

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Тагер, Высокомолек. соед., А14, 2690, 1972.
2. А. И. Суворова, В. В. Серпинский, А. А. Тагер, Л. Н. Хавренко, Высокомолек. соед., А14, 489, 1972.
3. Г. А. Сорокин, И. В. Тишинин, Е. Н. Фоминых, Высокомолек. соед., Б11, 522, 1969.
4. K. C. D. Hickman, J. Phys. Chem., 34, 627, 1934.
5. K. C. D. Hickman, J. Amer. Chem. Soc., 52, 4714, 1930.
6. K. C. D. Hickman, J. C. Hecker, N. D. Embree, Industr. and Engng Chem., 9, 269, 1937.
7. А. Н. Несмеянов, Давление пара химических элементов, Изд-во АН СССР, 1961.
8. J. Dubar, Contribution à l'étude des interactions entre les nitrocelluloses et la nitrodernière avec divers solvants, Paris, 1968.
9. А. А. Тагер, Физико-химия полимеров, «Химия», 1968.
10. Р. Ф. Циперман, Л. И. Павлинов, Е. П. Краснов, Высокомолек. соед., Б16, 460, 1974.
11. E. Penzel, G. V. Schulz, Makromolek. Chem., 162, 269, 1972.
12. С. П. Папков, Физико-химические основы переработки растворов полимеров, «Химия», 1971.
13. Д. И. Гальперин, Л. А. Галкина, Высокомолек. соед., А14, 491, 1972.

УДК 541.64:539.3:543.544

### ЯЧЕЙКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕНОСА ГАЗОВ ЧЕРЕЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННЫЕ ПЛЕНКИ С ПОМОЩЬЮ ГАЗОВОГО ХРОМАТОГРАФА

В. В. Кананин, О. Е. Теманик

Описана конструкция диффузионной ячейки для исследования переноса низкомолекулярных веществ через напряженно-деформированные полимерные пленки с помощью газового хроматографа. Показано на примере пленки из ПЭ низкой плотности, что одноосная и двусосная деформации оказывают существенное влияние на перенос газов. Эффективная энергия активации проницаемости практически не изменяется при деформировании пленки.

Изучение газопроницаемости полимерных материалов в напряженно-деформированном состоянии имеет не только практическое значение, но позволяет получить ценную информацию об изменении молекулярной структуры.

Газопроницаемость полимерных пленок в напряженно-деформированном состоянии изучена недостаточно. В [1-3] описана конструкция диффузионной ячейки для изучения переноса низкомолекулярных веществ через полимерные пленки, находящиеся в напряженно-деформированном состоянии. Однако принцип, заложенный в конструкцию диффузионной ячейки, не позволяет получить в испытуемой полимерной пленке равномерного распределения напряжений и деформаций по всей ее поверхности.

Цель данной работы – создание диффузионной ячейки для исследования переноса газа с помощью газового хроматографа при одноосной или двусосной деформации полимерной пленки.

Устройство для изучения переноса низкомолекулярных веществ через полимерные пленки в напряженно-деформированном состоянии состоит из приспособления для деформирования образца и диффузионной ячейки. Схема устройства для деформирования образца полимерной пленки представлена на рис. 1. Приспособление для деформирования образца состоит из четырех валков с прорезями для закрепления пленки 3. Вращение валков осуществляется через муфту  $M_1$ , червячный редуктор 1 и коническую передачу 2. Валки соединены между собой с помощью конических шестерен и закреплены на столике, схема которого представлена на рис. 2.

Для изучения газопроницаемости полимерных пленок при двухосной деформации применяется образец в виде креста, а при одноосной – в виде полоски. Конструкция камер диффузионной ячейки аналогична описанной в [4]. Измерительная (нижняя) камера диффузионной ячейки 2 устанавливается в выемке столика для

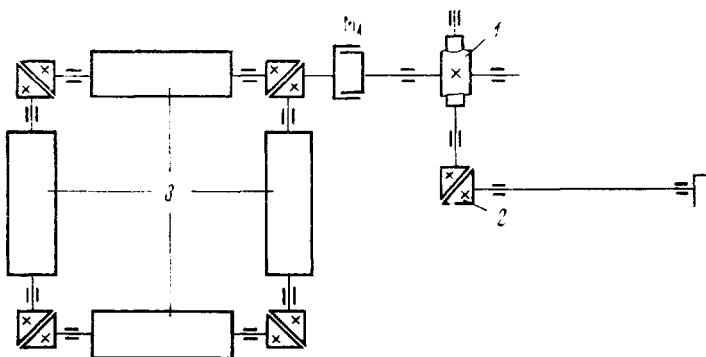


Рис. 1. Схема приспособления для деформирования образца полимерной пленки

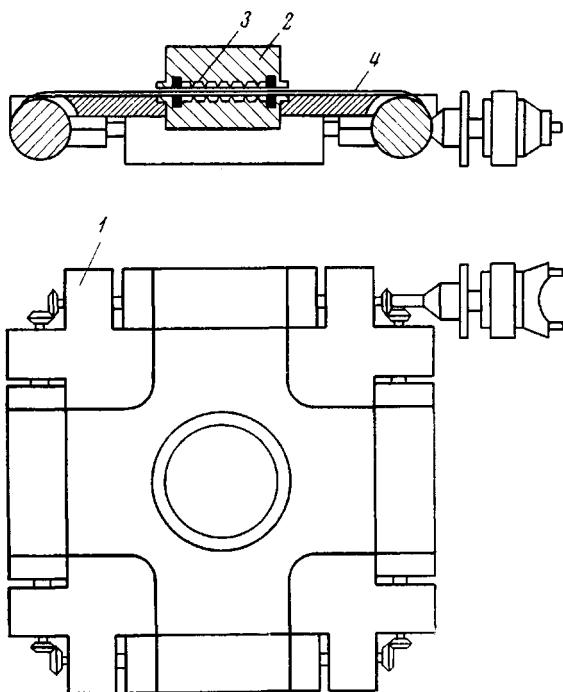


Рис. 2. Схема расположения диффузионной ячейки на приспособлении для деформирования пленок

закрепления валков 1 и располагается на одном уровне с его поверхностью. С помощью трубок из нержавеющей стали измерительная камера диффузионной ячейки включается в газовую систему хроматографа через кран-дозатор. Верхняя камера диффузионной ячейки 3 с помощью трубок и резиновых шлангов присоединяется к баллону с газовой смесью, применяемой для исследований. Прижим камер диффузионной ячейки осуществляется с помощью приспособления, состоящего из фигурной балки и винта. Герметичность камер, разделенных испытуемой пленкой 4, достигается применением прокладок из резины или фторопласта.

Для проведения исследований влияния повышенных температур на перенос газов через полимерные пленки устройство размещается в термостате, схема которого показана на рис. 3. Термостат состоит из основания 3 и корпуса 1. Основание термостата изготовлено из асбосцементной плиты, на которой жестко закреплено приспособление для деформирования пленок с измерительной камерой диффузионной ячейки 4. Корпус 1 термостата также изготовлен из асбосцемента. Для нагревания

диффузионной ячейки на основании и в верхней части корпуса термостата закреплены плоские нагревательные элементы 2, позволяющие создавать равномерное температурное поле на столике 5.

Температура измеряется с помощью термопары, спай которой соприкасается с поверхностью пленки, расположенной внутри диффузионной ячейки. Нагревательные элементы соединены параллельно через магнитный пускатель, латр и включаются в сеть переменного тока. Скорость повышения температуры регулируется с помощью латра и контролируется ЭПП.

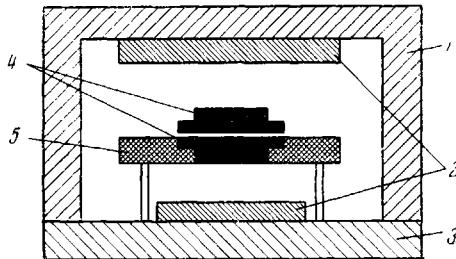


Рис. 3. Схема термостата

Для определения влияния деформации на перенос газов через полимерные пленки образец закреплялся на приспособлении и с помощью привода растягивался до заданной величины деформации. Камеры диффузионной ячейки герметизировались прижимом друг к другу с затягиванием прижимным винтом. Герметичность измерительной камеры проверялась отбором проб газов переключением крана-дозатора хроматографа. Отсутствие посторонних пиков на хроматограмме свидетельствовало о герметичности измерительной камеры диффузионной ячейки. После определения проницаемости полимерной пленки при комнатной температуре включался термостат, и температура повышалась со скоростью 0,2–0,4 град/мин. Отбор пробы смеси газов из измерительной камеры проводился через каждые 5 мин., время отбора пробы – 15 сек. Продолжительность отбора пробы подбиралась экспериментально в зависимости от объема измерительной камеры и соединительных трубок с хроматографом. Скорость изменения температуры пленки – 1–2° за 5 мин., поэтому газопроницаемость определялась при переменной температуре. После достижения заданной температуры определение газопроницаемости заканчивалось; диффузионная ячейка охлаждалась до комнатной температуры. Образец пленки снижался с устройства и вновь деформировался до заданной величины и после деформирования с помощью оптиметра определялась толщина пленки.

Коэффициент газопроницаемости рассчитывался по формуле

$$P = \frac{K \cdot S l}{A \tau p}$$

где  $K$  – коэффициент калибровки хроматографа,  $\text{см}^3/\text{м}\cdot\text{м}^2$ ;  $S$  – площадь пика на хроматограмме при данной температуре,  $\text{мм}^2$ ;  $l$  – толщина пленки после деформации,  $\text{см}$ ;  $\tau$  – время определения проницаемости, сек.;  $p$  – парциальное давление исследуемого газа,  $\text{ат}$ ;  $A$  – площадь образца пленки,  $\text{см}^2$ .

Коэффициент диффузии может быть определен по методике, описанной в [4], а коэффициент растворимости рассчитан по измеренным величинам коэффициентов проницаемости и диффузии. В таблице представлены величины коэффициентов проницаемости в зависимости от деформации.

Полученные данные показывают, что деформация оказывает существенное влияние на перенос низкомолекулярных веществ через полимерные пленки. Эффективная энергия активации  $E_a$  практически не изменяется при одноосной и двухосной деформациях образцов пленок.

#### Зависимость коэффициента проницаемости пленки из ПЭ низкой плотности от деформации

( $l=70 \text{ мкм}, P=10^8 \text{ см}^3\text{см}/\text{см}^2\text{сек}\cdot\text{ат}$ )

Газы	Деформация, %								$E_a$ пленки, $\text{ккал/моль}$		
	одноосная							двухосная			
	0	17	33	50	67	83	100	25	40	недефор- мирован- ной	дефор- мирован- ной
Гелий	4,7	4,1	3,6	2,6	2,6	2,6	2,6	4,0	3,7	8,3	8,4
Аргон	2,6	2,3	2,0	1,6	1,5	1,5	1,5	2,4	2,2	10,7	10,8

Разработанная конструкция диффузионной ячейки с устройством для деформирования позволяет проводить исследования переноса низкомолекулярных веществ через полимерные пленки с помощью газового хроматографа в широком интервале температур в зависимости от деформации.

Поступила в редакцию  
12 XII 1974

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Кретова, В. Н. Манин, В. В. Лаврентьев, Пласт. массы, 1969, № 7, 68.
  2. А. Н. Громов, В. Н. Манин, Стабильность полимерных материалов и изделий из них, МДНТИ, 1971, стр. 123.
  3. H. Yasuda, V. Stannett, H. L. Frisch, H. Peterlin, Makromolek. Chem., 73, 188, 1964.
  4. В. В. Копанин, О. Б. Леманик, С. А. Рейтлингер, Высокомолек. соед., A16, 911, 1974.
-