Исследование возможных сроков хранения полимерного композиционного материала на основе фторопласта-40

Investigation of possible storage period of polymer composite material based on fluoroplast-40

Д.В. БАДАЕВ, Д.Д. КОШЕВАРОВ

D.V. BADAEV, D. KOSHEVAROV

ООО «НПП «Радиопласт-Д», Россия, Москва

ООО "NPP "Radioplast-D", Moscow, Russia

dmitriy_badaev@mail.ru

Изделия из фторопластов и композиционных материалов на их основе широко используются в качестве конструктивных узлов и уплотнительных деталей в ракетно-космической отрасли, что накладывает на них высокие требования по физико-механическим показателям и эксплуатационным характеристикам. Также, зачастую, требуется иметь возможность хранить заготовки деталей перед их установкой в узлы в течение длительного срока. Одним из материалов, способных эксплуатироваться в экстремальных условиях: высоких температурах, повышенном радиационном излучении и агрессивных средах, является композиционный материал на основе сополимера тетрафторэтилена и этилена (фторопласта-40) с дисперсным наполнителем в виде диоксида титана. В работе представлены результаты исследования, на основании которых можно гарантировать сохранение механических свойств фторопласта-40Т в заготовках изделий в течение 30 лет хранения.

Ключевые слова: фторопласты, фторопласт-40Т, композиционные материалы на основе фторопластов, механические свойства

Products made of fluoroplastics and composite materials based on them are widely used as structural components and sealing parts in the rocket and space industry. Therefore, they must have high physical and mechanical properties and operational characteristics. There is a need for long-term storage of parts before installation in units. One of the materials that can be used in extreme conditions: high temperatures, increased radiation and aggressive environments, is a composite material based on fluoroplast-40 filled with a dispersed titanium dioxide. The article presents the results of a research which make it possible to guarantee the storage stability of the mechanical properties of fluoroplast-40T in the workpieces for 30 years.

Keywords: fluoroplastics, fluoroplast-40T, composite materials based on fluoroplastics, mechanical properties

DOI: 10.35164/0554-2901-2021-11-12-24-25

Изделия из фторопластов и композиционных материалов на их основе широко используются в качестве конструктивных узлов и уплотнительных деталей в ракетно-космической отрасли, что накладывает на них высокие требования по физико-механическим показателям и эксплуатационным характеристикам. Также, зачастую, требуется иметь возможность хранить заготовки деталей перед их установкой в узлы в течение длительного срока. Одним из материалов, способных эксплуатироваться в экстремальных условиях: высоких температурах, повышенном радиационном излучении и агрессивных средах, является фторопласт-40Т (Ф-40Т) – композиционный материал на основе сополимера тетрафторэтилена и этилена (фторопласта-40) с дисперсным наполнителем в виде диоксида титана [1–3]. Согласно отраслевому стандарту ОСТ В 6-05-5022-81 с изм. 1, 2, 3 «Детали и заготовки фторопластовые и полиэтиленовые. Специальные технические условия», гарантийный срок складского хранения фторопласта-40Т составляет 22 года.

В работе проведены исследования по возможности увеличения сроков хранения пластмассо-уплотнительных деталей из фторопласта-40Т по результатам оценки свойств материалов после ускоренного старения.

Суть метода заключалась в проведении ускоренных тепловых испытаний стандартных образцов (лопатки тип-5 ГОСТ 11262-2017 и цилиндры ГОСТ 4651-2014) полимерного материала по режимам, имитирующим заданную продолжительность хранения изделия в условиях отапливаемого склада с последующим определением деформационно-прочностных показателей:

- разрушающее напряжение при растяжении, σ_p ;
- относительное удлинение при разрыве, ϵ_p ;
- напряжение при деформации сжатия 25%, σ_{25} .

Режимы ускоренных испытаний, имитирующие заданные сроки хранения и эксплуатации для исследуемого материала, определены ранее в соответствии с ГОСТ 9.707-81 «Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение».

Образцы фторопласта-40Т в виде пластин были получены путем предварительного смешения фторопласта-40 с порошком диоксида титана в шаровой мельнице, с дальнейшим таблетированием (пресс 160т) и последующим прессованием при температуре 290°C. Стандартные образцы в виде лопаток тип-5 и цилиндров были получены путем механической обработки пластин из фторопласта-40Т.

Для проведения ускоренного старения образцов Ф-40Т использовали климатическую камеру М-70/180-250КТХ с предельно-допускаемой погрешностью $\pm 2^\circ\text{C}$ и предельно допускаемым перепадом температур в рабочем объеме $\pm 2^\circ\text{C}$.

Определение разрушающего напряжения (σ_p) и относительного удлинения при растяжении (ϵ_p) испытуемых образцов проводили согласно ГОСТ 11262-2017 на универсальном испытательном комплексе фирмы Zwick/Roell со скоростью раздвижения зажимов испытательной машины при растяжении лопаток 50 мм/мин и скоростью движения при сжатии цилиндров – 1 мм/мин.

Проведенные испытания образцов фторопласта-40Т показали стабильность физико-механических характеристик (таблица 1).

На рис. 1, 2, 3 приведены значения коэффициентов сохранения разрушающего напряжения (K_{σ_p}), относительного удлинения при разрыве (K_{ϵ_p}) и напряжения при деформации сжатия 25% ($K_{\sigma_{25}}$) образцов Ф-40Т после выдержки образцов в течение различного времени, соответствующего 30 годам хранения в условиях отапливаемого склада.

Таблица 1. Зависимость деформационно-прочностных свойств Ф-40Т от срока хранения.

Показатель	Имитируемый срок хранения, годы					
	2	5	10	20	25	30
Коэффициент сохранения разрушающего напряжения при растяжении, K_{σ_T}	0,98	0,93	0,99	0,95	0,98	0,97
Коэффициент сохранения относительного удлинения при разрыве, K_{ϵ_p}	0,99	1,01	0,93	1,09	1,08	1,03
Коэффициент сохранения напряжения при деформации сжатия 25%, $K_{\sigma_{25}}$	1,0	1,07	1,09	0,98	1,02	1,03

где $K = \Pi_1/\Pi_0$, где Π_0 и Π_1 – исходное и текущее значение контролируемого показателя.

Рис. 1. Зависимость коэффициента сохранения разрушающего напряжения образцов Ф-40Т от времени выдержки образцов.

Рис. 2. Зависимость коэффициента сохранения относительного удлинения при разрыве образцов Ф-40Т от времени выдержки образцов.

Рис. 3. Зависимость коэффициента сохранения напряжения при деформации сжатия 25% образцов Ф-40Т от времени выдержки образцов.

Таким образом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что механические свойства образцов Ф-40Т в ходе испытаний практически не изменяются, а значит, можно гарантировать сохранение механических свойств деталей из фторопласта-40Т при хранении в отапливаемом складском помещении в течение 30 лет.

Литература

1. Паншин, Ю.А. Фторопласты / Ю.А. Паншин, С.Г. Малкевич, Ц.С. Дунаевская. – Л., 1978. – 231 с.
2. Бузник, В.М. Состояние отечественной химии фторполимеров и возможные перспективы развития / В.М. Бузник // Российский химический журнал. – 2008. – Т. LII. – №3. – С. 7–12.
3. Логинов, Б.А. Российские фторполимеры: история, технология, перспективы / Б.А. Логинов, А.Л. Виллемсон, В.М. Бузник – М., 2013. – 318 с.