

УДК 620.172/173

Запека М.С., Мусієнко О.С., Шидловський М.С., Заховайко О.П.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ., Україна

Зміна механічних характеристик поліуретану при термічному старінні

Останнім часом в багатьох галузях техніки, зокрема залізничному та автомобільному транспорті, здійснюється перехід з традиційної гуми, як еластичного матеріалу, на поліуретан. Цей перехід обумовлений перевагами останнього у порівнянні з гумою. В той же час за рядом механічних показників деякі модифікації поліуретанів вивчені ще недостатньо і підлягають контрольним випробуванням перед застосуванням у якості конструкційних елементів [1].

Мета роботи. Експериментальне дослідження зміни механічних характеристик поліуретану після термічного старіння.

Об'єкт дослідження. Використовували зразки ливарного термопластичного поліуретану у вигляді двобічних лопаток, виготовлених методом видавлювання шанцевим ножом у кількості 10 штук. Розміри зразків: загальна довжина – 50 мм, робоча довжина – 17.5 мм, товщина та ширина робочої частини – 4.0 та 5.0 мм відповідно (рис. 1).

Термічне старіння зразків поліуретану у кількості п'яти штук проводили в термостаті при температурі 150°C протягом 24 годин. Після цього зразки охолоджували до кімнатній температурі і проводили випробування на розтяг. Решта зразків була випробувана на міцність за розтягу у вихідному стані. Випробування проводили за допомогою універсальної машини типу TIRA-test. Швидкість деформування складала 100 мм/хв.

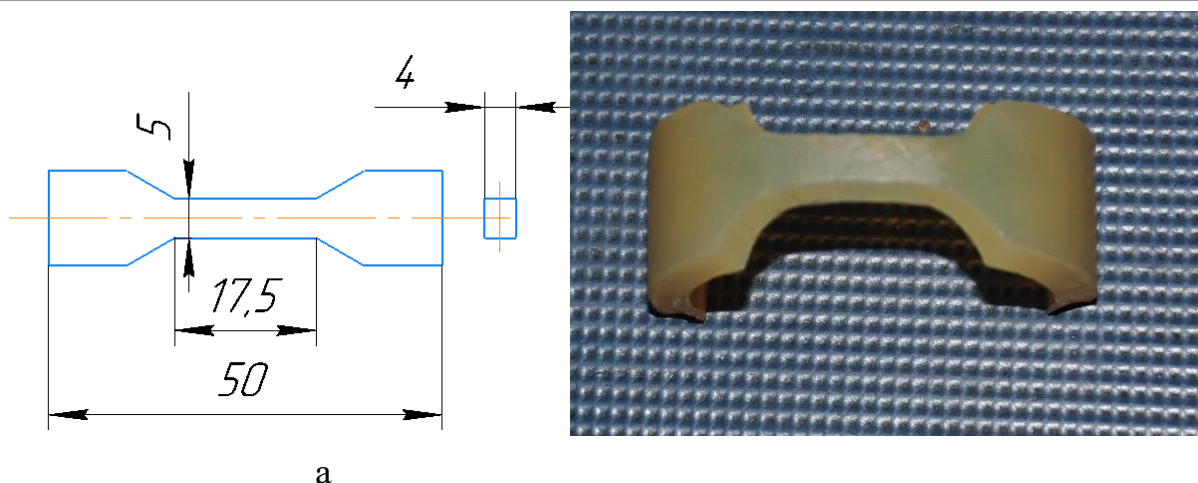


Рис. 1 – Розміри (а) та зовнішній вигляд (б) зразка

Під час випробування вимірювалися видовження та навантаження зразка [2]. За допомогою комп'ютера, під'єданого до випробувальної установки, були побудовані діаграми деформування в координатах «навантаження – видовження», за якими визначилися механічні характеристики і проводилась обробка отриманих діаграм (рис. 2).

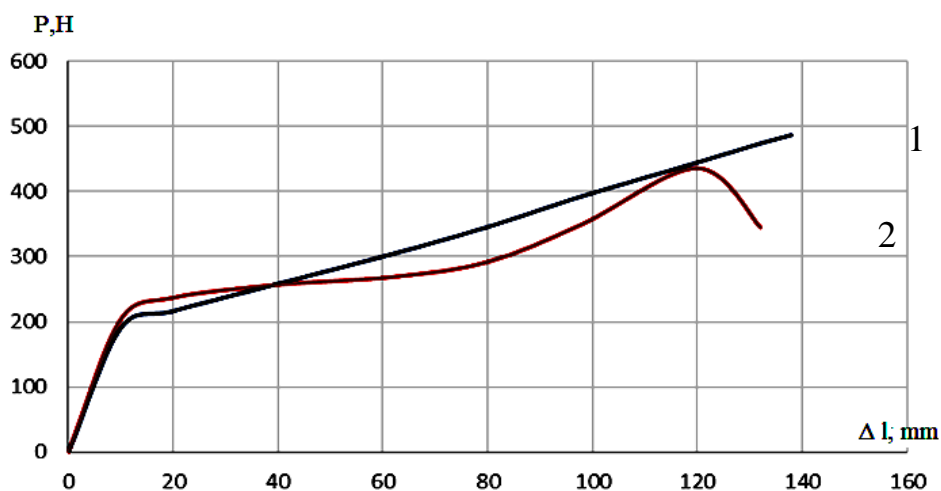


Рис. 2 – Діаграма деформування зразків з поліуретану у вихідному стані (1) та після термообробки (2)

Зміни показників «умовна міцність на розтяг» та «відносне подовження при розриві» поліуретану після старіння на повітрі [3] за температури $(150 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом $(24 \pm 0,5)$ годин згідно вимог ТУ У 30.2-32900322-017:2013 наведені в (табл. 1).

Таблиця 1 Результати випробувань

№.№ вирізаних зразків	Показники	Од. вимір.	Результати вимірювань
Вихідний стан матеріалу			
1-1	Умовна міцність на розтяг	МПа	23,4
1-2			22,8
1-3			24,1
Середнє значення			23,4
1-1	Відносне подовження при розриві	%	541
1-2			547
1-3			553
Середнє значення			547
Після старіння			
2-1	Умовна міцність на розтяг	МПа	22,8
2-2			22,0
2-3			22,6
Середнє значення			22,4
2-1		%	494
2-2			516
2-3			511
Середнє значення			507

Встановлено, що зміна показників поліуретану термопластичного ливарного після старіння в зазначених умовах складає:

- умовна міцність на розтяг знижується на 4,3% (нормативний показник за ТУ У 30.2-32900322-017:2013 від мінус 40% до 10%);
- відносне подовження при розриві знижується на 7,3% (нормативний показник за ТУ У 30.2-32900322-017:2013 від мінус 15% до 20%).

Також було проведено дослідження релаксації напружень в поліуретані при стиску. Розміри зразків були такими: ширина – 30 мм, висота – 28 мм, товщина – 4 мм (рис. 3). За результатами досліджень були побудовані залежності модуля релаксації від часу (рис. 4). Модулі релаксації розраховувались за формулою

$$E(t) = [P(t) \cdot h] / (\Delta h \cdot F_0),$$

де $P(t)$ - зусилля в зразку, яке змінюється у часі за рахунок релаксаційних процесів; h - початкова висота зразка; Δh - абсолютна деформація (скорочення зразка), що підтримується у зразку протягом всього експерименту; F_0 - початкова площа поперечного перерізу зразка.

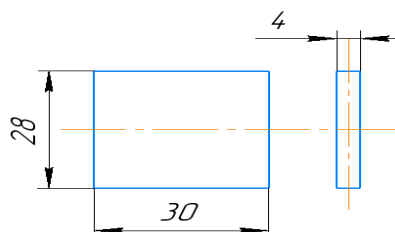


Рис.3.

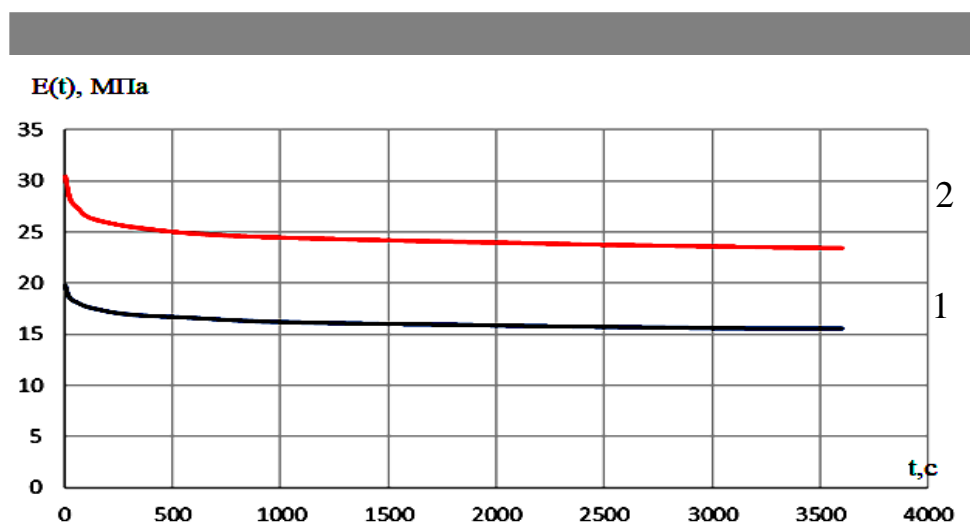


Рис. 4 – Діаграма релаксації поліуретану у вихідному стані (1) та після термообробки (2)

З графіка видно, що за рахунок довготривалого впливу температури модуль релаксації в діапазоні часу від п'яти секунд до однієї години збільшується в межах від 1.51 до 1.55 разів.

Висновки:

1. Вплив температурного старіння при температурі 150⁰С протягом однієї доби не значно впливає на міцність та деформаційні характеристики даної марки ПУ.

2. Температурне старіння при тих же умовах значно підвищує жорсткість цього матеріалу і приводить до збільшення модуля релаксації.

Список використаних джерел

1. Джур Є.О. Полімерні матеріали в ракетно - космічній техніці: Підручник: – К.: Вища освіта, 2003.
2. ГОСТ 270-75. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении
3. ГОСТ 9.024-74. Резины. Методы испытания на стойкость к термическому старению