

## **Устойчивость к воздействию радиации ламинатов RT/duroid на основе политетрафторэтилена**

Устойчивость к радиоактивному излучению ламинатов RT/duroid имеет значение в космических разработках, когда оборудование или антенны подвергаются воздействию радиации.

Ламинаты RT/duroid изготавливаются на основе политетрафторэтилена (PTFE) и стеклянного или керамического наполнителя. В обоих случаях материалом, наиболее подверженным к повреждению под действием радиации, является PTFE. Благодаря малости сил межмолекулярного взаимодействия между цепочками молекул PTFE этот полимер может иметь очень большой молекулярный вес для обеспечения требуемых механических свойств.

Первичным эффектом при воздействии радиации на PTFE является уменьшение молекулярного веса из-за разрыва больших полимерных молекул на меньшие части. Для некоторых реакций, которые могут быть вызваны радиацией, необходим кислород. Следовательно, в бескислородной среде, какой является космическое пространство, повреждения, вызванные радиацией, минимальны.

Эффект уменьшения молекулярного веса прежде всего сказывается на механических свойствах материала: его хрупкость возрастает, а предел прочности на разрыв, модуль упругости и максимальное удлинение уменьшаются.

Сообщалось, что изменения механических свойств PTFE зависят, по-видимому, от общей дозы облучения и не зависят от мощности дозы. Но на диэлектрические свойства оказывает влияние распределение электрических зарядов в смоле, число которых уменьшается с течением времени, поэтому мощность дозы также существенна.

Во время облучения диэлектрическая проницаемость и потери временно возрастают. Эффект влияния радиации на эти параметры менее выражен на высоких частотах, применяемых в микроволновых устройствах.

Степень влияния радиации на PTFE существенным образом зависит от поглощенной энергии независимо от вида радиоактивного излучения, т.е. бета-, гамма-, рентгеновское и др. виды излучения оказывают приблизительно равное воздействие. В исследованиях по влиянию радиации в качестве единицы поглощенной дозы обычно используют рад. Один рад равен 100 эрг/г.

В таблице 1 дозы радиоактивного излучения, выраженные в радах, соотнесены с уровнем его повреждающего действия.

### **ЭлекТрейд-М™**

115404, Россия, г.Москва, 11-я Радиальная ул.2. оф.20.  
Тел./Факс: (499) 218-23-60, (многоканальный)  
E-mail: [info@eltrm.ru](mailto:info@eltrm.ru) [Http://www.eltrm.ru](http://www.eltrm.ru)

Таблица 1.

## Дозы и повреждающее действие радиоактивного излучения

Уровень повреждающего действия	Доза, рад	
	В воздухе	В вакууме
Порог	от $2 \cdot 10^4$ до $7 \cdot 10^4$	от $2 \cdot 10^5$ до $7 \cdot 10^5$ или более
50% предела прочности на разрыв	$10^6$	$10^7$ или более
40% предела прочности на разрыв	$10^7$ или более	$8 \cdot 10^8$ или более
Остаточная деформация 100%	от $2 \cdot 10^5$ до $5 \cdot 10^5$	от $2 \cdot 10^6$ до $7 \cdot 10^6$

Считается, что мощность дозы в радиационном поясе Земли (поясе Ван Аллена) характеризуется величиной 10 рад/час. При такой мощности дозы материал PTFE может работать от 5 до 50 лет до накопления порогового уровня поглощенной дозы, когда повреждение материала можно обнаружить по изменению его механических свойств.

Поскольку основная функция ламинатов RT/duroid электрическая и обычно они механически поддерживаются металлическими элементами конструкции, указанные в таблице 1 дозы намного меньше значений, при которых происходит ухудшение электрических параметров. В общем случае устойчивость PTFE-материалов к воздействию радиации лучше, чем у твердотельных электронных устройств, в частности, транзисторов.

## Литература:

1. Morris, P.O. Jr., "The Effects of Combined Environments on PTFE", AIEE CP62-1284 (1962)
2. Florin, R.E. and Wall, L.A., Journal Applied Polymer Science, Vol. 2, No. 5 (1959) p. 251
3. Bopp, C.D. and Sisman, O., "Physical Properties of Irradiated Plastics", ORNL-928, (1951)
4. "Radiation Resistance of 'Teflon' in a Simulated Space Environment", Hughes Aircraft Company, Components and Materials Laboratory. TM-6871 (August 1961)
5. Linnenbom, V.J., "The Radiation Challenge", Insulation, (Feb. 1962), p. 80
6. Frisco, L.J. "Dielectrics for Satellites and Space Vehicles", final report 311159 to 2128162 Johns Hopkins University—Dielectrics Lab., ASTIA No. AD 276-867
7. "Radiation Tolerance of 'Teflon' Resins", The Journal of Teflon, Vol. 10, No. 1, (Jan-Feb 1969), DuPont Company, Wilmington, Delaware

**Электрейд-М**

115404, Россия, г.Москва, 11-я Радиальная ул.2. оф.20.  
Тел./Факс: (499) 218-23-60, (многоканальный)  
E-mail: [info@elmt.ru](mailto:info@elmt.ru) [Http://www.elmt.ru](http://www.elmt.ru)