

ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ ФТОРОПЛАСТОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА

Калюжный А.Б., к.т.н., доцент

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко)

Изучено влияние пористости фторопластовых фильтрующих материалов на коэффициент Пуассона. Показано, что коэффициент Пуассона не зависит от пористости фторопластовых фильтрующих материалов и равен $0,079 \pm 0,012$ при доверительной вероятности 0,95.

Обязательным условием качественного монтажа полимерного фильтрующего элемента, изготовленного на основе высокопористого фторопласта, в корпусе фильтра является надежная герметизация его торцов. Герметизация торцов фильтроэлемента в корпусе фильтра может быть осуществлена двумя способами: герметизация с помощью клея (ВК-9 и др.); герметизация (уплотнение) путем стяжки фильтроэлемента. Второй способ широко применяется при сборке фильтров, предназначенных для фильтрования особо агрессивных жидкостей и газов. При этом необходимо обеспечить надежную герметизацию фильтроэлемента по его торцам и в то же время минимально сдеформировать его, так как в противном случае могут существенно измениться фильтрационные и гидравлические характеристики фильтроэлемента. Кроме этого, при стяжке фильтроэлемента происходит не только продольная, но и поперечная деформация его. Таким образом, при монтаже полимерного фильтрующего элемента необходимо знать оптимальное напряжение сжатия и соответствующую ему продольную и поперечную деформацию, то есть фактически коэффициент Пуассона.

Коэффициент Пуассона определяется из следующего соотношения:

$$\frac{\Delta d}{d} = -\mu \frac{\Delta l}{l}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент Пуассона;

d – поперечный размер образца (диаметр);

Δd – изменение поперечного размера образца;

l – длина образца;

Δl – изменение длины образца.

Измерение коэффициента Пуассона высокопористого фторопласта было проведено на разрывной машине МР-0,5 при скорости деформации 2 мм/мин. Схема измерений показана на рис. 1. Продольная деформация измерялась с помощью индикатора часового типа ИЧ-10 с точностью 0,001 мм.

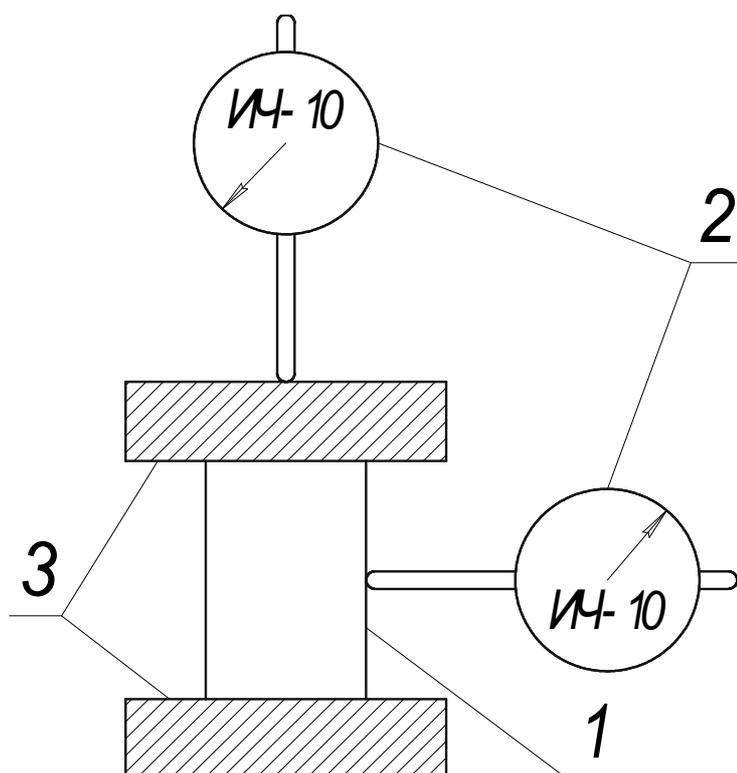


Рис. 1. Схема установки для измерения коэффициента Пуассона высокопористых фторлонов: 1- образец; 2 - индикатор ИЧ-10; 3 - опорные плиты.

Коэффициент Пуассона измерялся на образцах высокопористого фторопласта, отличающихся между собой пористостью. Пористость образцов (П) изменялась в интервале от 64 до 74 %. Размеры образцов (высота h - 30 мм, диаметр d - 20 мм) были выбраны из условия сохранения устойчивости при сжатии, которая определяется гибкостью полимера (λ) в свою очередь зависящую от упругих свойств материала [1]. Для материалов с модулем упругости $E < 10^3$ МПа, к которым относится и высокопористый фторопласт, $\lambda=6$.

Гибкость полимера связана с размерами и формой образца следующей зависимостью:

$$\lambda = \frac{h}{I}, \quad (2)$$

где I – радиус инерции.

Для цилиндрического образца $I=0,25d$. Таким образом, высота и диаметр образцов высокопористого фторопласта связаны соотношением: $h=1,5d$.

Измерения и расчет коэффициента Пуассона были проведены для пяти партий образцов (П=64%; 68%; 70%; 72%; 74%) по пять образцов в каждой партии, данные по коэффициентам Пуассона образцов высокопористого фторопласта представлены в табл. 1.

Полученные экспериментальные данные для каждой пористости были отработаны по критерию согласия Шапиро-Уилка [2]. Критериальная проверка показала, что все они соответствуют нормальному закону распределения.

Таблица 1. Коэффициенты Пуассона высокопористого фторопласта

Пористость образца, %	Номер образца в партии				
	1	2	3	4	5
74	0,092	0,089	0,090	0,063	0,076
72	0,088	0,085	0,075	0,080	0,070
70	0,080	0,077	0,087	0,067	0,075
68	0,091	0,075	0,094	0,060	0,073
64	0,086	0,060	0,070	0,077	0,080

В табл. 2 представлены средние значения и дисперсии коэффициентов Пуассона для образцов высокопористого фторопласта, изготовленных с различной пористостью.

Таблица 2. Средние значения и дисперсии коэффициентов Пуассона образцов высокопористого фторопласта

Пористость образца, %	Среднее значение, $\bar{\mu}$	Дисперсия, $S^2 \cdot 10^{-4}$
74	0,082	1,4
72	0,080	0,5
70	0,077	0,5
68	0,079	2,0
64	0,075	1,0

По данным табл. 2 был проведен однофакторный дисперсионный анализ, который показал, что средние значения коэффициентов Пуассона образцов высокопористого фторопласта, изготовленных по различным технологическим регламентам, незначительно отличаются друг от друга, а экспериментальные данные для каждой пористости являются выборками из одной генеральной совокупности.

По данным объединенной выборки (см. табл. 1) были определены среднее значение и дисперсия коэффициента Пуассона высокопористого фторопласта: $\bar{\mu} = 0,079$; $S^2 = 1,0 \cdot 10^{-4}$.

По этим результатам был определен доверительный интервал для среднего значения коэффициента Пуассона при доверительной вероятности $P = 0,95$:

$$\bar{\mu} - \frac{S}{\sqrt{n}} t_{\lambda,k} < \mu < \bar{\mu} + \frac{S}{\sqrt{n}} t_{\lambda,k} \quad (3)$$

где $t_{\lambda,k}$ – значение квантили статистики t уровня P для числа степеней свободы $k = n - 1$. Тогда $0,079 - 0,012 < \mu < 0,079 + 0,012$.

Вывод

Коэффициент Пуассона исследованных образцов высокопористого фторопласта не зависит от пористости этих образцов и равен $0,079 \pm 0,012$ при доверительной вероятности 0,95.

Список литературы

1. Малкин А.Н., Аскадский А.А., Коврига В.В. Методы измерения механических свойств полимеров. – М.: Химия, 1978. – 258 с.
2. Степнов Н.М. Статистические методы обработки результатов механических испытаний. – М.: Машиностроение, 1985. – 232 с.

Анотація

ВПЛИВ ПОРИСТОСТІ ФТОРОПЛАСТОВИХ ФІЛЬТРУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ НА КОЕФІЦІЄНТ ПУАССОНА

Калюжний А.Б.

Вивчено вплив пористості фторопластових фільтруючих матеріалів на коефіцієнт Пуассона. Показано, що коефіцієнт Пуассона не залежить від пористості фторопластових фільтруючих матеріалів і дорівнює $0,079 \pm 0,012$ при довірчій імовірності 0,95.

Abstract

THE EFFECT OF POROSITY OF THE PTFE FILTER MATERIALS FOR THE POISSON'S RATIO

A. Kalyuzhny

The effect of porosity of the PTFE filter materials for the Poisson's ratio has been studied. The Poisson's ratio is shown to don't depend on the porosity of PTFE filter material and is $0,079 \pm 0,012$ at $P = 0.95$.