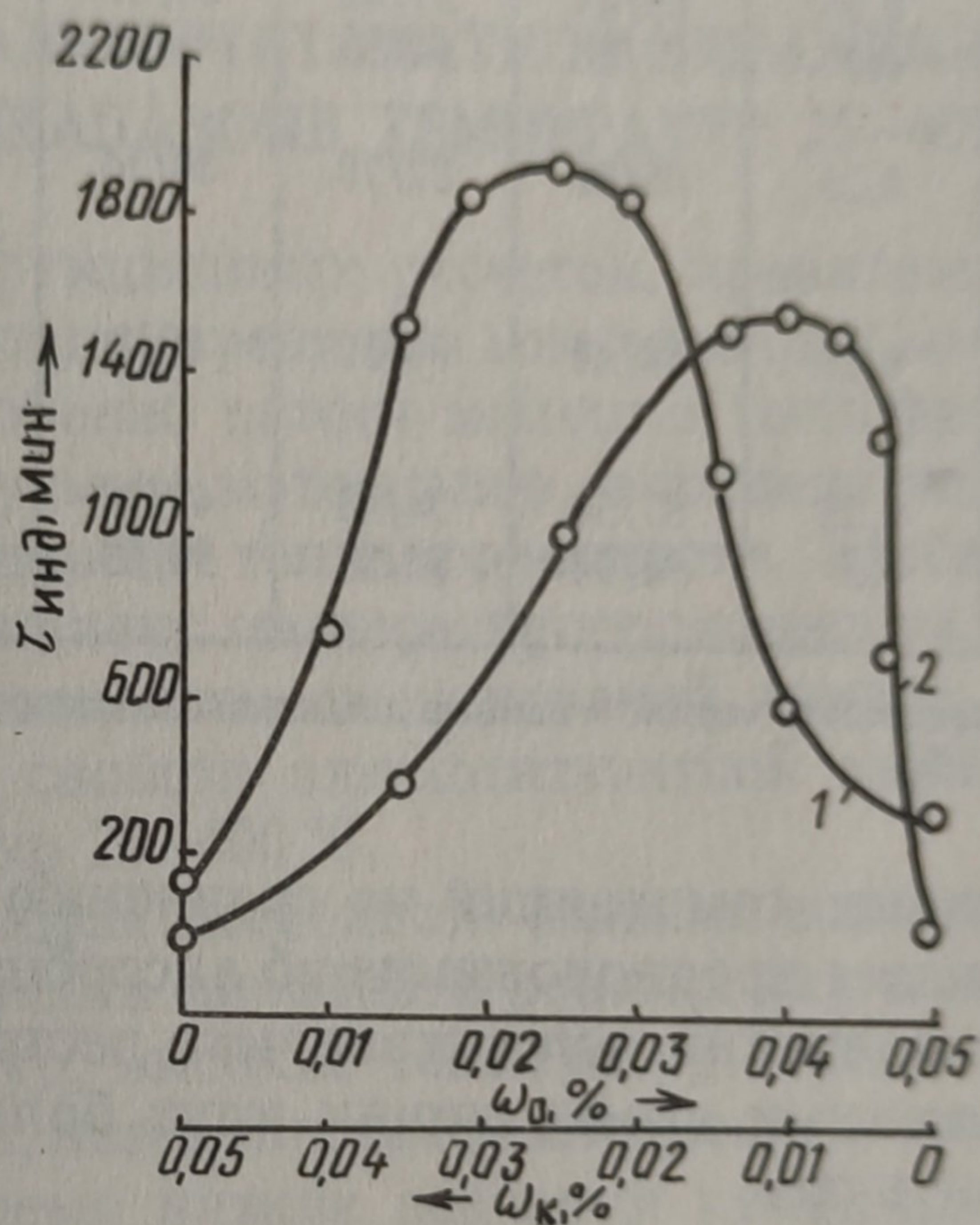


Рис. 3. Зависимость периода индукции  $\tau_{\text{инд}}$  от состава смеси:  
 1 — полипропилен + 10 % асбеста; 2 — полипропилен + 40 % асбеста

Введение асбеста приводит к смещению максимума синергического эффекта при введении смеси стабилизаторов (оксафенамида (О) и каптакса (К)) (рис. 3). Такое смещение объясняется адсорбцией части стабилизатора на поверхности наполнителя, что связано с образованием водородных связей между группами ОН, имеющихся на асбесте в больших количествах.

Как свидетельствуют данные таблицы, подобранные смеси стабилизаторов являются синергическими смесями, наиболее оптимальная доля смеси стабилизаторов  $w_c$  в композиции равна 0,5 %. Более резкое снижение коэффициента термостабиль-



Изменение коэффициента термостабильности  
ненаполненного и наполненного асбестом полипропилена  
от длительности старения при 473 К

Стабилизатор	$w_c, \%$	Время старения, ч				
		2	3	5	7	9
—	—	6/3	—	—	—	—
	0,25	67/44	64/31	—	—	—
Алкофен БП	0,5	74/52	69/40	33/9	—	—
	0,25	61/56	53/41	42/31	—	—
Оксафенамид	0,5	67/54	59/50	51/43	—	—
	0,25	74/64	65/55	54/46	—	—
Флюроглицин	0,25	69/49	57/41	34/11	—	—
	0,5	77/58	62/53	46/28	—	—
Каптакс	0,25	85/82	82/78	80/74	77/69	67/52
	0,5	—	—	—	—	—
Флюроглицин + алкофен БП (со- отношение 2:1)	0,25	78/43	66/30	40/8	17/4	—
Оксафенамид + алкофен БП (со- отношение 1:2)	0,25	87/54	74/40	47/27	21/9	—
Оксафенамид + каптакс (соот- ношение 1:1)	0,25	96/94	95/91	90/83	82/72	70/50
	0,5	—	—	—	—	—

Примечание. Перед косой чертой — данные для ненаполненного асбеста, после нее — для наполненного (40%).

ности наполненных композиций по сравнению с ненаполненными подтверждает предположение об адсорбции части стабилизатора на наполнителе, вследствие чего деструктивные процессы в наполненных композициях идут более интенсивно, чем в ненаполненных.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ревяко М. М., Соколов А. Н., Развенков В. И. Влияние антиоксидантов на старение асбонаполненного полиэтилена // Журн. прикл. химии. — 1975. — Т. 48, № 3. — С. 697.

2. Рашавы Д., Балабан Л. Исследование эффективности стабилизаторов термоокислительной деструкции полипропилена // Высокомолекуляр. соединения. — 1961. — Т. 3, № 3. — С. 471.

3. Веррер Р. М. Диффузия в твердых телах. — М., 1948. — 279 с.