



*Полимерные заготовки*

*Подшипники*

### Подшипники скольжения

Подшипники скольжения заняли важное место в технике и машиностроении. Они обладают такими важными свойствами, как способность нести большую нагрузку, терпеть ударные воздействия, работать при высоких оборотах. Сейчас все больше в технике происходит тенденция замещения традиционных антифрикционных материалов, таких как бронза, баббит, антифрикционный чугун и сталь на полимерные материалы. Особенно важное значение имеет использование полимеров в подшипниках, работающих при высоких температурах и больших окружных скоростях, где обычные смазочные материалы не обеспечивают достаточную прочность смазочной пленки, что ведет к интенсивному износу пар трения и перегреву узла. Поэтому следует использовать материалы, обладающие высокой прочностью, стойкостью к износу, свойством самосмазывания и устойчивостью к высоким температурам, где  $t \geq 100^{\circ}\text{C}$ , и требуется минимальное температурное расширение. Этим требованиям полностью соответствуют высокоэффективные антифрикционные материалы TECA от Ensinger на основе таких полимеров, как: TECATRON (PPS), TECAPEEK (PEEK), TECASINT (PAI, PI).



Подшипниковые модификации этих материалов обладают исключительно высокими характеристиками в условиях сухого (безсмазочного) трения, имеют низкий коэффициент трения  $\mu \leq 0,2$ , высокую износоустойчивость, низкое температурное расширение, сравнимое с металлами.

#### Ваши преимущества

- Увеличение срока службы узла трения
- Снижение периодов ремонта и простоя
- Уменьшение износа узлов трения
- Простота изготовления, лёгкость монтажа
- Снижение шума при эксплуатации
- Повышение температурного порога
- Снижение сил трения и повышение КПД
- Снижение вибрационных нагрузок
- Экономичность

#### Основные сферы применения

- Общее машиностроение
- Нефтеперерабатывающая промышленность
- Химическая промышленность
- Пищевая промышленность
- Электромеханика
- Авиа- космическая промышленность
- Автомобилестроение
- Станкостроение
- Медицинская промышленность
- Приборостроение

#### Примеры применения

- Сепараторы подшипников
- Шарики
- Корпуса
- Втулки скольжения

#### Форма поставки

- Втулки, полые цилиндры
- Стержни круглого сечения, диски
- Листы



### Специальные подшипниковые марки для универсальных применений

#### Высокая скорость, нагрузка, температура

→ **TECATRON PVX (PPS + GR + PTFE + CF)** - полифениленсульфид с добавлением фторопласта-4 10%, углеродна 10% и графита 10%. Обладает высокой жесткостью и прочностью. Стойкий к истиранию. Используется в подшипниках до 100°C, где есть высокие нагрузки при высоких скоростях. Используется там, где не справляются инженерные пластики на основе полиамидов, полиацетала или полиэтилентерефталата, но не предъявляются требования к «суперстойкости». Химически стойкий, может быть использован там, где металл разрушается. Не для контакта с пищевыми продуктами. Допустимый PV-фактор 0,5-1,3.

→ **TECAPEEK TF10 (PEEK + PTFE)** – модификация с добавлением фторопласта-4. Материал разработан для применения в условиях трения-скольжения в пищевом оборудовании, в узлах, где есть повышенные температуры до 150°C, а конструкционные полимеры не справляются с условиями работы. Имеет модификацию в натуральном и синем цвете.

→ **TECAPEEK PVX (PEEK + GR + PTFE + CF)** - полиэфирэфиркетон с добавлением фторопласта-4 10%, углеродна 10% и графита 10%. По своим свойствам на порядок выше, чем TECATRON PVX. Более температуростойкий и устойчивый к износу полимер, обладающий высокой стойкостью к агрессивным реагентам, сравнимой с PTFE. Также имеет отличные свойства скольжения и может использоваться в условиях сухого трения. Позволяет использовать материал при высоких скоростях и нагрузках, где остальные материалы являются аутсайдерами (допустимый примерный PV-фактор 1,7-2,0). По комплексным характеристикам уступает только серии TECASINT и TECAPEEK XP-280 в части температурных и механических свойств.

→ **TECAPEEK CF30 (PEEK + CF)** - полиэфирэфиркетон с добавлением углеродна 30%. В одной весовой категории с TECAPEEK PVX, но несколько уступает ему по износостойкости и коэффициенту трения. Более жесткий и прочный, и превосходит TECAPEEK PVX по температуре тепловой деформации, которая составляет +315°C против +277°C у TECAPEEK PVX (при  $\sigma=1,8$  МПа, Метод А, ISO75, ASTM D648, ГОСТ32657-2014). Допустимый параметр PV-фактор ~ 1,2-1,8.

#### Наивысшая скорость, нагрузка, температура

→ **TECAPEEK XP-280 (PEEK/PBI + CF)** – самый высокотемпературный полимер из серии TECAPEEK с повышенной термостабильностью, очень высокой стойкостью к износу и прочностью в сравнении с любой другой маркой TECAPEEK. Крайне низкое тепловое расширение, что

позволяет изготавливать высокоскоростные подшипники с жесткими допусками. В условиях, где TECAPEEK CF30 плавится, TECAPEEK XP-280 продолжает работать эффективно. Коэффициент трения в зависимости от условий от 0,06 до 0,30. Допустимый PV-фактор 2-3, а предельный существенно выше.

→ **TECASINT (PI)** - группа высокотемпературных полимеров на основе полиимидов (PI). TECASINT выпускается в нескольких сериях: 1000, 2000, 4000, 4100.

Эти материалы обладают очень высокой температуростойкостью в широких пределах -270°C...+450°C практически без изменений своих свойств (зависит от марки). Высокая химическая стойкость к реагентам и углеводородам. Чрезвычайно высокая стойкость к истиранию. Материалы TECASINT по своим свойствам на порядок выше, чем TECAPEEK. Серии 1000, 2000, 4000 и 4100 в основном отличаются между собой температурными свойствами.

Стойкость к температуре возрастает от 1000→4100 серии. Единственный недостаток PI - это нестойкость к горячей воде и пару.

Для подшипников скольжения в основном подходят такие модификации TECASINT, которые оканчиваются на три последние цифры:

021- графит 15%

031- графит 40%

061- графит 15%+PTFE 10%

091- дисульфид молибдена 15%.

**021 (PI + GR)** - улучшенная стойкость к износу и тепловому старению по сравнению с базовой маркой. Обладает свойством самосмазывания. Рекомендуются для изготовления деталей трения, работающих в сухой среде или при наличии смазки и находящихся под высокой нагрузкой.

**031 (PI + GR)** - улучшенные свойства самосмазывания, ниже КЛТР, что дает более стабильные размеры. Максимальная стойкость к ползучести. Более высокая теплопроводность, что делает PV-фактор выше. Но из-за большего включения графита снижены прочностные характеристики в сравнении с X021.

**061 (PI + GR + PTFE)** - прекрасные свойства скольжения и стойкость к износу, высокая теплопроводность. Из-за включения в себя PTFE термическая стабильность понижена до 200°C. Наиболее подходит для работы в паре с мягкими сопряженными деталями или в условиях умеренных нагрузок.

**091 (дисульфид молибдена 15%)** - применение аналогично X021, но модификация отличается высокой чистотой. Этот пластик, не загрязняющий и не выделяющий вещества, даже в условиях высокого вакуума, широко используется не только в машиностроении, но и в авиации, космонавтике. Подходит для технологий «чистая комната», для работы в вакууме.

→ **TECASINT 8000 (PTFE + PI)** - особая группа полимеров на основе PTFE с включенным в себя полиимидным порошком. Для работы до +150°C. Уменьшена ползучесть под нагрузкой в сравнении с чистым PTFE. Отличные свойства скольжения. Идеально подходит для работы в сопряжении с мягкими материалами, такими как бронза, латунь, алюминий, нержавеющей сталь. Химически стойкий. Отлично обрабатывается механическим способом, имеет антиадгезионные свойства.

→ **TECASINT 8001 (PTFE + PI 20)** - обладает определённым уровнем эластичности и часто используется взамен фторопласта-4 и композиций на его основе; более стойкий к ползучести и износу под нагрузкой материал, чем базовый PTFE.

→ **TECASINT 8061 (PTFE + PI 40)** - тоже, что и TECASINT 8001, но более жесткая марка с минимальным КЛТР, за счёт содержания 40% полиимидного порошка.

### Низкая скорость, умеренные нагрузки и температуры

→ **TECAFLON (PTFE)** – фторопласт-4 - самый скользкий и химически стойкий полимер. В чистом виде в опорах скольжения используется все реже, так как обладает низкой стойкостью к износу и плохой стабильностью размеров под нагрузкой (высокая ползучесть), чаще используется наполненным с углеволокном. Также является антифрикционной присадкой (модификатором) к другим полимерам.

→ **TECAFLON CF30 (PTFE + CF)** – армированный 30% углеволокна PTFE. Обладает большей жесткостью и износостойкостью по сравнению с ненаполненным PTFE. Значительно увеличена стойкость к ползучести. В России более известен под названием Флубон. Экономичная альтернатива ненаполненному PTFE в трибологических применениях.

→ **TECAPET TF (PET + PTFE)** - инженерный полимер для низких нагрузок и скоростей при t до +60°C. В ТЕСАРЕТ TF введен фторопласт, поэтому он обладает улучшенными свойствами скольжения и повышенной стойкостью к износу в сравнении с ненаполненными ТЕСАРЕТ или ТЕСАФОРМ АН/АД. Разрешён для контакта с пищевыми продуктами.

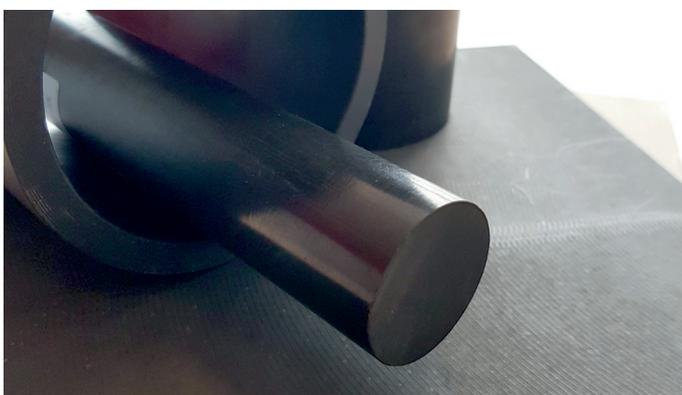
Линейный износ при комнатной температуре при различных скоростях и нагрузках / 0,6 МПа.

Метод «Pin and Disc» со следующими условиями: материал пара - алюминий; PV = 0,6 МПа (p = 1 Н/мм<sup>2</sup>, v = 0,6 м/с); PV = 0,4 МПа (p = 2 Н/мм<sup>2</sup>; v = 0,2 м/с).

Материал	PV = 0,4 МПа (мкм/км)	PV = 0,6 МПа (мкм/км)
PTFE CF25	6,48	0,77
PTFE GF25	2,50	0,64
TECASINT 8001	1,11	0,12

Стойкость к абразивному износу Фторопласта-4, композиций на его основе и TECASINT серии 8000 в зависимости от материала пары. Метод «Pin and Disc» со следующими условиями: шероховатость Ra: 1,5 мкм (60 мкдюйм), скорость 0,2 м/с (40 фут/мин), нагрузка: 2 Н/мм<sup>2</sup> (300 psi), PV = 0,4 МПа (12.000 psi\*фут/мин).

Материал	Сталь (мг/16ч)	Алюминий (мкм)	Бронза (мкм)
PTFE	0,3		
PTFE CF25	0,7	0,45	3,4
PTFE GF20 MoS <sub>2</sub>	0,8	0,95	4,3
PTFE Br40	1,4		11,5
TECASINT 8001	0,6	0,05	0,5
TECASINT 8061	0,8	0,35	2,3



## Стандартные подшипниковые марки для общемашиностроительных применений

Для обычных общемашиностроительных условий эксплуатации, а также для ремонта или модернизации машин и оборудования применяют пластики на основе конструкционных (инженерных) полукристаллических полимеров. Такие полимеры, как **TECAST (PA6C)**, **TECAMID (PA6, PA66)**, **TECAFORM (POM-C, POM-H)**, **TECAPET (PET)** нашли широкое применение в триботехнике благодаря доступности и низкой стоимости.

### Малая скорость, стандартные нагрузки и температуры

→ **TECAFORM AH LA (POM-C + твердый смазочный материал)** – конструкционный (инженерный) полимер для использования в условиях трения-скольжения, в том числе и в оборудовании, где есть непосредственный контакт с пищевыми продуктами. Имеет сигнальный синий цвет. Разработан преимущественно для применения в пищевой индустрии. Допустима кратковременная эксплуатация в горячей воде.

→ **TECAFORM AD AF (POM-H + PTFE)** - конструкционный полимер, применяемый в условиях трения-скольжения, имеет повышенную твердость, прочность по сравнению с **TECAFORM AH LA**, а также увеличенный срок эксплуатации, но сниженную химстойкость.

→ **TECAPET (PET)** – полиэтилентерефталат, полимерный антифрикционный материал с высокой стабильностью свойств, превосходной стойкостью к износу и очень низким коэффициентом трения в сравнении с ненаполненным **TECAFORM**. По сравнению с полиамидом практически не впитывает влагу и стабилен в размерах, но имеет меньшую стойкость к ударным нагрузкам. Может применяться в условиях контакта с пищевыми продуктами. Обладает хорошей стойкостью к углеводородам, минеральным маслам, топливу. Позволяет изготавливать втулки скольжения с повышенной точностью. Антиадгезионный. Часто используется как замена бронзовым втулкам, для изготовления ходовых гаек и пр.

### Малая скорость, умеренные нагрузки, низкие температуры, большие размеры

→ **TECAMID, TECAST (PA6, PA66, PA6C)** - инженерные полиамиды - это экономичные, универсальные конструкционные полимеры, которые широко используются во многих сферах машиностроения и при ремонтных работах. Характерные особенности полиамидов - это их высокая прочность, износостойкость и устойчивость к ударным нагрузкам, поглощение (демпфирование) ударов. Материалы обладают свойством впитывать в себя влагу, что ведет к некоторой потере механических характеристик и к изменению геометрических размеров (увеличение объема). Устойчивы к маслам, углеводородам и топливу. В сухих условиях обладают относительно высоким коэффициентом трения ( $\mu = 0,4$ ) в сравнении с другими антифрикционными материалами. PA66 присущи повышенные механические характеристики в сравнении с PA6.

→ **TECAMID 6 MO, TECAST MO (PA6 + MoS<sub>2</sub>)** - модификации полиамида PA6, PA6C с добавлением порошка Дисульфида Молибдена. Обладает повышенной твердостью, прочностью и износостойкостью в сравнении с ненаполненной маркой. Самые универсальные и доступные модификации из полиамидов. Используется в конструкциях, где требуется высокая износостойкость, даже в условиях повышенной загрязненности, ударных нагрузок и вибрации. Применяется в основном в грубых механизмах, где не важна большая точность изделий (к примеру, направляющие стрел подъемных кранов, скользящие элементы погрузчиков, втулки и подшипники скольжения при невысокой окружной скорости до 1,5 м/с).

→ **TECAST L (PA6 + oil)** – маслонаполненный полиамид, также используется для пар трения-скольжения, но в большей степени в направляющих, подвергающихся ударным нагрузкам. Обладает хорошим скольжением и антиадгезионными свойствами (антисхватывание). При работе выделяет на поверхность трения жидкую смазку (масло), обеспечивая близкие к граничному трению условия.

→ **TECAGLIDE (PA6C + твердая смазка)** – антифрикционный инженерный материал премиум класса на основе полиамида с добавлением твердого смазочного материала. Обладает наивысшей износостойкостью среди полиамидных материалов, применяется при повышенных скоростях в сравнении с базовыми марками полиамидов.



Обратите внимание: данные PV существенно зависят от множества факторов, таких как температура, площадь сопрягаемых поверхностей, шероховатости поверхностей, материала пары, скорость и нагрузки, среды.

Ниже в таблице приведены данные, взятые из открытых источников MatWeb. Данные были получены в результате различных методов испытаний на различных образцах, поэтому не могут быть применены для расчётов при определении возможности использования материала. Представленные здесь данные в первую оче-

редь предназначены для сравнения свойств материалов между собой. Также стоит разделять допускаемый и предельный PV-фактор. В общем, допускаемый PV-фактор составляет 1/4 от предельного.

Результаты собственных испытаний трибологических свойств материалов будут опубликованы в будущих изданиях.

### Сравнительная таблица наиболее популярных марок термoplastов

Материал	Допускаемый (рекомендуемый) [pv]-фактор, МПа x м/с	Предельный (деструкция материала) pv - фактор МПа x м/с	Температура эксплуатации максимальная [рекомендуемая]	Области применения
<b>СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАРКИ ДЛЯ ВЫСОКИХ СКОРОСТЕЙ И НАГРУЗОК</b>				
TECASINT 4021			300°C[250°C]	Опоры центробежных газодувных машин, механизмов, где агрессивная среда или углеводороды. Подшипники с большими окружными скоростями. Увеличенная термостойкость и срок службы в сравнении с TECASINT 2021 и TECASINT 2061.
TECASINT 2061	8,4	12	260°C[150°C]	Опоры центробежных газодувных машин, механизмов, где агрессивная среда или углеводороды. Подшипники с большими окружными скоростями в более жестких условиях, чем TECASINT 2021.
TECASINT 2021	6,4	12	300°C[250°C]	Опоры центробежных газодувных машин, механизмов, где агрессивная среда или углеводороды. Подшипники с большими окружными скоростями.
TECAPEEK XP-280CF30	2,0-3,0		260°C[180°C]	Применяется в более жестких условиях эксплуатации, чем TECAPEEK XPE 9007.
TECAPEEK XPE 9007			260°C[150°C]	Применяется в более жестких условиях эксплуатации, чем TECAPEEK CF30 и TECAPEEK PVX.
TECAPEEK PVX	1,7-2,0	7,0-9,0	260°C[150°C]	Высокооборотные механизмы в агрессивной среде жидкостей и газов, насосы для перекачки жидких химических веществ.
TECAPEEK CF30	1,2-1,8	4,8-7,5	260°C[150°C]	Высокооборотные механизмы в агрессивной среде жидкостей и газов, насосы для перекачки жидких химических веществ.
<b>СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАРКИ ДЛЯ УМЕРЕННЫХ СКОРОСТЕЙ И НАГРУЗОК</b>				
TECATRON PVX	0,60-1,3		230°C[100°C]	Опоры механизмов с агрессивными средами, жидкостями и газами.
TECAFLON CF25	0,20-0,40		260°C[55°C]	Опоры механизмов аппаратов, работающих с агрессивными жидкостями и газами, механизмов криогенной, медицинской, пищевой техники.
<b>ИНЖЕНЕРНЫЕ МАРКИ ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ</b>				
TECAPET TF	0,60		110°C[60°C]	Опоры механизмов аппаратов, работающих с агрессивными жидкостями и газами, механизмов, медицинской, пищевой техники.
TECAGLIDE	0,60		100°C[60°C]	Конструкционный антифрикционный материал премиум класса с высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения. Применение аналогично TECAST MO, TECAST L, но с более высокими окружными скоростями до 3 м/с.
TECAST MO, TECAST L	0,40		100°C[60°C]	Опоры конвейеров, втулки с/х техники, опоры редукторов, текстильных машин, приборных электродвигателей, бытовых приборов до 1,5 м/с.
TECAST T, TECAMID 6	0,25		100°C[60°C]	Опоры конвейеров, втулки с/х техники, опоры редукторов, текстильных машин, приборных электродвигателей, бытовых приборов для опор с малыми окружными скоростями до 1 м/с.
TECAFORM AH LA	0,45		100°C[40°C]	Применение аналогичное полиамидам, допустим прямой контакт с пищевыми продуктами.

В последнее время при конструировании машин в узлах трения отдаются предпочтения полимерным антифрикционным материалам. Компания ENSINGER предлагает целый ряд антифрикционных материалов для различных узлов трения-скольжения, таких как втулки скольжения, подшипники скольжения, направляющие цепей, подъемных механизмов и погрузчиков. Ниже описана общая методика подбора материала для подшипника скольжения, расчет его нагрузочной способности и тепловыделения.

1. Выбор материала по температуре эксплуатации. Стоит обратить внимание на точку стеклования ( $T_g$ ) полимера, так как при переходе через  $T_g$  модуль упругости у полукристаллических полимеров существенно снижается. При работе рекомендуется придерживаться температуры ниже (левее)  $T_g$  согласно температурной шкале. Это обеспечит наибольшую жесткость материала, стабильность свойств при работе. Не стоит забывать, что температура эксплуатации включает в себя не только температуру окружающей среды, но и температуру создаваемую в результате трения.

2. Химическая стойкость  
Определить, имеет ли стойкость к среде или химическому веществу, в котором материал находится. Например, в масле, кислоте, антифризе и тп.

3. Удельное давление в подшипнике определяется по формуле:

$$p = F / (d \times l) \leq [p] \text{ МПа}$$

F - нагрузка на подшипник, Н (Ньютон)

d - диаметр вала (цапфы), мм

l - длина подшипника, мм

[p] - допускаемое давление, МПа; данные берутся из свойств материалов на сжатие допускаемой деформации в 0,5%.

4. Нагрузочная способность:

$$pv \leq [pv], \text{ МПа} \cdot \text{м/с}$$

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{60 \times 10^3}, \text{ м/с}$$

v - окружная скорость подшипника, м/с

d - диаметр вала (цапфы), мм

n - об/мин.

pv-фактор - основной критерий оценки (нагрузочно-скоростная характеристика) работоспособности антифрикционного материала, в том числе и подшипников скольжения. Является произведением удельной нагрузки p (МПа) на окружную скорость v (м/с). Допускаемый [pv] определяется для каждого антифрикционного материала экспериментально при испытаниях или в процессе эксплуатации, берется из справочных данных по антифрикционным материалам. Показатель обычно задается для сухого трения, так как в хорошо смазываемом узле, где происходит жидкостное трение, pv-фактор значительно выше и в большинстве случаев может не учитываться. pv-фактор позволяет узнать приближенную нагрузку, скорость-давление, которые можно срав-

нить с рекомендуемыми табличными значениями для определенного материала.

5. Тепловыделение.

Интенсивность тепловыделения можно вычислить через pv-фактор.

$$q = pv \cdot \mu, \text{ Дж/мм}^2$$

Формула для определения тепловыделения в подшипнике:

$$Q = Fv \cdot \mu, \text{ Дж (Вт)}$$

F - нагрузка на подшипник, Н (Ньютон)

v - скорость, м/с,

$\mu$  - коэффициент трения,

6. Размеры втулок и зазор в подшипнике.

Толщина стенки втулок для подшипников в зависимости от диаметра цапфы (вала) вычисляется следующим образом:

$$S = (0,09 \dots 0,1) d \text{ для диаметров от } 30 \dots 200 \text{ мм}$$

$$S = (0,05 \dots 0,07) d \text{ для диаметров от } 250 \dots 600 \text{ мм}$$

$$S \leq 25 \text{ мм.}$$

Длина вкладышей и втулок, а, следовательно, и длина подшипника зависят от диаметра цапфы и выбираются следующим образом:

$$l = (0,6 \dots 1,2) d.$$

В общем случае для втулок на основе конструкционных (инженерных) полимеров зазор при сборке выбирается упрощенно по следующей формуле:

$$\delta_{сб} = (0,0025 \dots 0,005) d + \Delta_n$$

$\Delta_n$  - натяг в обойме при сборке подшипника.

Также рекомендуется применять посадки в системе вала по единой системе допусков и посадок (ЕСДП) с зазором:

E10/h8

D10/h8

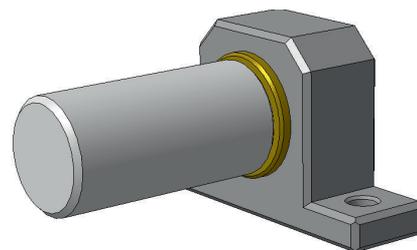
7. Шероховатость. Для цапф валов конструкторская документация рекомендует использовать гладкое хромо-вое покрытие с шероховатостью поверхности:

при точности посадок по

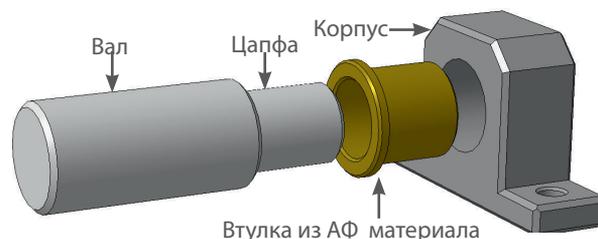
$$h8 - R_a = 0,63 (R_z = 3,2)$$

$$h7 - R_a = 0,32 (R_z = 1,6)$$

Подшипник

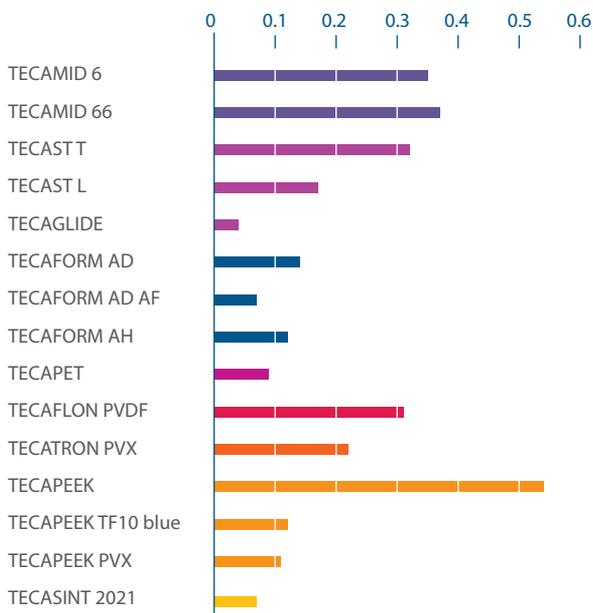


Подшипник в разобранном виде



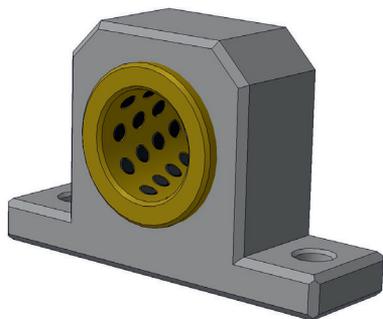
Примечание. АФ - антифрикционный материал.

**Показатель абразивного износа**

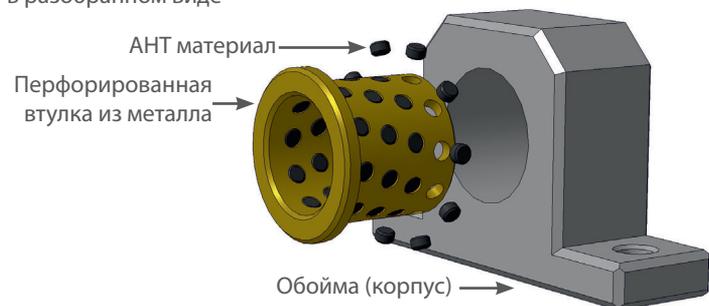


Вращающийся призматический шарик против стали, сухой, RT, нагрузка: 30Н в течение 100 часов при средней скорости

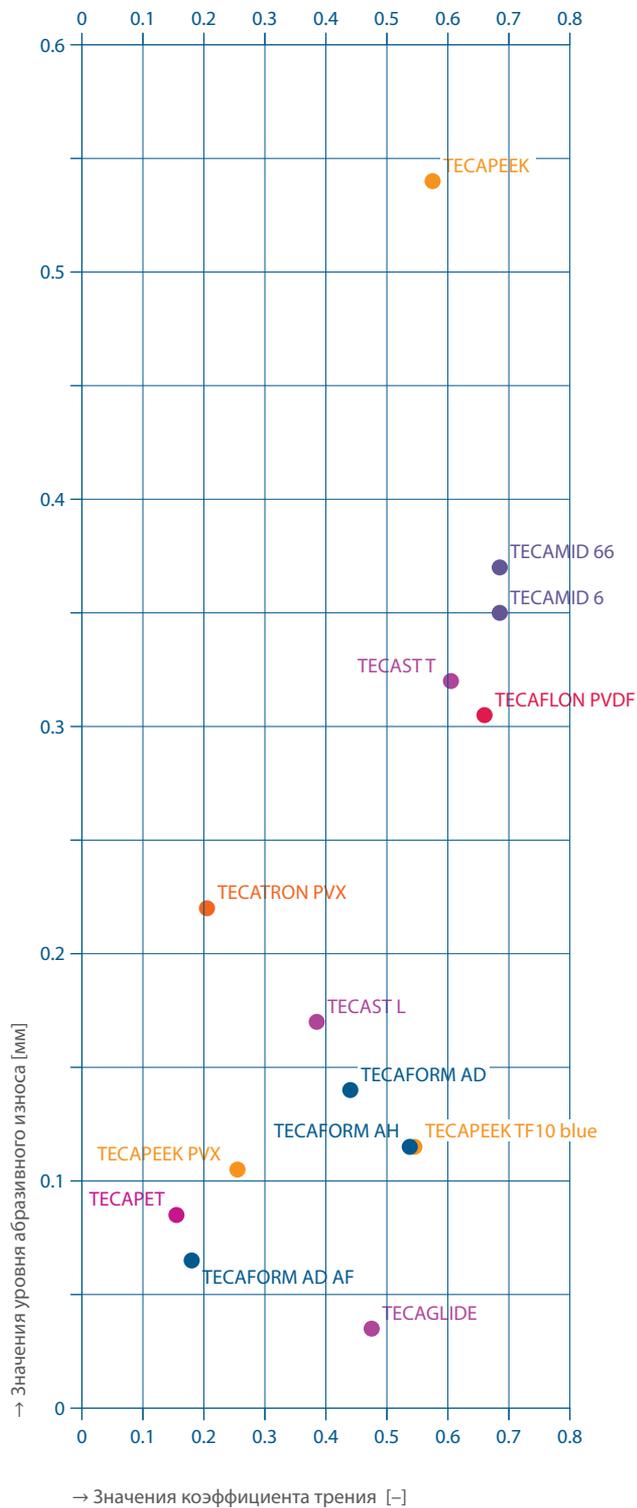
Перфорированная втулка в собранном виде



Перфорированная втулка в разобранном виде



**Коэффициент трения в соотношении с истиранием**



## Трение и стойкость к износу

В общем, пластики обладают хорошими свойствами скольжения и стойкостью к износу. Но ответить на вопрос, какой из термопластов самый лучший в системах трения, сложно, так как поведение материала существенно зависит от сопрягаемых материалов и шероховатости поверхностей, от нагрузки на деталь, от скорости скольжения и типа движения (вращение, колебание и т.д.), от температуры окружающей среды, от среды: сухая, влажная, со смазкой.

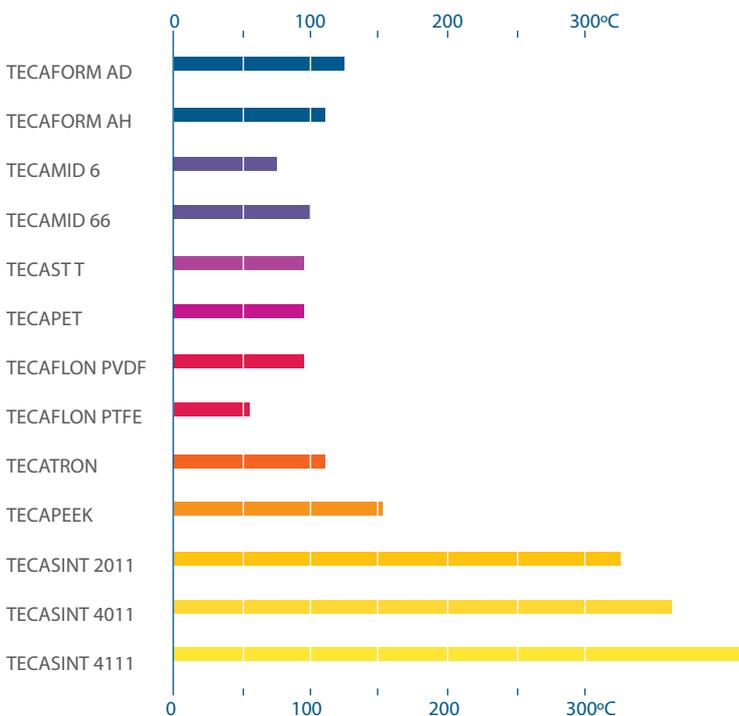
### Зависимость от сопрягаемых поверхностей

На графиках справа видно насколько сильно зависит поведение термопласта от шероховатости сопрягаемых поверхностей. К примеру, в одинаковых условиях ( $p=1\text{МПа}$ ,  $v=0,5\text{ м/с}$ ) одни и те же материалы демонстрируют различные характеристики скольжения и износа из-за отличной шероховатости сопряжённых поверхностей. При  $R_z = 2,5\text{ мкм}$  TECAFORM AH имеет коэффициент трения от 0,3 до 0,42 и износ до  $60\text{ мкм/км}$ , а при  $R_z = 0,2\text{ мкм}$  износ снижается почти в 30 раз до  $2-4\text{ мкм/км}$ , но коэффициент трения возрастает до  $0,5-0,6\text{ мкм}$ .

### Нагрузки при высоких температурах

При определении термостойкости полимеров важно обращать внимание на  $T_g$  (точка стеклования) и HDT/A (деформационная теплостойкость под нагрузкой). Материалы с высокими показателями HDT/A способны работать при нагрузках и демонстрируют наилучшую стабильность размеров до температуры деформации.

### Деформационная теплостойкость, HDT/A [°C]



испытания проводились на образцах, полученных литьем под давлением

## Коэффициент трения в соотношении с истиранием

График 1. Условия: давление - 1МПа, скорость - 0,5м/сек., шероховатость стали  $R_z = 2,5\text{ мкм}$

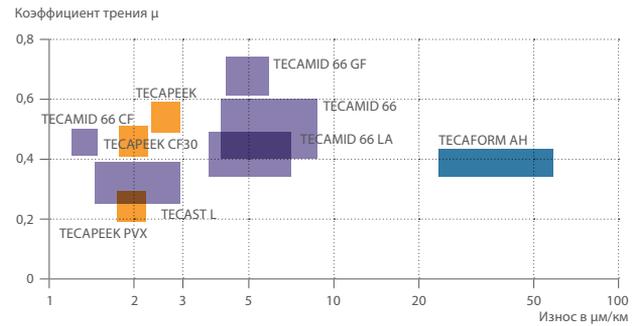
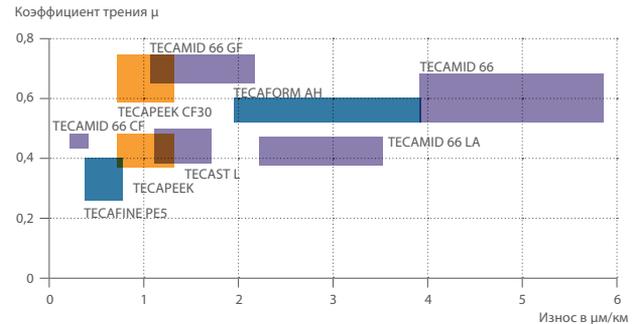
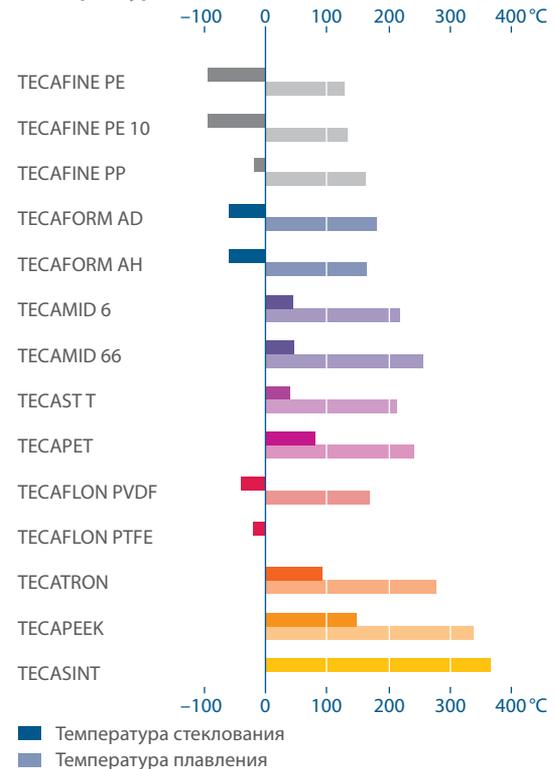


График 2. Условия: давление - 1МПа, скорость - 0,5м/сек., шероховатость стали  $R_z = 0,2\text{ мкм}$



### Температура стеклования и плавления [°C]





**Контакты**

[www.polimer1.ru](http://www.polimer1.ru)

[www.agent-itr.ru](http://www.agent-itr.ru)

ООО «Фирма Элмика»

Единый многоканальный номер 8-800-700-95-25

**Ростовская область**

(863) 2-800-445, 2-800-436

[sale@elmica.ru](mailto:sale@elmica.ru)

**Екатеринбург**

(343) 289-92-93, 289-92-94

[info@elmica.ru](mailto:info@elmica.ru)

**Важно знать**

Приведенные в брошюре примеры, данные испытаний и иная информация основаны на нашем опыте, опыте наших клиентов, производителей заготовок, специализированных тестах, взяты из корректных открытых источников, но при этом мы не можем дать каких-либо гарантий на законных основаниях о возможности применения материала в Ваших индивидуальных условиях. Это обусловлено тем, что поведение материалов существенно зависит от окружающей среды, условий эксплуатации, нагрузок, температур, воздействий химических веществ, трибологических условий, от процесса производства заготовок, содержания добавок в материале, условий механической обработки и др. Свойства материалов различны вдоль или поперек направления производственного процесса. Для корректных рекомендаций о возможности применения полимера в Ваших условиях эксплуатации, пожалуйста, заполните специальную «Анкету для подбора материала» и пришлите в наш отдел технического сервиса.

Указанные в брошюре термопласты, их модификации, размеры актуальны по состоянию на январь 2018 года. В программу поставки могут быть внесены изменения без уведомления потребителя. Пожалуйста, уточняйте серийность производства продукции до момента внесения наименования материала в техническую документацию на изделия. Постоянные обновления Вы найдете на нашем сайте.