

ВЛИЯНИЕ ЖЁСТКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФТОРОПЛАСТА

В настоящее время фторопласт является незаменимым материалом в различных областях промышленности. Он характеризуется высокой термостойкостью, низким коэффициентом трения и высокой устойчивостью к агрессивным средам [1].

Для создания высокотехнологичных изделий из фторопласта и повышения их прочности и долговечности необходимо разрабатывать новые способы обработки и модификации материала. Кроме того, с учетом широкого использования фторопласта в медицине, аэрокосмической отрасли и химической промышленности понимание влияния радиации на его свойства является важным. Особенно в условиях эксплуатации, где присутствует высокий уровень радиации, и где необходимо учитывать возможные изменения в его структуре фторопласта. Результаты исследования влияния ионизирующих излучений на структуру и свойства фторопластов могут способствовать разработке более стойких и эффективных материалов, улучшая производительность изделий [2], в том числе при высоких радиационных нагрузках.

Для исследования влияния ионизирующего излучения на фторопласт марки «Суперфлувис» были подготовлены образцы стандартного размера – втулки. Высота, наружный диаметр, внутренний диаметр которых соответственно равны 10, 50, 40 мм.



Рисунок 1 – Втулки из фторопласта

В качестве источника ионизирующего излучения была выбрана рентгеновская установка ERESKO 32 MF4-C. Напряжение на рентгеновской трубке составляло 220 кВ, сила тока – 8,2 мА. Использовался

W-анод. Облучение длилось в течение 30 мин.

Плотность образцов определялась по ГОСТ 15139 [3] методом гидростатического взвешивания колец из фторопласта-4. Испытания проводили при температуре дистиллированной воды $23,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Твердость измерялась по Круппу с помощью твердомера Kason 59-HV [4]. Испытания на растяжение и определение относительного удлинения (пластичности) проводились на разрывной машине МР-200 в соответствии с ГОСТ 11262 [5].

Сравнительный анализ плотности образцов до и после облучения представлен на рисунке 2а.

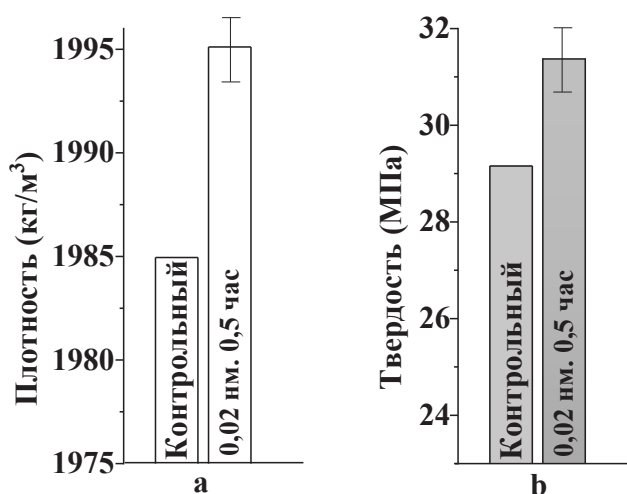


Рисунок 2 – Плотность ПТФЭ

Анализ рисунка 1 показывает, что плотность материала незначительно возрастает, что может быть связано с молекулярным структурированием, происходящим под воздействием ионизирующего излучения. При определении твердости по Круппу было обнаружено, что под воздействием рентгеновского излучения твердость фторопласта повысилась на 8% (рисунок 2b). Увеличение твердости фторопласта после воздействия ионизирующего излучения указывает, в первую очередь, на возможное увеличение его хрупкости.

На рисунке 3 представлены результаты исследования прочности на разрыв, а также пластичности контрольного фторопласта и образца, подвергнутого воздействию рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda = 0,02$ нм.

Видно, что прочность на разрыв у облученных образцов меньше на 5% в сравнении с контрольными, что указывает на разрушение молекулярных связей в полимерной матрице.

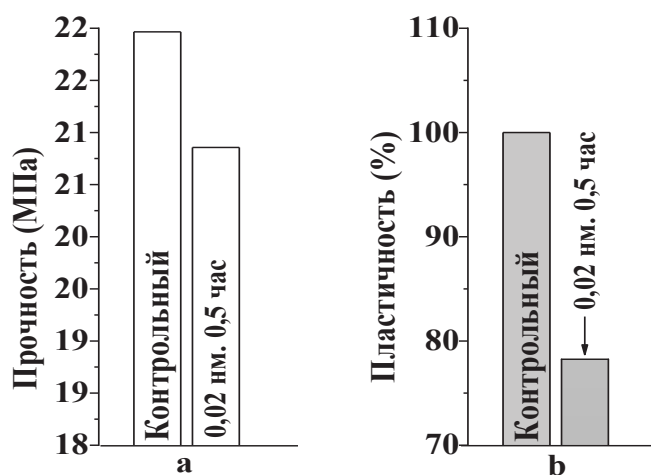


Рисунок 3 – Сравнительные графики прочности и относительного удлинения контрольного и облучённого образцов

В то же время видно, что под воздействием радиации пластичность фторопласта уменьшилась на 22%, что указывает на радиационное старение материала. Радиационное старение фторопласта происходит под воздействием высокоэнергетических фотонов рентгеновского излучения. Они вызывают разрушение молекулярных связей в структуре полимера, что приводит к изменению его механических характеристик [2].

Таким образом, результаты исследования показали, что рентгеновское излучение с длиной волны $\lambda = 0,02$ нм, вследствие радиационного старения, влияет на механические свойства фторопласта: приводит к увеличению твердости, уменьшению прочности и пластичности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кербер М. Л., Горбаткина Ю. А., Куперман А. М. Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии. – СПб.: Профессия, 2011 – 557 с.
2. Паншин Ю. А., Малкевич С. Г., Дунаевская Ц. С. Фторопласты. – Якутск: Химия, 1978. – 238 с.
3. ГОСТ 15139-69. Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы). – М.: Издательство стандартов, 1969. – 18 с.
4. ГОСТ Р ИСО 4545-1-2015. Материалы металлические. Метод испытания на микротвердость по Кнупу. – М: Стандартинформ, 2015. – 15 с.
5. ГОСТ 11262-2017. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – М.: Стандартинформ, 2017. – 24 с.