

УДК 678.743.41

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ФТОРОПЛАСТА-4 ПОСЛЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Виктория Викторовна Усова<sup>(1)</sup>, Сергей Витальевич Слесаренко<sup>(3)</sup>

*Студент 3 курса<sup>(1)</sup>*

*кафедра «Материаловедение»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*заместитель директора ООО «Инновационные фторопластовые технологии»<sup>(3)</sup>*

*Научный руководитель: С.А. Пахомова,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»,*

В начале 90-х гг. в связи с резким сокращением промышленности вооружений потребность внутреннего рынка России во фторопластах резко упала, что вынудило российских производителей искать новые региональные рынки сбыта. С 2000 по 2005 годы российское производство фторполимеров практически полностью было ориентировано на внешний рынок: страны Северной Америки и западной Европы. В настоящее время в рамках государственной программы импортозамещения фторполимерные материалы стали востребованы в России.

Фторопласты – принятое в России техническое название фторсодержащих пластических масс, они относятся к гамме фторсодержащих полимеров, на основе которых разработана широкая группа пластмасс, обладающих рядом полезных свойств. Таких как высокие тепло- и термостойкость, негорючесть, химическая и коррозионная стойкость. Из фторсодержащих полимеров наибольшее техническое значение имеет политетрафторэтилен (ПТФЭ), политрифторхлорэтилен (ПТФХЭ) и поливинилиденфторид (ПВДФ).

В рамках данной научно-исследовательской работы рассматривается политетрафторэтилен, который получают полимеризацией тетрафторэтилена. ПТФЭ (другое название – фторопласт-4) представляет собой легко комкающийся волокнистый порошок белого цвета [1]. ПТФЭ может применяться при температуре от -269 до +260 °С и кратковременно при температурах до 400 °С. При нагревании выше 327 °С происходит плавление кристаллитов, но полимер не переходит вязко-текучее состояние вплоть до температуры разложения (+415 °С).

По износостойкости ПТФЭ превосходит металлы, эмали, спецстали. Также материал практически не подвержен агрессивным средам (кислоты, щелочи, окислители, растворители). На ПТФЭ оказывают воздействие только расплавы щелочных металлов, растворы их в аммиаке, трехфтористый хлор и элементарный фтор при высоких температурах. ПТФЭ получают в суспензии или в эмульсии.

За более чем 70-летний опыт применения ПТФЭ в технике было разработано множество вариантов его модифицирования. К основным можно отнести сополимеризацию, то есть добавление в полимерную цепь «инородных» молекулярных групп, и физическое смешение с различными веществами, усиливающими или армирующими полимерную матрицу. Такие подходы позволили добиться серьезных результатов, однако, на сегодняшний день достигнут предел и традиционные подходы исчерпали себя. Вариации на тему ПТФЭ наполненного коксом, стекловолокном, углеволокном, графитом с добавками окиси металла, а в последнее время наноразмерных частиц, с применением различных методов активации, отличаются между собой несущественно, по износостойкости, например, в пределах десятков процентов.

В последнее время значительно возрос интерес к исследованию структуры и свойств ПТФЭ после воздействия тяжелых ионов, гамма- и электронного излучений [2, 3]. Повышенное внимание к этому направлению было связано с обнаружением ряда неожиданных радиационно-

индуцированных изменений его физико-химических свойств. ПТФЭ всегда относили к числу полимеров, сильно деструктурирующих под действием радиации. Так, при помощи радиационного термо-химического наномодифицирования на основе ПТФЭ был открыт совершенно новый полимерный материал - РАФЛОН, обладающий уникальными физико-химическими свойствами: сверхвысокой износостойкостью при трении, низкой ползучестью, высокой химической стойкостью (в концентрированных кислотах, щелочах, морской воде), высокой термической стойкостью (до +250 °С), хладостойкостью (до – 190 °С), отсутствием водопоглощения и эффектов набухания, высокими антиадгезионными свойствами, высокими диэлектрическими характеристиками.

Цель работы: изучение структуры и механических свойств материала фторопласта-4 после радиационного термо-химического наномодифицирования на установке ИЛУ-14 (материал РАФЛОН).

На основе исследований, проведенных ранее, можно сравнить РАФЛОН с ПТФЭ до радиационного термо-химического наномодифицирования (табл.1).

Таблица 1. Сравнение свойств фторопласта-4 и материала РАФЛОН

| Показатель  | РАФЛОН                   | ПТФЭ                    |
|---|--------------------------|-------------------------|
| Интенсивность износа без смазки в кинематической схеме палец-диск (2.5 МПа, 1 м/с), мм <sup>3</sup> н <sup>-1</sup> м <sup>-1</sup> | $(1...3) \times 10^{-8}$ | $(4-10) \times 10^{-4}$ |
| Коэффициент трения по стали без смазки в области умеренных нагрузок и скоростей   | 0.15...0.20              | 0.22 - 0.24             |
| Максимальная рабочая температура, °С  | 250                      | 100                     |

**Заключение.** ПТФЭ по износостойкости превосходит металлы, эмали, спецстали. Материал практически не подвержен агрессивным средам. РАФЛОН - очень перспективный материал с широким применением. Необходимо продолжить его исследование, чтобы разработать эффективную технологию его модифицирования.

### Литература

1. ГОСТ 10007-80. Фторопласт-4. Технические условия (с изм. N 1-2).
2. Кондратенко А.Н., Голубкова Т.А. Полимерные композиционные материалы в изделиях зарубежной ракетно-космической техники / Конструкции из композиционных материалов. М.: ФГУП ВИМИ, 2009. – 103 с.
3. Сулягин В.М., Ляпков А.А. Основы проектирования и оборудование производства полимеров: учебное пособие. Томск: изд-во ТПУ, 2005. – 392 с.