

УДК 541.182.022

М. А. Шилов

**СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВТУЛОК ИЗ РМФ-4 В СРЕДЕ
С МЕЗОГЕННЫМИ ПРИСАДКАМИ**

**BENCH-TOP TESTING OF CUPS FROM RMF-4 IN SURROUNDINGS
WITH MESOGEN AGENTS**

Ивановский институт государственной противопожарной службы МЧС России
153040 Иваново, пр. Строителей, д. 33. E-mail: Mshilov@yandex.ru

В работе представлены результаты трибологических исследований взаимосвязи характеристик внешнего трения и износостойкости втулок из радиационно-модифицированного фторопласта-4 (РМФ-4) в среде с мезогенными присадками.

Ключевые слова: трибология, мезоморфизм, трение, жидкий кристалл, мезоген, самоорганизация, надмолекулярная упаковка.

The article presents results of the tribological investigation of the correlation characteristics of the external friction and wearability of radiation modified fluoroplastic-4 (RMF-4) cup in surroundings with mesogen agents.

Key words: tribology, mesomorphism, friction, liquid crystal, mesogen, self-organization, supramolecular package.

Введение

Политетрафторэтилен широко применяется во многих областях промышленности и техники. Особенно эффективен политетрафторэтилен в качестве уплотнительного и триботехнического материала [1 – 5]. Однако из-за низкой износостойкости и высокой ползучести политетрафторэтилен в чистом виде не используется в узлах трения. Обычно применяют композиции на его основе с различным содержанием и сочетанием наполнителей (кокс, графит, углеродное волокно, стекловолокно, металлы и их оксиды, ультрадисперсные соединения и др.) [4, 5]. Износ таких композиционных материалов на 2 – 3 порядка меньше по сравнению с чистым полимером.

Сравнительно недавно было показано, что облучение политетрафторэтилена при температуре выше температуры плавления кристаллической фазы (327 °С) приводит к получению новых модификаций полимера, обладающих необычными свойствами [6 – 8].

Стендовые испытания втулок из РМФ-4 в среде ПАВ

По результатам проведенных исследований были проведены стендовые испытания полимерных материалов. Стендовые испытания на износостойкость проводились на натурных деталях и режимах, с максимальным приближением к промышленным условиям.

В результате стендовых испытаний можно получить данные о конструкционной износостойкости – износостойкости с учетом конструктивных факторов. При этом между износостойкостью полимерных материалов и конструкционной износостойкостью практически возможно расхождение, если конструктивные факторы сильно влияют на ход процесса изнашивания. Стендовые испытания, проведенные на стенде по схеме втулка – вал, имели целью провести проверку и подтверждение результатов исследования износостойкости на лабораторной машине трения СМЦ-2 и разработку рекомендаций для натурных (промышленных) испытаний.

Эскиз исследуемой детали представлен на рис. 1.

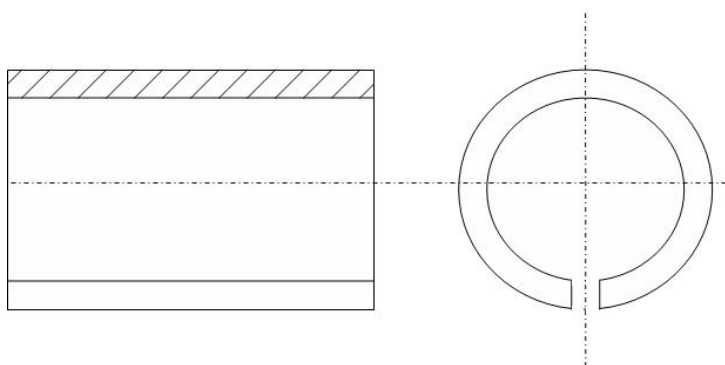


Рис. 1. Эскиз образца для стендовых испытаний

В качестве среды была выбрана вода и смесь Феноксол 9/10 БВ – Динатриевая соль сульфо-янтарной кислоты (ПАВ₄ – ПАВ₅) [9] как наиболее часто встречающиеся в химической, текстильной промышленности и пожарной технике.

Удельная нагрузка на пару трения составляла 2 МПа, скорость вращения вала 200 – 2550 об/мин (скорость скольжения – 0,2 – 2,6 м/с).

Метод определения износа – весовой без учета влагопоглощения (т. к. РМФ-4 не поглощает влагу). На основании стендовых испытаний втулок из РМФ-4 получена зависимость износа втулок от времени испытания при ступенчатом нагружении от 1 до 4 МПа (рис. 2 – 4).

Измерения проводились на аналитических весах (весовой износ) и с помощью катетометра (линейный износ) в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Анализируя данные весового износа втулок из РМФ-4 можно отметить несколько увеличивающуюся интенсивность изнашивания с течением времени. Анализ зависимости линейного износа втулок в водной среде показал, что чем длиннее испытания, тем больше массовый износ, что не наблюдается для среды ПАВ₄ – ПАВ₅.

Образцы из РМФ-4 были оставлены на более длительный срок испытаний, как положительно показавшие себя при испытаниях на износостойкость, а также при испытаниях на стенде.

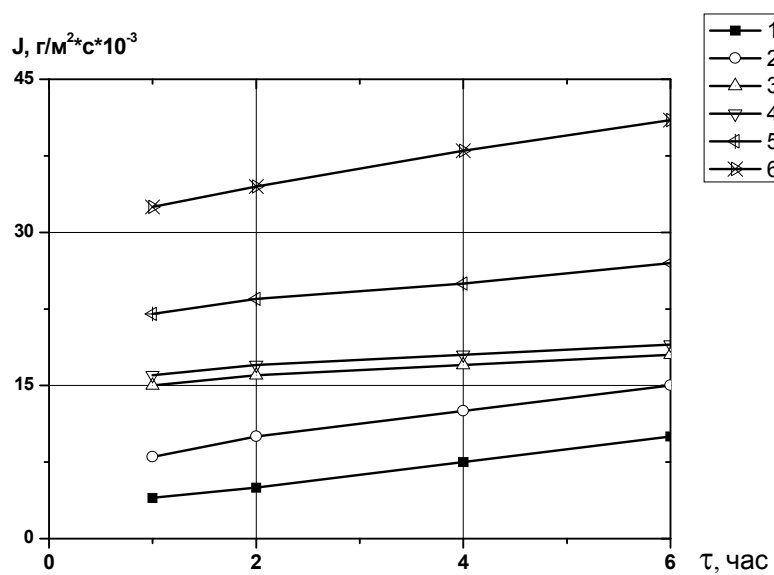


Рис. 2. Стендовые испытания втулок из РМФ-4:
Среда – H₂O, температура среды 1, 5, 6 – 80 °С; 2, 3, 4 – 20 °С,
удельная нагрузка: 4, 5 – 1 МПа; 2, 6 – 1,5 МПа; 1, 3 – 2 МПа

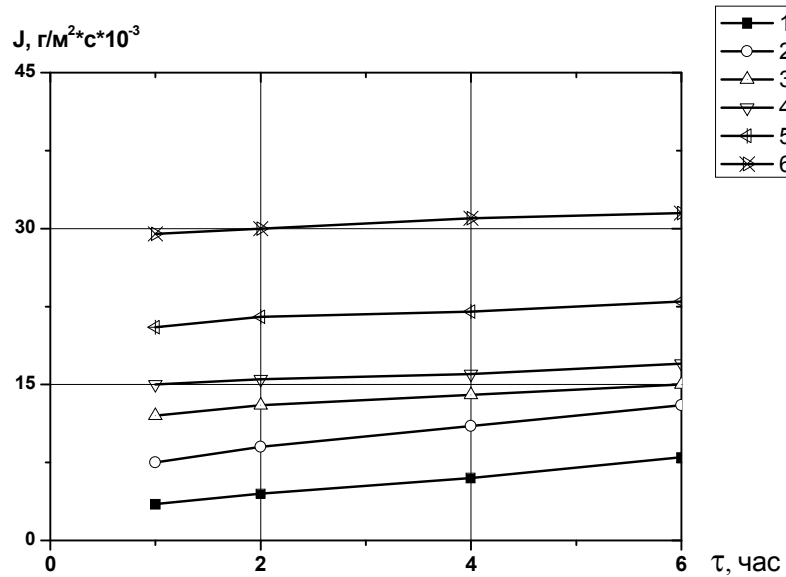


Рис. 3. Стендовые испытания втулок из РМФ-4:
Среда – ПАВ₄+ПАВ₅, температура среды 1, 5, 6 – 80 °С; 2, 3, 4 – 20 °С,
удельная нагрузка: 4, 5 – 1 МПа; 2, 6 – 1,5 МПа; 1, 3 – 2 МПа

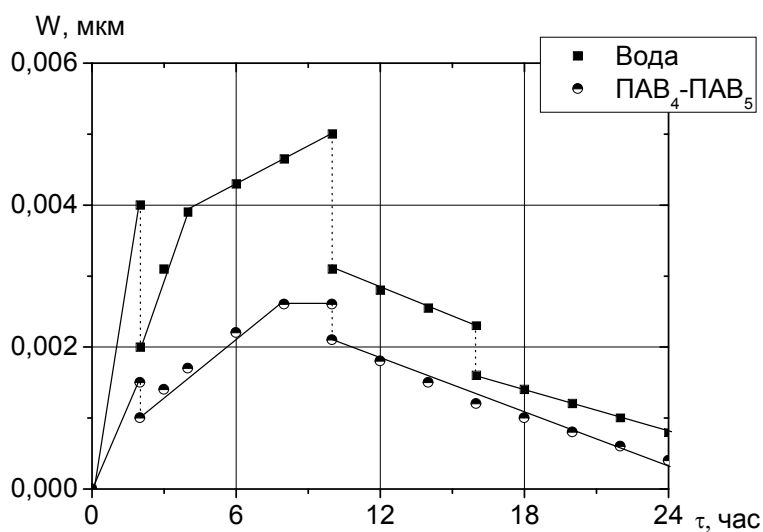


Рис. 4. Стендовые испытания втулок из РМФ-4:
Среда – ПАВ₄ + ПАВ₅, температура 20 °С. Удельная нагрузка – 3 МПа,
скорость скольжения – 2,6 м/с (– – –) процесс естественной сушки

Исследования микрогеометрии поверхностей втулок вала

На рис. 5 – 7 представлены профили поверхностей, снятые при увеличении 1000 на цифровом 3-D микроскопе VHX – 1000, предоставленном фирмой ВТК «Аналитинтек». Исследования показали, что поверхность вала (сталь 45) имеет изменения. Это связано с заполнением, в процессе трения, пор вала полимерным материалом и смазочной композицией. Произошло выравнивание рельефа поверхности стального вала. В свою очередь, поверхность полимера также претерпела существенные изменения, что также связано с особенностями процесса трения металл – полимер. В зависимости от времени, поверхность втулки изменяется в сторону уменьшения высоты микронеровностей, что, очевидно, вызвано пластическим течением поверхности полимера и образованием полимерного трения.



Рис. 5. Внешний вид цифрового 3-D микроскопа VHX – 1000

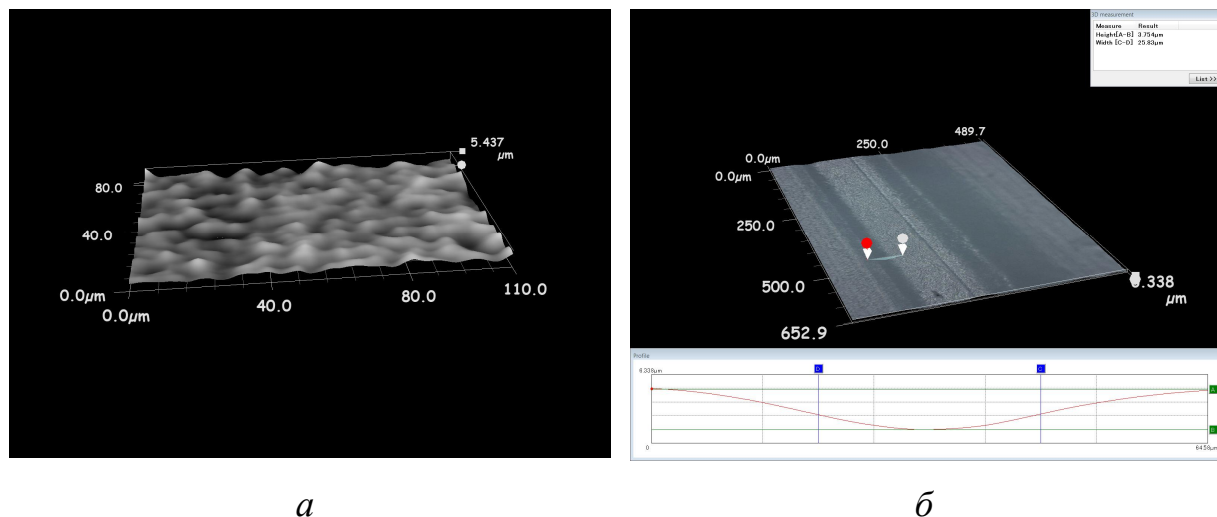


Рис. 6. 3-D поверхность РМФ-4:
 а – до испытаний; б – после испытаний (среда – ПАВ₄ + ПАВ₅)

Монотонный характер снижения линейного износа связан с синергетическим действием композиции мезогенных присадок, которые экранируют воздействие вала на втулку, снижая фактическую площадь контакта, препятствуя интенсивному износу.

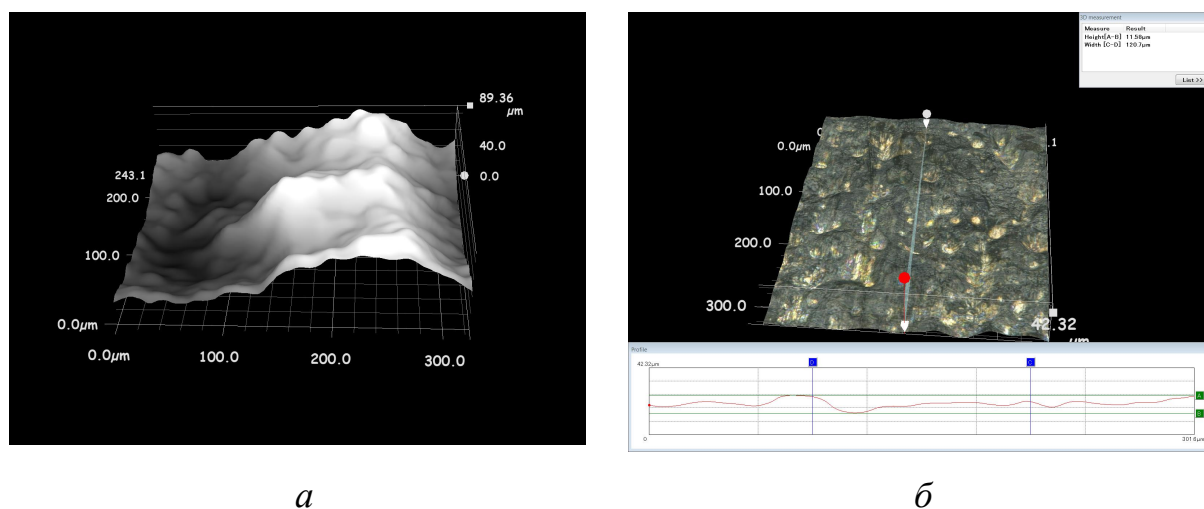


Рис. 7. 3-D поверхность стали 45:
 а – до испытаний; б – после испытаний

Заключение

Исследования износостойкости РМФ-4 в водной среде с мезогенными присадками проводились при режимах трения, приближающихся к условиям работы узлов трения в химических и красильно-отделочных производствах (удельные нагрузки 1 – 10 МПа, среда – вода и растворы ПАВ, температура среды 20 °С и 80 °С).

Втулки из РМФ-4 в паре с валом из стали 45 показали высокую износостойкость в среде ПАВ₄ + ПАВ₅ при вышеуказанных температурах, удельной нагрузке до 3 МПа и скорости скольжения 2,6 м/с.

~~~~~

## Список литературы

1. Фторполимеры / под ред. Л. Уолла: пер. с англ. под ред. И. Л. Кнунянца, В. А. Пономаренко. М. : Мир, 1975. 448 с.
2. Пугачев А. К., Росляков О. А. Переработка фторопластов в изделия. Л. : Химия, 1987. 182 с.
3. Панишин Ю. А., Малкевич С. Г., Дунаевская Ц. С. Фторопласты. Л. : Химия, 1978. 228 с.
4. Машиков Ю. К., Овчар З. Н., Суриков В. И., Калистратова Л. Ф. Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена. М. : Машиностроение, 2005. 239 с.
5. Истомин Н. П., Семенов А. П. Антифрикционные свойства композиционных материалов на основе фторполимеров. М. : Наука, 1981. 460 с.
6. Oshima A., Tabata Y., Kudoh H., Seguchi T. // Rad. Phys. Chem. 1995. Vol. 45. № 2. P. 269 – 278.
7. Sun J. Z., Zhang Y. F., Zhong X. G. // Polymer. 1994. Vol. 35. № 13. P. 2881 – 2883.
8. Sun J. Z., Zhang Y. F., Zhong X. G., Zhu X. G. // Rad. Phys. Chem. 1994. Vol. 44. № 6. P. 655 – 679.
9. Шилов М. А. // Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2011. Вып. 1. С. 57 – 64.

Поступила в редакцию 2.12.2010 г.