

*Н. В. Лысенко\**

## ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

В настоящее время пенополиуретан широко используется при дополнительном утеплении зданий. В процессе эксплуатации он может подвергаться воздействиям различных агрессивных сред. Как указано в работах [1, 2] пенополиуретан в свободном состоянии (без нагрузки) стоек к большинству химически и физически активных жидкостей. В данной статье исследовано поведение пенополиуретана Изолан-210-1 кажущейся плотности 60 кг/м<sup>3</sup>. (производство г. Воронеж) при одновременном действии нагрузки и агрессивной среды в режиме кратковременного (с заданной скоростью) и длительного (при постоянном напряжении) нагружения. Механические испытания проводили при центральном поперечном изгибе и сжатии на многопозиционных стендах [4]. Образцы для испытаний на изгиб в виде брусков размерами 20×25×120 мм и на сжатие в виде куба со сторонами 20×25×25 мм вырезали из плиты в направлении вспенивания при помощи циркулярной пилы и ножа. Перед испытанием образцы погружали в активные жидкости и выдерживали в них в течение 21-х суток. Жидкости (табл. 1) выбирали по результатам испытаний, обобщенных в [1, 2]. В процессе выдержки через определенное время (2, 4, 7 и 21 суток) фиксировали изменение массы образцов (величину набухания). Величина набухания в зависимости от степени выдержки приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что более всего пенополиуретан набухает в концентрированной серной кислоте, менее всего в керосине.

Результаты кратковременных испытаний при центральном поперечном изгибе (табл. 1) показали, что величина разрушающего напряжения зависит от воздействия исследованных активных сред. Одними из самых неблагоприятных оказались: концентрированная серная кислота и метилметакрилат. Выдержка в них в течение четырех суток привела к снижению прочности пенополиуретана более чем на 77 % и 76 % соответственно. При сжатии измеряли величину деформации при постоянном напряжении после истечения заданного времени, табл. 1. Как видно из таблицы наибольших значений относительная деформация сжатия пенополиуретана достигает после выдержки в концентрированной серной кислоте и метилметакрилате.

### 1 Влияние жидких агрессивных сред на набухание и механические характеристики пенополиуретана

Среда	Время выдержки, в днях	Увеличение массы, %	Механические характеристики	
			$\sigma_{и}$ , МПа*	$\epsilon_{с}$ , %**
Воздух	–	–	0,85	4,59
Концентрированная ортофосфорная кислота	2	126,2	0,57	6,23
	4	126,9	0,53	6,72
	7	125,4	0,51	6,74
	21	125,2	0,50	6,92
Концентрированная соляная кислота	2	240,1	0,37	18,91
	4	291,8	0,19	27,02
	7	287,6	0,13	32,44
Машинное масло	4	163,9	0,84	4,82
	7	163,6	0,82	4,85
	21	163,9	0,80	4,83

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. В.П. Ярцева.

Глицерин	4	175,2	0,83	4,64
	7	175,2	0,83	4,63
	21	172,5	0,82	4,68
Едкий натр	4	163,9	0,84	4,33
	7	163,9	0,85	4,35
	21	163,9	0,84	4,32
Метилметакрилат	2	280,0	0,23	14,56
	4	278,6	0,20	15,69
	7	275,4	0,18	16,02
Вода	4	169,1	0,84	4,60
	7	179,2	0,82	4,69
	21	184,0	0,82	4,80
Керосин	7	123,1	0,84	4,58
	21	124,1	0,84	4,62

\* Разрушающее напряжение при изгибе;

\*\* Относительная деформация при сжатии ( $\sigma = 0,26$  МПа и  $\tau = 600$  с).

Поведение пенополиуретана при воздействии жидких агрессивных сред в режиме длительного нагружения (при постоянном напряжении) исследовано с позиций кинетической концепции прочности. Процесс деформирования при постоянной температуре описывается следующим уравнением [3]:

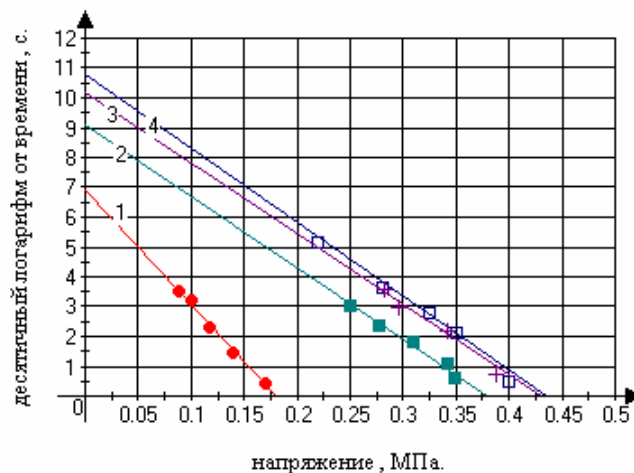
$$\tau = A \exp(-\alpha\sigma), \quad (1)$$

где  $\tau$  – долговечность образца;  $A$  – константа статической долговечности;  $\sigma$  – приложенное напряжение;  $\alpha$  – структурный коэффициент, определяющий эффективность механического поля.

Экспериментальные данные обрабатывали в координатах  $\lg \tau - \sigma$ . Как видно из рисунка зависимости времени до достижения заданной деформации имеют вид прямой. Константы, входящие в уравнение (1) определяли графоаналитическим способом по методике, описанной в [3]. Величины всех констант до и после воздействия жидких сред приведены в табл. 2.

2 Значения констант уравнения (1), определенных из зависимостей рис. 1

Среда	Время выдержи, сут.	$A$ , с	$\alpha$
Воздух	–	$10^{10,8}$	24,82
Машинное масло	21	$10^{10,2}$	23,72
Концентрированная ортофосфорная кислота	21	$10^{9,0}$	21,05
Концентрированная соляная кислота	4	$10^{7,0}$	43,75



**Рис. 1** Зависимость времени достижения деформации сжатия 10 % пенополиуретана Изолан 210-1 (кажущейся плотности 60 кг/м<sup>3</sup>) от напряжения при постоянной температуре  $T = 293$  К при воздействии:

- 1 – концентрированной соляной кислотой в течение 4-х суток;
- 2 – концентрированной ортофосфорной кислотой и 3 – при воздействии машинного масла в течение 21-х суток; 4 – без воздействия агрессивных сред

Зная эти константы, можно прогнозировать долговечность пенополиуретана, который подвергся воздействию жидких агрессивных сред указанных в табл. 2 в данном температурном диапазоне.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Дементьев А. Г., Тараканов О.Г. Структура и свойства пенопластов. М.: Химия, 1983. 176 с.
- 2 Булатов Г. А. Полиуретаны в современной технике. М.: Машиностроение, 1983. 272 с., ил.
- 3 Ратнер С.Б., Ярцев В. П. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? М., Химия, 1992. 320 с.
- 4 Андрианов К. А. Прогнозирование долговечности (работоспособности) пенополистирола в ограждающих конструкциях здания: Дис. ... канд. техн. наук. Тамбов, 2002. 212 с.