



 ГалоПолимер



ФТОРПОЛИМЕРЫ.
СВОЙСТВА и ПРИМЕНЕНИЕ



Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Введение | 2 |
| Политетрафторэтилен | |
| (Ф-4, Ф-4М, Ф-4Д, Ф-4ДМ, Ф-4ТГ, Ф-4А, Ф-4НМ) | 4 |
| 1.1 Фторопласт - 4 | 5 |
| 1.2 Фторопласт - 4М | 10 |
| 1.3 Фторопласт - 4Д | 11 |
| 1.4 Фторопласт - 4ДМ | 12 |
| 1.5 Фторопласт - 4ТГ | 13 |
| 1.6 Фторопласт - 4А | 14 |
| Антифрикционные композиции | |
| на основе фторопласта | 16 |
| Фторопластовые суспензии | 18 |
| 3.1 Суспензии Ф-4Д, Ф-4ДУ, Ф-4ДВ, Ф-4ДП | 20 |
| Приложения | 24 |

ВВЕДЕНИЕ

Начало создания производства фторопластов

на ОАО «ГалоПолимер» относится к середине прошлого века. Первым продуктом, освоенным в промышленном масштабе в 1955 году, являлся гомополимер тетрафторэтилена – фторопласт-4. Этот полимер и в настоящее время наиболее массовый продукт, хорошо известный российским и зарубежным потребителям. Далее последовательно создавались производства других фторированных полимеров и сополимеров.

Параллельно создавались и развивались производства фторированных мономеров, и в настоящее время на ОАО «ГалоПолимер» производится практически весь спектр промышленно значимых фторомономеров для производства и модернизации существующих и создания новых фторполимерных продуктов.

Дальнейшее развитие было направлено на улучшение качества выпускаемых продуктов, создание модифицированных продуктов и увеличение масштабов производства.

В настоящее время процесс развития идет в нескольких направлениях:

- 1 Совершенствование существующих процессов получения фторполимерной продукции для улучшения ее качества.
- 2 Разработка технологий получения новых продуктов или модернизация имеющихся под определенные задачи потребителей.
- 3 Расширение выпуска изделий из фторполимеров и разработка процессов переработки фторопластов в готовые изделия.

**ПОЛИТЕТРА-
ФТОРЭТИЛЕН**



ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН (Ф-4, Ф-4М, Ф-4Д, Ф-4ДМ, Ф-4ТГ, Ф-4А, Ф-4НМ)

В настоящее время ОАО «ГалоПолимер» производит

политетрафторэтилен различных видов, отличающихся как по способу переработки в готовые изделия, так и областями их использования.

Так, выпускаемый нами суспензионный фторопласт (Ф-4, Ф-4М, Ф-4ТГ, Ф-4Ан) относится по ASTM D4894 к типу Granular; дисперсионный фторопласт (Ф-4Д, Ф-4ДМ) относится к типу Fine Powder по ASTM D4895.

1.1 Фторопласт-4

Политетрафторэтилен (Ф-4, Ф-4НМ, Ф-4ПН-90, Ф-4ПН-40, Ф-4ПН-20) получают полимеризацией тетрафторэтилена. Он представляет собой легко комкующийся порошок белого цвета. В зависимости от среднего размера частиц нашим предприятием выпускаются несколько марок политетрафторэтилена.

| Показатель качества | Марка | | | | | | | | |
|---|--|----------|----------|---------------|----------|---------------------|----------|----------|----------|
| | Ф-4 | | | | | | Ф-4ПН-90 | Ф-4ПН-40 | Ф-4ПН-20 |
| | С | П | ПН | О | Т | НМ | | | |
| Внешний вид | Легко комкующийся порошок белого цвета | | | | | | | | |
| Массовая доля влаги, %, не более | 0,02 | | | | | | 0,05 | 0,02 | |
| Плотность, г/см ³ , не более | 2,18 | 2,19 | 2,20 | 2,21 | 2,20 | | 2,19 | | |
| Прочность при разрыве незакаленного образца, МПа (кгс/см ²), не менее | 27 (270) | 26 (260) | 25 (250) | 23 (230) | 15 (150) | не определяют | 25 (255) | | |
| Относительное удлинение при разрыве незакаленного образца, %, не менее | 350 | | | | 280 | | 350 | 400 | 350 |
| Электрическая прочность, кВ/мм, не менее | 50 | 60 | 50 | не определяют | | | 60 | | |
| Насыпная плотность, кг/м ³ | 350-600 (справочно) | | | | | 350-600 | 350-600 | 320-550 | 300-500 |
| Средний размер частиц, мкм | 100-200 (справочно) | | | | | 350-500 (справочно) | 46-135 | 21-45 | 6-20 |

По химической стойкости ПТФЭ превосходит благородные металлы, эмали, спецстали. Самые агрессивные химические вещества (кислоты, щелочи, окислители, растворители) не оказывают на Ф-4 никакого воздействия даже при высокой температуре.

Известно, что на ПТФЭ оказывают воздействие только расплавы щелочных металлов, растворы их в аммиаке, трехфтористый хлор и элементарный фтор при высоких температурах.

Изделия из ПТФЭ могут применяться при температуре от минус 269 до плюс 260 °С и кратковременно при температурах до плюс 400 °С. Благодаря отличным диэлектрическим свойствам ПТФЭ в широком диапазоне частот и температур – уникальный диэлектрик. Сопротивление изоляции, изготовленной из него, очень велико – превышает 10^{16} Ом·см.

ПТФЭ – материал с достаточно высокими механическими свойствами. При низких температурах он обнаруживает высокую прочность, вязкость и свойства самосмазки; начиная от минус 80 °С ПТФЭ сохраняет гибкость. Под действием внешней нагрузки ПТФЭ имеет способность к холодному течению (псевдотекучесть). ПТФЭ в сравнении с другими пластмассами имеет наиболее низкий коэффициент трения по стали (0,04).

При нагревании выше плюс 327 °С происходит плавление кристаллитов, но полимер не переходит в вязкотекучее состояние вплоть до температуры разложения (плюс 415 °С).

Применение Ф-4 в химической промышленности

Высокая химическая стойкость, широкий диапазон рабочих температур делают фторопласт-4 незаменимым антикоррозионным материалом в химической промышленности. Используя фторопласт-4, можно во многих процессах получать продукты высокой степени чистоты.

Из Ф-4 можно изготавливать: аппараты, ректификационные колонны, насосы, трубы, клапаны, сильфоны, облицовочные плитки, сальниковые набивки и др. При использовании Ф-4 в качестве конструкционного материала необходимо учитывать зависимость его механических свойств от температуры (хладотекучесть и др.).

Ф-4 в электронике

ПТФЭ нашел самое широкое применение в электротехнической промышленности. Как диэлектрик ПТФЭ успешно применяется в технике высоких и ультравысоких частот. Например, прокатанная фторопластовая пленка используется при изготовлении высокочастотных кабелей, проводов, конденсаторов, для изоляции катушек, пазов электрических машин и других электроизоляционных изделий.

Ф-4 в машиностроении

ПТФЭ обладает очень низким коэффициентом трения. Свойства его улучшаются с введением наполнителей (смотрите главу «Антифрикционные композиции на основе фторопласта-4»).

В качестве конструкционного материала фторопласт-4 применяется при изготовлении различных деталей машин и аппаратов. Особенно широкое применение фторопласт-4 находит при изготовлении подшипников, работающих без смазки, с ограниченной смазкой и при наличии коррозионной среды (жидкой или газообразной).

Ф-4 в медицине

Абсолютная биологическая и химическая инертность определяют широкое и всевозрастающее применение изделий из ПТФЭ в сердечно-сосудистой и других областях восстановительной хирургии.

Клиническая практика показывает, что изделия из него значительно (в два-три раза по сравнению с другими пластическими материалами) сокращают время реактивных тканевых процессов, а также не вызывают отложения фибрина и тромбообразования на своей поверхности.

Фторопласт-4 применяется также для изготовления емкостей для приема коронарной крови и сосудов с пеногасителем к аппарату искусственного кровообращения. Кроме того, фторопласт-4 используется при изготовлении держателей протезов митральных клапанов сердца, облегчающих замену пораженных естественных клапанов искусственными.

Другие области применения фторопласта-4

Сочетание физиологической инертности и антиадгезионности позволяет применять фторопласт-4 в пищевой промышленности (для облицовки валов при раскатке теста, для формования кондитерских изделий и т. д.).

Антиадгезионное свойство может быть использовано в аппаратуре для изготовления и нанесения клеящих веществ (например, в лакокрасочной промышленности).

Хорошие механические свойства фторопласта-4 при минусовых температурах можно использовать в холодильной технике.

1.2 Фторопласт-4М

Фторопласт-4М (Ф-4М) также является продуктом полимеризации тетрафторэтилена с введением небольшого количества модификатора. Ф-4М обладает теми же свойствами, что и Ф-4, но наряду с этим он обладает более высокой прочностью, меньшей пористостью, высокой устойчивостью к изгибу (знакопеременным нагрузкам).

Фторопласт-4М применяется в тех же областях, что и фторопласт-4. Нашим предприятием выпускаются следующие марки Ф-4М:

| Показатель качества | Марка | | | | |
|---|--|----------|-------|--------------|----------|
| | Ф-4М | Ф-4МЛ | Ф-4МТ | Ф-4МО | Ф-4МН |
| Внешний вид | Легко комкующийся порошок белого цвета без видимых включений | | | | |
| Массовая доля влаги, %, не более | 0,02 | | | | |
| Плотность, г/см ³ , не более | 2,18 | 2,19 | | 2,20 | 2,22 |
| Прочность при разрыве незакаленного образца, МПа (кгс/см ²), не менее | 28 (287) | 24 (245) | | 15,7 (160) | 10 (102) |
| Относительное удлинение при разрыве незакаленного образца, %, не менее | 310 | 400 | | 350 | 150 |
| Электрическая прочность, кВ/мм, не менее | 60 | 30 | | не нормируют | |

1.3 Фторопласт-4Д

Фторопласт-4Д (Ф-4Д) является продуктом полимеризации тетрафторэтилена. Он представляет собой тонкодисперсную модификацию политетрафторэтилена с меньшим молекулярным весом, чем Ф-4. Практически свойства Ф-4Д и фторопласта-4 одинаковы. Нашим предприятием выпускаются следующие марки Ф-4Д:

| Показатель качества | Марка Ф-4Д | | | | |
|---|---|------------|--------------|------------|------------|
| | Ш | Л | Э | Т | У |
| Внешний вид | Мелкий рассыпчатый порошок белого цвета | | | | |
| Массовая доля влаги, %, не более | 0,02 | | | | |
| Плотность, г/см ³ , не более | 2,21 | | 2,23 | | 2,24 |
| Прочность при разрыве незакаленного образца, МПа (кгс/см ²), не менее | 24 (244) | 22,5 (230) | | 20,6 (210) | 13,2 (135) |
| Относительное удлинение при разрыве незакаленного образца, %, не менее | 350 | | 340 | 330 | 250 |
| Электрическая прочность, кВ/мм, не менее | 15 | | не нормируют | | |

Фторопласт-4Д в отличие от Ф-4 легко перерабатывается экструзией. Это позволяет изготавливать из Ф-4Д изделия, которые из Ф-4 получить невозможно (тонкостенные трубки, пленочные покрытия) или очень трудно (трубки, прутки и др.).

Применение Ф-4Д позволяет сделать производство изделий из политетрафторэтилена более производительным и экономичным.

Фторопласт-4Д, как и фторопласт-4, применяется в химической, электротехнической, пищевой и других отраслях промышленности. Порошок фторопласта-4Д применяется для изготовления фторопластового уплотнительного материала (ФУМ), тонкостенных трубок, изоляции проводов, лент для уплотнения резьбовых соединений и других изделий. Уплотнительные изделия из Ф-4Д применяются в широком диапазоне температур и давлений (материал ФУМ — при температуре от минус 60 °С до плюс 150 °С и давлении до 64 атм.).

1.4 Фторопласт-4ДМ

Фторопласт-4ДМ (Ф-4ДМ) – модифицированный политетрафторэтилен, получаемый полимеризацией тетрафторэтилена с введением небольшого количества модификатора. Мы выпускаем следующие марки Ф-4ДМ:

| Показатели | Марки Ф-4ДМ | | |
|---|---|------------|----------------|
| | Э | Т | О |
| Внешний вид | Мелкий рассыпчатый порошок белого цвета | | |
| Средний размер частиц, мкм | 350-650 | | не нормируется |
| Массовая доля влаги, %, не более | | 0,02 | |
| Плотность, г/см ³ , не более | 2,21 | 2,23 | 2,30 |
| Прочность при разрыве, МПа (кгс/см ²), не менее | 21,0 (214) | 19,0 (194) | 12,0 (122) |
| Относительное удлинение при разрыве, %, не менее | 330 | 300 | 150 |
| Пластичность, %, не менее | 7,0 | 4,0 | не нормируется |
| Давление экструзии, Мпа, не более, Ксж = 1600 | 660 | 800 | |

Введение модификатора позволяет получить полимер, который в отличие от Ф-4Д может перерабатываться при более высоких коэффициентах сжатия (до 2000:1), что позволяет повысить производительность процессов переработки и качество готовых изделий.

1.5 Фторопласт-4ТГ

Фторопласт-4 ТГ по определению является предварительно спеченным ПТФЭ с последующим помолом. Данная марка фторопласта используется для переработки методом плунжерной экструзии для получения стержней и втулок точного размера.

В настоящее время мы производим две марки Ф-4ТГ:

| Наименование показателя | Ф-4ТГ | |
|--|--|----------------|
| | Марка 1 | Марка 2 |
| Внешний вид | Гранулы белого цвета без видимых включений | |
| Насыпная плотность, г/дм ³ | 600–800 | 450–800 |
| Средний размер частиц, D ₅₀ , мкм | 600–800 | Не нормируется |
| Сыпучесть, сек., не более | Не нормируется | 7 |
| Индекс текучести, сек. | 12–16 | Не нормируется |
| Гранулометрический состав, %, не более: | | |
| – фракция размером более 1 мм; | Не нормируется | 50 |
| – фракция размером менее 0,25 мм | | 40 |

1.6

Фторопласт-4А

Фторопласт-4А является свободно-сыпучим полимером, и обладает всеми свойствами Ф-4. Он более технологичен при переработке, не комкуется и не слипается при хранении и транспортировке.

Ф-4А служит для получения изделий точного размера методами автоматического, изостатического и компрессионного прессования и плунжерной экструзии. Свойства фторопласта-4А аналогичны свойствам фторопласта-4.

Мы выпускаем Ф-4А со следующими показателями качества:

| Наименование показателя | Ф-4А | | |
|---|--------------------------------------|----------|----------|
| | Марка 1 | Марка 2 | Марка 3 |
| Внешний вид | Свободнотыпучий порошок белого цвета | | |
| Массовая доля влаги, %, не более | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Насыпная плотность, кг/м ³ , не менее | 710 | 690 | 670 |
| Плотность, г/см ³ , не более | 2,19 | | |
| Гранулометрический состав полимера, %, не более | | | |
| – массовая доля остатка на сите 1К; | 15 | 20 | 35 |
| – массовая доля остатка после просева через сито 0,20К | 5 | 11 | 15 |
| Прочность при разрыве, МПа (кгс/см ²), не менее | 26 (265) | 21 (214) | 21 (214) |
| Относительное удлинение при разрыве, %, не менее | 310 | 275 | 250 |



**АНТИФРИКЦИОННЫЕ
КОМПОЗИЦИИ
НА ОСНОВЕ
ФТОРОПЛАСТА-4**



ОАО «ГалоПолимер»

производит композиции из фторопласта-4 с различными наполнителями. Производимые нами продукты и изделия, получаемые из них, практически не уступают аналогам ведущих зарубежных фирм.

Для повышения твердости, теплопроводности, стойкости к истиранию, снижения деформации под нагрузкой и коэффициента термического расширения к фторопласту-4 добавляют различные наполнители, выдерживающие его температуру переработки (360 °С).

Предприятием изготавливаются заготовки антифрикционного назначения на основе фторопласта-4 с различными наполнителями, а именно: Ф4К20 (добавка 20% кокса), Ф4К15М5 (добавка 15% кокса и 5% дисульфида молибдена), Ф-4С15 (добавка 15% стекловолокна).

| Наименование показателя | Ф-4К20 | | Ф-4К15М5 | | Ф-4С15 | | Ф 4УВ15 |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Высший сорт | Первый сорт | Высший сорт | Первый сорт | Высший сорт | Первый сорт | |
| Плотность, г/см ³ , не менее | 2,05 | 2,00 | 2,10 | 2,05 | 2,18 | 2,15 | 1,95 |
| Прочность при разрыве незакаленного образца, МПа, не менее | 12,7 | 11,7 | 13,7 | 11,7 | 12,7 | 9,8 | 15 |
| Относительное удлинение при разрыве незакаленного образца, %, не менее | 120 | 65 | 150 | 100 | 220 | 150 | |
| Интенсивность износа (нагрузка 2,5 МПа. Линейная скорость 1м/с), г/час, не более | 1,5×10 ⁻³ | 2,0×10 ⁻³ | 0,8×10 ⁻³ | 1,2×10 ⁻³ | 2,0×10 ⁻³ | 3,0×10 ⁻³ | 2,0×10 ⁻³ |

По согласованию с потребителем допускается выпуск заготовок из композиций фторопласта-4 с другими наполнителями.

**ФТОРОПЛАСТОВЫЕ
СУСПЕНЗИИ**



Суспензии фторопластов

предназначены для получения химически и термостойких противоналипающих, антифрикционных и антикоррозионных покрытий, пропиток для различных материалов, свободных пленок, эмальпроводов, эластичных емкостей, фольгированных диэлектриков, рукавных шлангов для транспортировки агрессивных жидкостей и других изделий.

Отличаются они друг от друга характерным сочетанием свойств, обуславливающих конкретные области применения.

В настоящее время в виде товарного продукта ОАО «ГалоПолимер» выпускает суспензии Ф-4Д, Ф-4ДУ, Ф-4ДВ, Ф-4ДП.

3.1 Суспензии Ф-4Д, Ф-4ДУ, Ф-4ДВ, Ф-4ДП

Фторопластовые суспензии применяются для получения покрытий, пропиток и свободных пленок. Суспензии представляют собой взвесь частиц политетрафторэтилена (размером 0,06–0,4 мкм) в воде, в которую для стабилизации и улучшения смачивания вводится 6–12% поверхностно-активных веществ (от массы сухого полимера).

Нашим предприятием выпускаются следующие виды суспензий на основе Ф-4Д:

| Наименование показателя | Марки | | | |
|--|--|--|--|--|
| | Ф-4Д | Ф-4ДВ | Ф-4ДУ | Ф-4ДП |
| Внешний вид | Жидкость от белого до светло-желтого цвета | Жидкость от белого до светло-желтого цвета | Жидкость от белого до светло-коричневого цвета | Жидкость от белого до светло-желтого цвета |
| Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее | 50 | 55 | 55 | 55 |
| Вязкость условная, сек, в пределах | Не определяют | 45-65 | Не определяют | Не определяют |
| Концентрация водородных ионов (рН), в пределах | Не определяют | 9,5-10,5 | 4,0 | Не определяют |
| Массовая доля стабилизатора (к сухому веществу), %, в пределах | 6-12 | 2-4 | Не определяют | Не определяют |
| Прочность при разрыве свободных пленок, МПа (кгс/см ²), не менее | 30 (305) | 30 (305) | 25 (250) | Не определяют |
| Относительное удлинение, %, не менее | 300 | 280 | 300 | Не определяют |

По внешнему виду это молочная жидкость от белого до желтоватого цвета, в которой допускается образование осадка, для устранения которого суспензия встряхивается вручную или на качалке. Перемешивать суспензию механическими мешалками нельзя, так как это приводит к необратимой коагуляции.

Из суспензий Ф-4Д, Ф-4ДУ можно получать покрытия на металлах и других материалах, способных выдержать нагревание до 370 °С. Эти покрытия могут применяться как антифрикционные, антиадгезионные, антикоррозионные (для защиты от атмосферной коррозии, но не от агрессивных сред), электроизоляционные. Покрывать можно все металлы (сталь, никель, хром, кадмий, серебро, алюминий), кроме меди и медных сплавов.

Покрытие из суспензии Ф-4Д, Ф-4ДУ наносится окунанием, пульверизацией, поливом или кистью. Толщина его обычно не превышает 10–15 мкм, поэтому часто наносятся многослойные покрытия с сушкой и спеканием каждого слоя. Сушка производится на воздухе, в термостате или под инфракрасной лампой при температуре не выше 100 °С. Для получения сплошного, бездефектного покрытия следует нанести, высушить и спечь последовательно до 10 слоев суспензии общей толщиной до 100 мкм. Во многих случаях (антиадгезионные и антифрикционные покрытия) достаточно нанести два-три слоя суспензии. После сплавления пленочное покрытие прозрачное или мутноватое, ровное, без трещин, белого или светло-желтого цвета.

Адгезия суспензии Ф-4Д, Ф-4ДУ к металлу невысока (при закалке покрытия адгезия ниже, чем медленно охлажденного покрытия); она может быть значительно повышена введением в суспензию некоторых добавок.

При нанесении на алюминий к 90 вес. ч. 60%-ной суспензии добавляется 10 вес. ч. хромовой кислоты и 100 вес. ч. воды, при этом адгезия увеличивается примерно в 6 раз%, а если при нанесении на сталь к 70–80 вес. ч. 60%-ной суспензии добавить 10–15 вес. ч. хромовой кислоты и 10–15 вес. ч. фосфорной кислоты, то адгезия увеличивается в 30–40 раз.

Рекомендуемая область применения фторопластовых суспензий: марка Ф-4Д, Ф-4ДУ – для получения электроизоляционных, антифрикционных, антиадгезионных покрытий.

ПРИЛОЖЕНИЯ



Политетрафторэтилен и композиции из политетрафторэтилена

| Наименование | Свойства | | Применение | Аналоги |
|--------------------|----------------------------|---------------------------------------|---|--|
| | Средний размер частиц, мкм | Насыпная плотность, кг/м ³ | | |
| Суспензионный ПТФЭ | | | | |
| Ф-4 (ПН) | 100-180 | 450-520 | Для изготовления электротехнических изделий и изделий повышенной надежности | Algoflon® G10, G50 |
| Ф-4 НМ | 120-250 | 450-530 | Для изготовления изделий общего назначения | НЕТ АНАЛОГОВ |
| Ф-4ПН90 | 46-135 | 450-500 | Для изготовления изделий повышенной надежности | Tarflen® SM-2 |
| Ф-4ПН40 | 21-45 | 350-420 | Для изготовления тонких пленок, листов, профильных изделий | Teflon® 7A, 7B, 7C; Tarflen® SM-1, Dyneon® TF1750; Fluon® G155, G163; Algoflon® F5, F5/S, F6, F7 |
| Ф-4ПН20 | 6-20 | 350-420 | Для изготовления тонких пленок, листов, профильных изделий | |
| Ф-4М | 70-110 | 150-550 | Для изготовления изделий повышенной надежности, стойких к знакопеременным нагрузкам | Teflon® NXT70, NXT75, Algoflon® F3140X, Dyneon® TFM 1700, TFM 1705, TFM 1600 |
| Ф-4А | 550-780 | 400-500 | Для получения изделий автоматическим прессованием и поршневой экструзией | Teflon® PTFE 8, 8A, 8B, 850-A; Algoflon® S111, S121, S131; Dyneon® TF1620, TF1641, TF1645; Tarflen® SG-1, SG-2; Fluon® G401, G307, G320. |
| Ф-4ТГ | 600-800 | 600-800 | Для переработки в изделия методом плунжерной экструзии | Teflon® 9B; Tarflen ST; Algoflon® E2, E2BP; Fluon® G201, G204; Dyneon® 1105, 1502 |
| Композиции ПТФЭ | | | | |
| Ф-4К20 | | | Для различных изделий антифрикционного назначения, подшипников скольжения, уплотнительных манжет, работающих от минус 60 до плюс 260 °С | Tarflen® SM-K25, SM-K22G3 |
| Ф-4К15М5 | | | | НЕТ ИНФОРМАЦИИ |

| Наименование | Свойства | | Применение | Аналоги |
|----------------------|----------------------------|---------------------------------------|--|---|
| | Средний размер частиц, мкм | Насыпная плотность, кг/м ³ | | |
| Мелкодисперсный ПТФЭ | | | | |
| Дисперсионный ПТФЭ | | | | |
| Ф-4Д | 650–900 | 450–500 | Для изготовления кабельной изоляции, СКЛ, ФУМ, трубок, труб, стержней | Teflon PTFE 6, 60,62; Fluon® CD123, CD127, CD141; Polyflon® F-104, F-104U, F-107; Tarflen® DN-R, DN-T |
| Ф-4ДМ | 400–600 | 390–450 | Для изготовления тонкостенных трубок и кабельной изоляции при высоких степенях сжатия от 400:1 до 2000:1 | Teflon PTFE 6C; Tarflen® DE; Fluon® CDo84, CDo86, CD126; Dyneon®TF 2025, 2071 |

Свойства фторполимеров

| Свойство | Ф-4 | Ф-4Д |
|--|-------------------------|-----------------------|
| Электрические свойства | | |
| Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом/м | $10^{15}-10^{18}$ | $10^{14}-10^{18}$ |
| Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом | $>10^{17}$ | $>10^{17}$ |
| Тангенс угла диэлектрических потерь | | |
| При 1 кГц | $(2-2,5) \cdot 10^{-4}$ | $(2-3) \cdot 10^{-4}$ |
| При 1 МГц | $(2-2,5) \cdot 10^{-4}$ | $(2-3) \cdot 10^{-4}$ |
| Диэлектрическая проницаемость | | |
| При 1 кГц | 1,9-2,1 | 1,9-2,2 |
| При 1 МГц | 1,9--2,1 | 1,9-2,2 |
| Электрическая прочность (толщина образца 2 мм), МВ/м | 25-27(4 мм) | 25--27(4 мм) |
| Дугостойкость, с | 250-700 | 250-700 |
| Физические свойства | | |
| Плотность, кг/м ³ | 2150-2190 | 2190-2260 |
| Температура плавления кристаллитов, °С | 327 | 327 |
| Температура стеклования, °С | -120 | -120 |
| Теплостойкость по Вика, °С | 110 | |
| Удельная теплоемкость, кДж/кг*К | 1,04 | 1,04 |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/м*К | 0,25 | 0,29 |
| Температурный коэффициент линейного расширения* 10^{-5} , 1/°С | 8-25 | 8-25 |
| Рабочая температура, °С | | |
| минимальная | -269 | -269 |
| максимальная | 260 | 260 |
| Механические свойства | | |
| Прочность при разрыве, МПа | 14,7-33 | 12,7-30 |
| Относительное удлинение при разрыве, % | 250-500 | 250-500 |

| Свойство | Ф-4 | Ф-4Д |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Модуль упругости, МПа | | |
| При расширении | 410 | 410 |
| При сжатии | 680 | 680 |
| При статическом изгибе | | |
| При 20 °С | 460–830 | 440–830 |
| При минус 60 °С | 1290–2700 | 1370–2700 |
| Разрушающее напряжение, МПа | | |
| При сжатии | 11,8 | 11,8 |
| При статическом изгибе | 10–14 | 10–14 |
| Ударная вязкость, кДж/м ² | 125 | 125 |
| Твердость по Бреннелю, МПа | 29–39 | 29–39 |
| Коэффициент трения по стали | 0,04 | 0,04 |
| Прочие свойства | | |
| Температура разложения | Более 415 | Более 415 |
| Термостабильность (потеря массы), % | 0,2 (420 °С, 3 часа) | – |
| Стойкость к действию химических реагентов | | |
| Кислоты концентрированные | С | С |
| Органические растворители | С | С |
| Щелочи | С | С |
| Окислители (перекись водорода) | С | С |
| Горючесть | Не горят | Не горят |
| Горючесть по кислородному индексу, % | 95 | 95 |
| Стойкость к облучению, Гр | 0,5–2 * 10 ⁴ | 0,5–2 * 10 ⁴ |





ОАО «ГалоПолимер»
125284, Москва, Ленинградский пр., 31А, стр.1,
Бизнес-центр «Монарх», 30 этаж
Тел./факс: +7 (495) 725-44-00
www.halopolymer.ru
e-mail: info@halopolymer.ru

Степковский Эдуард Игоревич
+7 (495) 725-44-00, доб. 125, факс +7 (495) 626-99-39,
моб: +7 (910) 454-64-92