



Л.И. Огородов¹, В.А. Шапкина²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого,

²Вологодский государственный университет

**УПРУГИЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ
ПОСЛЕ МНОГОЛЕТНЕГО ЕСТЕСТВЕННОГО СТАРЕНИЯ**

Представлены результаты испытаний нестабилизированного и стабилизированного полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) при растяжении после многолетнего (47 лет) естественного старения без доступа солнечного света с целью определения значений модуля упругости. Сравниваются значения модуля упругости ПЭНП в состоянии поставки и после многолетнего естественного старения.

Полиэтилен низкой плотности, многолетнее естественное старение, растяжение, модуль упругости.

В настоящей работе представлены результаты испытаний образцов ПЭНП при растяжении, дополняющие данные о механических свойствах этого материала, приведенные в публикациях [1, 2]. Образцы нестабилизированного и стабилизированного (2-процентным содержанием сажи) ПЭНП, ориентированные вдоль и поперек экструзии пленки, изготовлены в 1971–1972 гг. Они имели форму лопатки с длиной рабочей части 25 мм и 30 мм, шириной – 3,5 и 65 мм, толщиной – от 0,1 мм до 0,6 мм. Старение (хранение) образцов ПЭНП осуществлялось в условиях

отапливаемого помещения без доступа солнечного света.

Испытания образцов ПЭНП одноосным растяжением (ГОСТ 11262-80, ГОСТ 9550-81) осуществлялось на установке INSTRON 5966 с разными скоростями смещения захватов (v , мм/мин).

Результаты испытаний на растяжение образцов стабилизированного ПЭНП представлены в таблицах 1–3. Сравнение средних значений модуля упругости стабилизированного и нестабилизированного ПЭНП представлены в таблице 4.

Таблица 1

Модуль упругости при растяжении образцов стабилизированного 2-процентным содержанием сажи ПЭНП после естественного старения в течение 47 лет

v , мм/мин	δ , мм	Направление экструзии	E , МПа
20	0,2	вдоль	201
		поперек	184
	0,3	вдоль	257
		поперек	164
50	0,2	вдоль	183
		поперек	200
	0,3	вдоль	247
		поперек	169
	0,6	вдоль	191
		поперек	158
		вдоль	161
		поперек	165
100	0,2	вдоль	186
	0,3	вдоль	219
		поперек	168
	0,6	вдоль	177
		поперек	153

Таблица 2

Модуль упругости при растяжении (средние значения) стабилизированного ПЭНП в зависимости от скорости деформирования без учета толщин образцов

v , мм/мин	Модуль упругости, МПа		Разница значений, %
	вдоль экструзии	поперек	
20	229	174	32
50	196	173	13
100	194	160	21

**Модуль упругости при растяжении стабилизированного ПЭНП (средние значения)
в зависимости от толщины образцов без учета скорости деформирования**

δ , мм	Модуль упругости, МПа		Разница значений, %
	вдоль экструзии	поперек	
0,2	190	192	-
0,3	241	167	44
0,6	176	159	11

**Средние значения модуля упругости E_p при растяжении образцов стабилизированного
и нестабилизированного ПЭНП в состоянии поставки и после естественного старения материала
в течение 47 лет**

ПЭНП	Состояние материала	Направление экструзии	E_p , МПа
стабилизированный	поставка	вдоль	111
		поперек	103
	старение	вдоль	202
		поперек	170
нестабиллизированный	поставка	вдоль	111
		поперек	92
	старение	вдоль	177
		вдоль	160
		вдоль	160
		поперек	159

По представленным результатам (табл. 1–3) можно заключить, что модуль упругости при растяжении ПЭНП вдоль экструзии пленки больше на 24 % (в среднем), чем его значения поперек экструзии. Образцы ПЭНП в состоянии поставки вдоль экструзии пленки имели на 17 % большие значения модуля упругости, чем образцы, ориентированные поперек экструзии [1].

Значения модуля упругости стабилизированного ПЭНП при скорости деформации 20 мм/мин на 15 % (вдоль экструзии) и на 9 % (поперек экструзии) выше, чем в результате испытаний при $v = 100$ мм/мин.

Модуль упругости при растяжении стабилизированного ПЭВП толщиной 0,2 мм на 8 % и 21 % (соответственно) больше, чем его значения, определенные на образцах 0,6 мм.

При долговременном старении образцов ПЭНП под нагрузкой [1] происходят разнообразные измене-

ния модуля упругости при растяжении (понижение вдоль и повышение поперек экструзии).

Выводом настоящей работы можно считать то, что многолетнее (47 лет) естественное старение повышает значение модуля упругости полиэтилена низкой плотности, причем направление экструзии пленки сохраняет влияние на упругую характеристику материала.

Литература

1. Шапкина, В. А. Механические характеристики полиэтилена низкой плотности, используемого в противофильтрационных конструкциях / В. А. Шапкина, Л. И. Огородов // Известия вузов. Строительство. – 2016. – № 10–11. – С. 112–118.

2. Огородов, Л. И. Механические характеристики полиэтилена низкой плотности при растяжении после многолетнего естественного старения / Л. И. Огородов, В. А. Шапкина // Вестник Вологодского государственного университета, 2021. – № 3 (13). – С. 44–46.

L.I. Ogorodov¹, V.A. Shapkina²

¹Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,

²Vologda State University

ELASTIC PROPERTIES OF LOW DENSITY POLYETHYLENE AFTER MANY YEARS OF NATURAL AGING

The results of tests of unstabilized and stabilized low-density polyethylene under tension after many years (47 years) of natural aging without access to sunlight are presented in order to determine the values of the modulus of elasticity. The values of the elastic modulus of LDPE in the state of delivery and after many years of natural aging are compared.

Low-density polyethylene, long-term natural aging, stretching, modulus of elasticity.