

*Полимерные заготовки*

*Технические пластики для нефтегазовых технологий*

## **Содержание**

Технологии получения и размеры	2
Материалы и общее описание	4
Добавки и их влияние	6
Примеры применения	8
Устойчивость к средам	12
Механические свойства	14
Точность размеров	16
Трибологические характеристики	18
Температурные характеристики	20
Технические данные	22



## **Почему мы?**

Поставки со склада. Более 60 000 кг полимерных заготовок доступно к отгрузке прямо сейчас.

Большой выбор. Более 100 модификаций различных термопластов в наличии или под заказ.

Нам важен каждый. Практически любые партии отгрузки - от килограмма до тонн.

Знания. Пятнадцать лет успешного опыта подбора материалов по заданным условиям. Мы действительно разбираемся в том, что предлагаем.

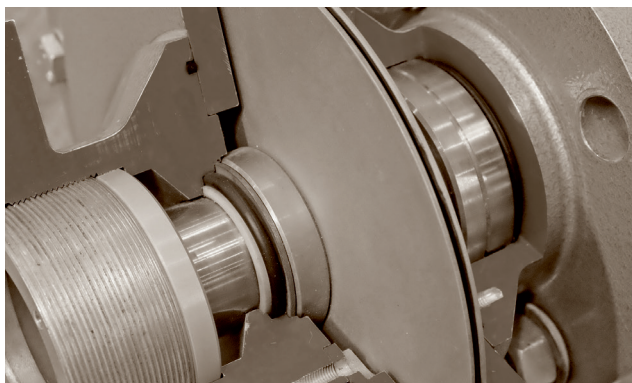
Доступность. Подразделения в различных регионах России. Доставка в любую точку РФ.

Гарантии. Полная гарантия качества, как материала, так и поставки.

Безопасность. Только прямые поставки из Европы, собственные сотрудники ВЭД.





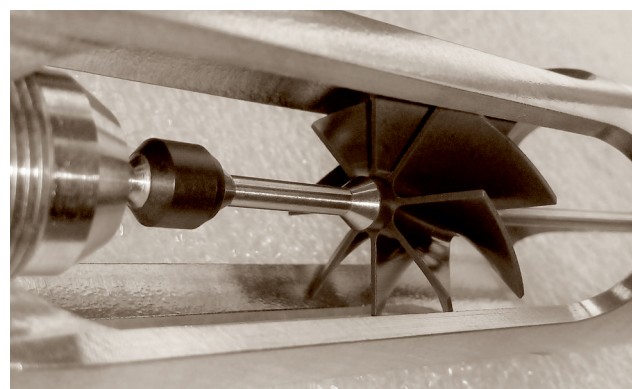
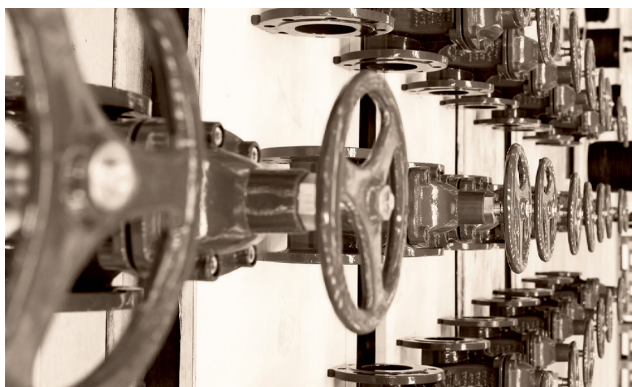
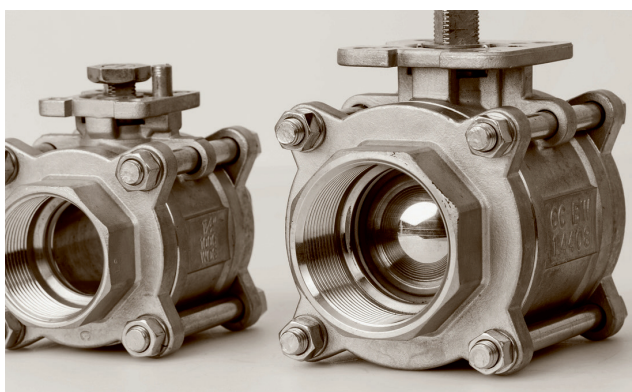


Материалы TECA широко используются в нефтегазовой промышленности от момента разведки до момента глубокой переработки и транспортировки, где предъявляются высокие требования к свойствам материалов и их качеству. Пластики TECA способны работать в различных средах, в том числе в агрессивных, демонстрируют длительный срок службы и высокую надежность. В зависимости от условий эксплуатации, среды и требований к поведению термoplastов, мы предлагаем к поставке следующие типы пластиков:

## Ассортимент

Торговая марка	DIN обозначение	Диапазон температур эксплуатации, °C	Макс. рабочая температура °C	Температура стеклов.Тg, °C
TECASINT 2000	PI	-270+300	+350	+370
TECASINT 4000	PI	-270+300	+350	+260
TECASINT 4100	PI	-270+300	+350	н.о.
TECATOR	PAI	-150+250	+270	+280
TECAPEEK ST	PEKEKK	-40 <sup>(1)</sup> +260	+300	+165
TECAPEEK HT	PEK	-40 <sup>(1)</sup> +260	+300	+160
TECAPEEK	PEEK	-40 <sup>(1)</sup> +260	+300	+150
TECATRON	PPS	-20+230	+260	+97
TECAFLON PTFE	PTFE	-200 <sup>(2)</sup> +260	+260	-20
TECAFLON PVDF	PVDF	-30+150	+150	-40
TECAFLON PCTFE	PCTFE			
TECAPEI	PEI	-50+170	+200	+216
TECASON P	PPSU	-50+170	+190	+218
TECASON S	PSU	-50 <sup>(3)</sup> +160	+180	+188
TECAST	PA6C	-40+100	+170	+40
TECAMID 66	PA66	-30+100	+170	+47
TECAMID 12	PA12	-60+110	+150	+37
TECAMID 6	PA6	-40+100	+160	+45
TECADUR PBT	PBT	-20+110	+200	+60
TECAPET	PET	-20+110	+170	+81
TECANAT	PC	-60+120	+140	+149
TECAFORM AD	POM-H	-50+110	+150	-60
TECAFORM AH	POM-C	-50+100	+140	-60
TECAFINE PE-1000	PE-UHMW	-260+80		
TECAFINE PE-500	PE-HMW	-100+80		
TECAFINE PE-HD	PE-HD	-50+80		
TECAFINE PP	PP-H	-10+100	+100	-10

(1) - с ограничениями до -100°C  
 (2) - с ограничениями до -270°C  
 (3) - с ограничениями до -100°C



В зависимости от типа полимера, модификации и размера, заготовки производятся различными способами. Выбор способа производства также зависит от количества заказа.

→ EXT - экструзия. Самый недорогой и массовый способ производства заготовок. Обычно заготовки большой длины, но размеры сечений ограничены (особенно для высокотемпературных пластиков).

→ C - литье, для изготовления заготовок больших размеров или объемов. Применяется для производства Полиамидов.

→ CM - компрессионное формование. Применяется для производства ряда высокотемпературных полимеров, размеры которых сложно или невозможно изготовить экструзией. Самый рентабельный способ для заказа единичных заготовок специальных модификаций (минимальная норма заказа - одна заготовка). Внутренние напряжения существенно снижены в сравнении с экструдированными заготовками. Материалы, возможные к производству: PEEK, PPS, PEI, PCTFE и др.

→ SM - центробежное формование. Применяется для производства PEEK в виде втулок, колец. Внутренние напряжения существенно снижены в сравнении с экструдированными заготовками.

→ HCM - горячее прессование, спекание. Применяется для получения заготовок из высокотемпературных неплавких термопластов PI, PAI.

→ IsM - изостатическое прессование. Заготовки имеют равномерное распределение плотности по объему, благодаря всестороннему сжатию прессуемого материала. Применяется для изготовления заготовок из PTFE.

→ IM - литье под давлением. Самый экономичный способ получения изделий в случае высокой серийности. Для производства готовых или полуготовых (под чистовую обработку) изделий или заготовок небольших размеров и с небольшой толщиной стенки.



TECAPEEK втулки. Изготовлено экструзией, длина до 3000мм



TECAPEEK CM CF30 плиты. Изготовлено компрессионным формованием



TECAFORM, TECAMID стержни. Изготовлено экструзией, длина до 3000мм



TECAST T, TECAST T MO, TECAST L стержни. Изготовлено литьем, длина до 2000мм

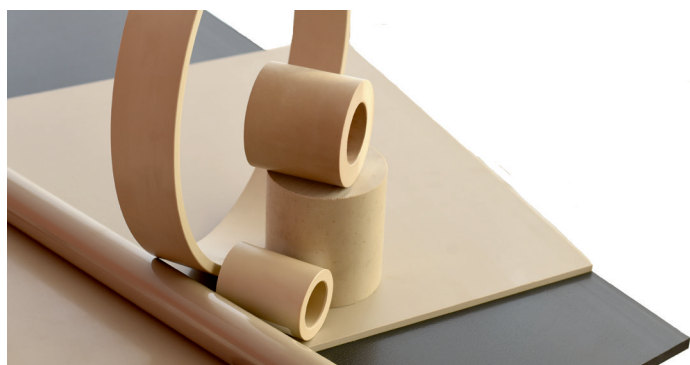


## Технологии получения и размеры

Торговая марка	DIN обозначение	Стержни, круги				Диски	Втулки, цилиндры, кольца					Листы, пластины					
		EXT	C	HCM	CM	CM	EXT	C	HCM	CM	SM	IsM	EXT	C	CM	HCM	
		диаметр, мм					наружный диаметр, мм					толщина, мм					
TECASINT	PI			6,35-80				70-289								5-80	
TECAPEEK ST	PEKEKK	3-100														5-50	
TECAPEEK HT	PEK	3-100									40-200					5-50	
TECAPEEK	PEEK	3-210			25,4-79,4	82,6-660,4	16-360			38,1-2222,5	36-535					5-150	6,3-76,2
TECATRON	PPS	10-60			25,4-101,6	107,9-660,4				38,1-2222,5						10-70	6,3-76,2
TECAFLON PTFE	PTFE	4-160										36-300				1-100	
TECAFLON PVDF	PVDF	4-280														10-100	
TECAFLON PCTFE	PCTFE				25,4-63,5	69,8-660,4				38,1-2070,1							6,3-76,2
TECAPEI	PEI	8-150			25,4-101,6	107,9-660,4				38,1-2070,1						10-80	6,3-76,2
TECASON P	PPSU	8-150														10-80	
TECASON S	PSU	8-150														10-80	
TECAST	PA6C		50-800					50-1320								8-130	
TECAMID 66	PA66	4-200														5-100	
TECAMID 6	PA6	4-300					16-435									1-100	
TECADUR PBT	PBT	10-100														8-80	
TECAPET	PET	10-200														2-150	
TECANAT	PC	3-250														1-100	
TECAFORM AD	POM-H	3-200														5-100	
TECAFORM AH	POM-C	3-300					16-435									1-150	

### Примечание

Для втулок и цилиндров толщина стенки или внутренний диаметр существенно зависит от технологии получения, типа материала и его модификации. Пожалуйста, уточняйте возможный к поставке размер.



TECAPEEK втулки.  
Изготовлено центробежным  
формованием длина до 500мм



TECAPEEK, TECASINT, TECATRON  
Изготовлено компрессионным  
формованием

В нашей программе поставки больше ста различных термопластов. Мы поможем выбрать наиболее подходящий конкретно для Ваших условий эксплуатации полимер. Ниже приведены только несколько базовых материалов, наиболее часто использующихся для изготовления деталей в нефтегазовой промышленности.

→ TECASINT серии 1000, 2000, 4000, 4100 - неплавкие высокотемпературные Полиимиды с превосходными механическими характеристиками. Модифицированные «подшипниковые марки» являются единственными на сегодняшний день вариантами из всех известных термопластов, способными работать при высоких скоростях кручения, движения, при одновременном воздействии высокого давления и подвергающихся высоким температурам, в том числе возникающим от трения. К примеру, TECASINT 4021 способен работать при скоростях кручения до 300 000 об/мин (скорость скольжения до 50 метров в секунду) при этом демонстрирует отличные свойства скольжения, высокую стабильность и низкий износ, что приводит к длительному ресурсу эксплуатации детали. Уплотнительные, ведущие кольца высокоскоростных поршней, уплотнительные и направляющие кольца валов высокомоментных компрессоров из TECASINT обеспечивают высокую точность, превосходные свойства скольжения в том числе в сухих условиях и увеличивают срок службы. Здесь применение TECASINT - единственное решение, если свойства TECAPEEK недостаточны. Материалы TECASINT не стойки к воздействию пара и горячей воды.

→ TECASINT серии 5000 - термостойкие Полиамидимиды, которые, в сравнении с TECASINT серий 2000, 4000, 4100, обладают сниженными температурными и механическими характеристиками, но и существенно ниже по стоимости.

→ TECASINT серии 8000 - Фторопласт-4 с добавлением Полиимида. Один из наилучших материалов для изготовления динамических уплотнений, подшипников, манжет, эксплуатирующихся в «сухих условиях», а также при работе в жидкостях с низкой вязкостью, смолами, маслами, клеями и красками, при контакте с мелкими абразивными материалами.

→ TECAPEEK - универсальный высокотехнологичный полимер с длительным ресурсом эксплуатации и безупречной надежностью. Только материалы группы TECAPEEK сочетают и стойкость к воздействию масел, агрессивных химических веществ и газов, присутствующих в нефтяной и газовой промышленности, и стойкость к воздействию пара под высоким давлением.

В сравнении с другим популярным материалом - Фторопластом-4, материалам TECAPEEK присуща

высокая механическая прочность (практически вдвое превышает возможности Фторопласта-4). Сопротивление ползучести TECAPEEK более чем в 200 раз лучше, чем у Фторопласта-4, а прочность при сжатии выше в 10 раз, даже при повышенных температурах. Рабочее давление в 30,000 PSI (2068Бар, 206МПа) не редкость для TECAPEEK.

Уплотнения. TECAPEEK способен работать в кислой среде под высоким давлением и при воздействии высоких температур в течение длительного срока (к примеру, при +160°C - 169лет, при +170°C-59лет)\*. В технологиях уплотнений часто материалы TECAPEEK применяются там, где свойств Фторопластов, Полиамидов или Полиацеталей недостаточно, или необходимо существенно увеличить ресурс работы изделия, повысить степень надежности.

Движущиеся детали, динамические уплотнения. TECAPEEK «подшипниковых марок» возможен к эксплуатации при высоком трении и высоком давлении и сохраняет достаточную стабильность. В большинстве применений TECAPEEK является превосходной альтернативой даже таких материалов, как Флубон. В отличие от Флубона, модифицированные в разных пропорциях и сочетаниях углеволокном, графитом и фторопластом, марки TECAPEEK способны выдерживать существенно большие нагрузки и демонстрировать лучшую стабильность размеров, что увеличивает срок эксплуатации деталей.

→ TECATRON - высокотемпературный Полифенилен-сульфид с высочайшей жесткостью и твердостью среди других термопластов. В общем, механические свойства TECATRON немного ниже, чем TECAPEEK, но существенно выше, чем у Фторопластов. TECATRON обладает отличной химстойкостью, сопоставимой с TECAPEEK, стоек к воздействию горячей воды и перегретого пара, однако общий ресурс эксплуатации при высоких температурах материалов TECATRON ниже, чем у материалов TECAPEEK.

Уплотнения. Специальные марки TECATRON с высоким (50-70%) содержанием PTFE (Фторопласта-4) являются превосходными материалами для изготовления эластичных уплотнений. В этом случае решены две проблемы: низкая стабильность размеров PTFE устранена за счет содержания жесткого TECATRON, а жесткость TECATRON существенно снижена до зоны эластичности за счет высокого содержания Фторопласта (PTFE).

Благодаря низкой стоимости (в сравнении с TECAPEEK) TECATRON часто используется в случаях, когда не предъявляются «сверхтребования» к свойствам термопласта и ресурсу его эксплуатации, а бюджет ограничен. TECATRON также является хорошим решением, когда свойств Полиамидов или Полиацеталей недостаточно.

\* - подробнее на стр.13

\*\* - возможность изготовления заготовок с наружными диаметрами более 1 320мм уточняйте отдельно.



→ TECAFON PCTFE - Полихлортетрафторэтилен, более известный у нас под названием Фторопласт-3. Обладает улучшенными механическими характеристиками, более стоек к ползучести и текучести на холоде, и поэтому может эксплуатироваться под повышенной нагрузкой в отличие от ненаполненного Фторопласта-4. TECAFON PCTFE присущ очень низкий уровень газопроницаемости, материал стоек к криогенным воздействиям и поэтому часто используется в технологиях переработки и транспортировки сжиженного газа или как альтернативная замена Фторопласта-4. Диапазон рабочих температур Фторопласта-3 уже, чем у Фторопласта-4, но он обладает улучшенной адгезией к металлам. Как и все фторполимеры относится к группе самых химстойких термопластов, известных на сегодня в мире и растворяется только в мезитиле и 2,5-дихлорбензотрифториде.

→ TECAST (Нейлон, Nylon) - литой Полиамид 6 с отличными механическими характеристиками и достаточно хорошей стойкостью к износу. Материал предназначен для работы при умеренных нагрузках и температурах. Инженерный недорогой полимер, возможный к поставке больших размеров (втулки, стержни больших диаметров, плиты больших толщин). Наиболее часто применяется с содержанием Дисульфид Молибдена (TECAST T MO), так как обладает повышенной твердостью и улучшенными свойствами скольжения. Применение TECAST T MO - самое доступное и экономичное решение для нагруженных подшипников, втулок, уплотнений шаровых кранов больших размеров (до 1320мм\*\*), антиэкструзионных колец, зубчатых передач и пр. в диапазоне температур от -40 до +105°C. TECAST - один из самых популярных материалов, заменяющих изделия из бронзы (меньше вес, ниже стоимость, стойкость к коррозии). Полиамиду 6 присуще высокое влагопоглощение, в том числе из воздуха, что приводит к изменению свойств и размеров изделия.

→ TECAMID 6, TECAMID 66 - экструдированный Полиамид 6 и 66 соответственно. Недорогие конструкционные пластики, возможные к поставке как в чистом виде, так и со стекловолокном (увеличенная жесткость, стабильность и термостойкость) или с Дисульфид Молибденом (увеличенная твердость и улучшенные свойства скольжения и стойкость к износу). Материал предназначен для умеренных нагрузок и температур. Уплотнения шаровых кранов, направляющие втулки, пневматические уплотнения, опорные втулки, антиэкструзионные уплотнения и пр. изготавливаются как из Полиамида наполненного Дисульфид Молибденом, так и из Полиамида, наполненного стекловолокном (для высоконагруженных изделий). Полиамиду 6 и 66 присуще высокое влагопоглощение, в том числе из воздуха, что приводит к изменению свойств и размеров изделия.

→ TECAFORM АН - Полиацеталь сополимер - универсальный конструкционный термопласт для умеренных нагрузок и температур. Благодаря практически нулевому поглощению влаги, TECAFORM АН не меняет своих свойств и стабилен в размерах, поэтому часто используется как альтернатива Полиамидам. Механические свойства TECAFORM АН в стандартных условиях немного ниже, чем у Полиамида 6, однако сопоставимы со свойствами Полиамида 6, напитавшего влагу. TECAFORM АН стоек к гидролизу при воздействии горячей воды и пара, обладает хорошей стойкостью к слабым щелочам и кислотам и практически ко всем видам растворителей. TECAFORM АН присуща хорошая размерная стабильность при длительных нагрузках. Материал прекрасно поддается механической обработке - изготовить детали с тонкими стенками, глянцевой поверхностью, острой резьбой не составит труда. TECAFORM АН отлично подходит для изготовления различных гидравлических и пневматических уплотнений, для изготовления деталей подводного оборудования, подшипников, эксплуатирующихся при средних скоростях, антиэкструзионных колец, работающих в диапазоне температур от -30 до +90°C. Отличительная черта материала - высокая выносливость при многократных повторяющихся нагрузках.

→ TECAFORM AD - Полиацеталь гомополимер с механическими характеристиками, превышающими TECAFORM АН. TECAFORM AD обладает сниженной химстойкостью в сравнении с TECAFORM АН, чувствителен к гидролизу и не стоек к горячей воде выше +60°C. TECAFORM AD является хорошей альтернативой Полиамидам для изготовления деталей бурового оборудования и пневматических систем с умеренными нагрузками. TECAFORM AD модифицированный Фторопластом обладает отличными трибологическими характеристиками (низкое трение - отличная стойкость к износу).

Полный ассортимент термопластов возможных к поставке с описаниями и показателями Вы найдете в каталоге «Технические пластики. Руководство» на [www.polimer1.ru](http://www.polimer1.ru).

С программой поставки, типоразмерами Вы можете ознакомиться в каталоге «Технические пластики Ensinger с программой поставки» на [www.polimer1.ru](http://www.polimer1.ru).

*Механические характеристики, стабильность размеров, свойства скольжения, стойкость к износу, свойства герметизации, электроизоляционные характеристики и ресурс эксплуатации могут быть иными, чем присущие базовым термопластам (не наполненным) за счет введения специальных добавок, модификаторов. От типа добавки и ее содержания в полимере зависят конечные свойства термопласта.*

→ GF - стекловолокно, армирует пластик, повышая прочность при растяжении и сжатии. Существенно увеличивает жесткость, стойкость к ползучести и термостабильность. Введение стекловолокна снижает тепловое расширение (у некоторых термопластов тепловое расширение становится близким к металлам). Снижение показателей относительного удлинения и ударной вязкости. Хорошие свойства электроизоляции. Не рекомендуется для условий трения/скольжения.

→ CF - углеволокно. В общем, полимеры, наполненные углеволокном, обладают механическими свойствами схожими со стеклонаполненными пластиками. Однако CF материалы в отличие от GF материалов прекрасно подходят для изготовления деталей, предназначенных для узлов трения, в том числе, эксплуатирующихся при высоких скоростях и давлении. Введение углеволокна снижает электроизоляционные свойства материалов, большое содержание CF делает электроизоляционные материалы антистатиками или электропроводниками.

→ PTFE - Фторопласт-4 (Политетрафторэтилен). Материалы, находящиеся под воздействием давления и наполненные Фторопластом-4, образуют тонкую полимерную пленку с антифрикционными свойствами на сопряженной поверхности. Это позволяет с высокой степенью эффективности избежать stick-slip эффекта. Данные модификации, как правило, обладают хорошими антиадгезионными свойствами. Высокое содержание PTFE придает базовому материалу хорошие свойства герметизации.

### Важно знать

→ Возможность изготовления модифицированных материалов зависит от технологии производства заготовки. Процессы экструзии имеют определенные технологические ограничения, поэтому доступность армированных волокнами материалов ниже, чем материалов, полученных компрессионным формованием.

→ Обычно, серийно изготавливаются заготовки с самыми востребованными добавками. При заказе редких или индивидуальных модификаций может потребоваться размещение заказа на определенную партию производства.

→ GR - графит. Укрепляет базовые термопласты, но основной задачей введения графита является снижение коэффициента трения, повышение износостойкости. Материалы с добавлением графита наиболее подходят для трибологических систем.

→ MoS<sub>2</sub> - Дисульфид Молибдена. Экономичная укрепляющая добавка. Введение MoS<sub>2</sub> повышает твердость, кристалличность термопласта, снижает коэффициент трения и улучшает свойства скольжения. Полиамиды с MoS<sub>2</sub> отлично подходят для изготовления резервных колец (back-up rings). Однако свойства модифицированного с MoS<sub>2</sub> материала существенно не изменяются в сравнении с материалами, содержащими углеволокно или графит.

→ В материал может быть введено несколько типов добавок в разных пропорциях и сочетаниях. В данном случае каждая добавка отвечает за определенное свойство или группу свойств материала, а в сочетании они позволяют добиться необходимых характеристик термопласта. Самыми популярными здесь являются PVX версии, содержащие и углеволокно, и фторопласт, и графит. Углеволокно увеличивает механические характеристики, Фторопласт увеличивает антиадгезионные свойства, а графит улучшает свойства самосмазывания. В итоге получается «подшипниковая марка» с умеренной стоимостью. Не менее популярными являются модификации с углеволокном и графитом.

→ Другие добавки. Минеральные волокна, керамика, углеродные трубки, силиконовое масло и другие добавки могут быть также введены в пластики. Выбор подходящей модификации зависит от условий эксплуатации и требований, предъявляемых потребителем.

→ Самым широким ассортиментом модифицированных версий, доступных к поставке в единичных количествах, обладают СМ материалы.

→ При выборе модифицированных термопластов важно принимать во внимание, что введение любого наполнителя приводит к множеству изменений в термопластах. Наряду с положительным влиянием на требуемые характеристики, возможно негативное влияние на другие свойства пластика.



## Высокотемпературные материалы. Модификации.

Торговая марка	DIN обозначение	Стекловолокно (GF)				Углеродное (CF)			Фторопласт-4 (PTFE)				PVX (CF+GR+PTFE)			Графит (GR)			
		EXT	CM	SM	HP	EXT	CM	SM	EXT	CM	SM	HP	EXT	CM	SM	EXT	CM	SM	HP
TECASINT*	PI	-	-	-	30%	-	20%	-	-	30%	-	30%	-	-	-	-	15-40%	-	15-40%
TECASINT 5000	PAI	-	30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAPEEK	PEEK	30%	15-40%	5-30%	-	30%	10-50%	5-30%	10%	5-30%	5-30%	-	+	+	+	-	15-30%	5-30%	-
TECATRON	PPS	40%	15-50%	-	-	-	20-40%	-	-	20-70%	-	-	+	+	-	-	30%	-	-
TECAFLON PTFE	PTFE	+	-	25%	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%
TECAFLON PVDF	PVDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAFLON PCTFE	PCTFE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAPEI	PEI	30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECASON P	PPSU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECASON S	PSU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Высокотемпературные материалы. Модификации.

Торговая марка	DIN обозначение	Графит + углеродное (GR+CF)			Графит+фторопласт (GR+PTFE)				Углеродное+Фторопласт (CF+PTFE)			Стекловолокно+Фторопласт (GF+PTFE)			Минеральные добавки (Mineral)			
		EXT	CM	SM	EXT	CM	SM	HP	EXT	CM	SM	EXT	CM	SM	EXT	CM	SM	
TECASINT*	PI	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECASINT 5000	PAI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAPEEK	PEEK	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
TECATRON	PPS	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
TECAFLON PTFE	PTFE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAFLON PVDF	PVDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAFLON PCTFE	PCTFE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAPEI	PEI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECASON P	PPSU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECASON S	PSU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Инженерные материалы. Модификации.

Торговая марка	DIN обозначение	Стекловолокно (GF)			Углеродное (CF)			Фторопласт-4 (PTFE)			Дисульфид Молибдена (MoS <sub>2</sub> )			Масло, твердая смазка (Oil, lubricant)			
		EXT	CM	SM	EXT	CM	SM	EXT	CM	SM	EXT	C	SM	EXT	C	SM	
TECAST	PA6C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
TECAMID 66	PA66	30%	-	-	20%	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
TECAMID 6	PA6	30%	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
TECADUR PBT	PBT	40%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAPET	PET	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECANAT	PC	30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAFORM AD	POM-H	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TECAFORM AH	POM-C	20-25%	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

%-содержание добавки или диапазон % содержания добавок  
+ - изготавливается, добавки в разном соотношении  
- не изготавливается

\*для материалов группы TECASINT возможность введения добавки зависит от серии материала. Пожалуйста, уточняйте дополнительно.

Под заказ возможна поставка модификаций, не указанных в данных таблицах. Пожалуйста, уточняйте возможность поставки отдельно.

## Примеры применения

ТЕСАРЕЕК - высокотехнологичный универсальный полимер, который демонстрирует отличную надежность при одновременном воздействии агрессивных веществ, высоких температур и механических нагрузок. Применяется на всех стадиях работы в нефтегазовых технологиях - от технологий разведки до технологий глубокой переработки. В двух словах - наилучший из пластиков для нагрузок при постоянных рабочих температурах выше 100°C.

### Основные применения

Компрессоры, турбокомпрессоры, клапаны компрессоров

- Поршневые уплотнения
- Направляющие кольца
- Компрессионные кольца
- Лабиринтные уплотнения
- Маслосъёмные кольца
- Ведущие подшипники, шестерни
- Уплотнения вала, уплотнения штока
- Уплотнения для сверхвысокого давления
- Радиусные диски клапанов компрессоров
- Кольцевые, дисковые, тарельчатые клапаны
- Всасывающие и разгрузочные уплотнения клапанов

Геофизическое и электротехническое оборудование

- Турбины
- Гермовводы
- Корпуса, кожухи
- Изоляторы, разъемы
- Держатели, крепежные детали
- Промежуточные части плунжеров кернодержателей

Насосы/управление жидкими средами

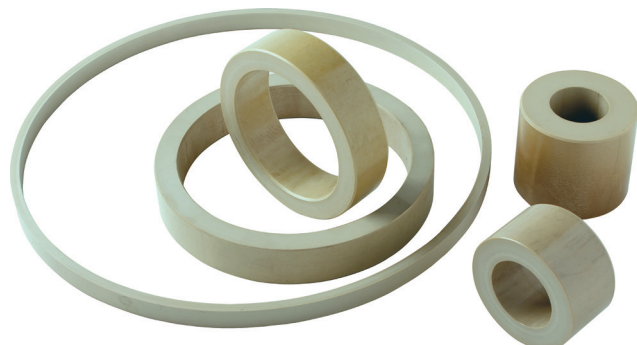
- Манжеты
- Седла клапанов
- Поршневые кольца
- Крыльчатки насосов
- Втулки, подшипники
- Направляющие кольца
- Разделительные кольца
- Уплотнения валов насосов
- Компенсационные кольца

Трубопроводная арматура

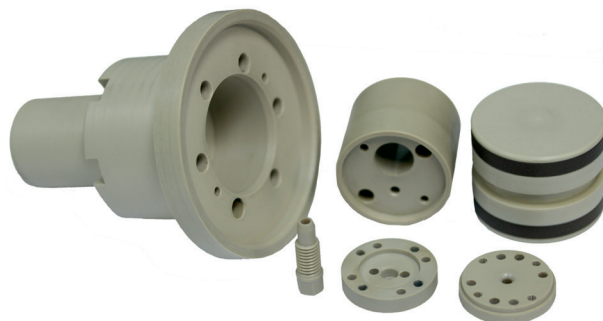
- Седла
- Опорные кольца
- Уплотнение штока
- Шевронные кольца
- Фланцевые уплотнения

Подводное оборудование

- Детали движения, шестерни, ролики
- Корпуса камер, датчиков, гермовводы
- Держатели, винты, колпачки, клапаны
- Изоляторы, разъемы, штепсели, соединители, переходники



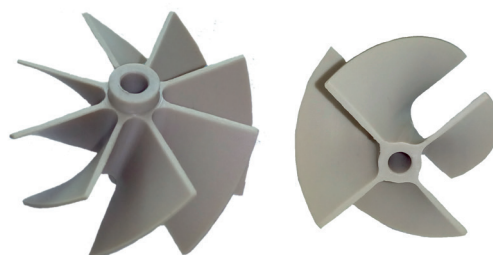
Опорные кольца, заготовки из TECAPEEK natural, TECAPEEK GF30 natural, произведено Ensinger GmbH



Корпус, изолятор, вставка, крепежные детали из TECAPEEK GF30 natural, детали произведены АО Геологика



Уплотнительные кольца поршней, TECAPEEK PVX, TECAPEEK GF, TECASINT 2021



Турбины, TECAPEEK natural, детали произведены ООО Геофизмаш



TECASINT - группа неплавких высокотехнологичных полимеров с превосходной термостойкостью. Из-за высокой стоимости применяется только в тех узлах, где другие материалы не работают (при высоких скоростях в «сухих условиях», большом давлении, когда предъявляются жесткие требования к точности изделия, эксплуатирующемуся при высоких температурах). Подходит для криогенных или вакуумных систем, не стоек к воздействию горячего пара и воды.

В двух словах - для высоких скоростей скольжения при высоком давлении и температурах или для криогенных применений.

#### Основные применения

Компрессоры, турбокомпрессоры, насосы, генераторы, двигателя внутреннего сгорания

- Уплотнительные кольца поршней
- Направляющие кольца
- Компрессионные кольца
- Тарельчатые, дисковые клапаны
- Уплотнения вала, уплотнения штока
- Уплотнения для сверхвысокого давления
- Высокоскоростные подшипники, шестерни

Геофизическое и электротехническое оборудование

- Турбины
- Изоляторы, разъемы
- Держатели, крепежные детали

Трубопроводная арматура

- Седла
- Опорные кольца

TECATRON - высокотемпературный полимер со свойствами, близкими ТЕСАРЕЕК, но с существенно сниженной стоимостью. В чистом виде не поставляется, наиболее востребованы модификации со стекловолокном или «подшипниковые марки» - PVX. Применение TECATRON аналогично применению ТЕСАРЕЕК, если температуры и нагрузки более низкие, чем у ТЕСАРЕЕК и не предъявляются высокие требования к длительному ресурсу изделия при повышенных температурах. TECATRON отлично заменяет Фторопласт-4 с высокой экономической целесообразностью (существенно улучшенные свойства и увеличенный срок эксплуатации). Для эластичных уплотнений наиболее популярны модификации с высоким содержанием PTFE.

#### Основные применения

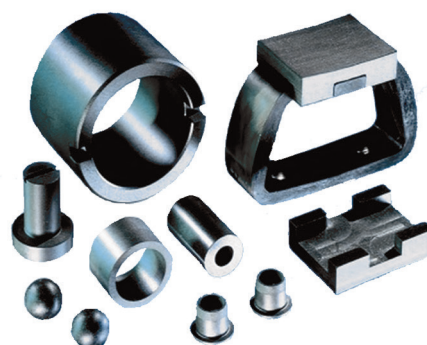
- Аналогично ТЕСАРЕЕК



Турбина 8 лопастей, TECASINT2011, детали произведены ООО Геофизмаш



Уплотнительные и направляющие кольца из TECASINT, произведено Ensinger GmbH



Высокоскоростные втулки скольжения, шарики подшипников, крепежные детали из TECASINT

## Примеры применения

TECAFORM - инженерный полимер с минимальным водопоглощением, прекрасно подходящий для изготовления деталей высокой точности. Самый массовый в применении пластик в случае, если постоянная температура эксплуатации до +100°C. Благодаря хорошей подверженности обработке и простоте получения деталей с жесткими допусками часто используется для замены Полиамидов. Применяется на всех стадиях работы в нефтегазовых технологиях - от технологий разведки до технологий глубокой переработки. Выпускается в двух версиях: TECAFORM AH - сополимер с хорошей химстойкостью, TECAFORM AD - гомополимер с повышенными механическими свойствами.

В двух словах - экономичное решение для точных изделий и умеренных нагрузок при температурах до +100°C.

### Основные применения

Буровое оборудование, системы пневматики

- Ходовые, направляющие втулки
- Все виды уплотнений
- Детали вращения

Геофизическое и электротехническое оборудование

- Защитные корпуса, кожухи
- Изоляторы, разъемы
- Держатели, крепежные детали

Трубопроводная арматура

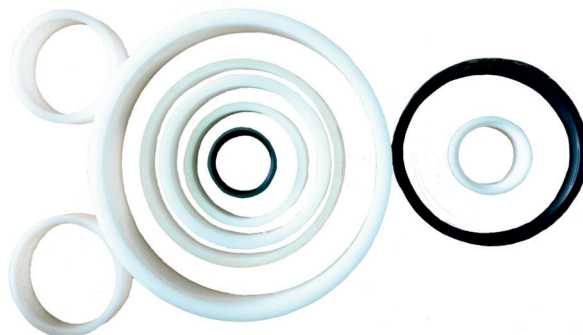
- Седла
- Опорные кольца
- Уплотнение штока
- Шевронные кольца
- Фланцевые уплотнения
- Антиэкструзионные кольца

Подводное оборудование

- Детали движения, шестерни, ролики
- Корпуса камер, датчиков, гермовводы
- Держатели, винты, колпачки, клапаны
- Изоляторы, разъемы, штепселя, соединители, переходники

Системы гидравлики и пневматики, уплотнения

- Опорные кольца
- Прижимные кольца
- Шевронные уплотнения
- Уплотнения поршня, штока
- Скребки, направляющие тулей



Уплотнительные кольца, TECAFORM AH natural, TECAFORM AH black, TECAST T natural, детали произведены ООО НПП ГКС



Зондовая часть, охранный кожух прибора, TECAFORM AH natural, TECATRON GF40 black, детали произведены ООО НПП Ингео



Защитный кожух прибора, основа блока питания, TECAFORM AH natural, детали произведены ООО Геотех

TECAST, TECAMID - недорогие конструкционные Полиамиды (Nylon) возможные к поставке практически любых размеров и модификаций - от наполненных стекловолокном до «подшипниковых марок», содержащих силиконовое масло, MoS<sub>2</sub> или твердые смазочные материалы. Полиамиды не предназначены для изготовления изделий, подвергающихся воздействию горячего пара, обладают достаточно высоким водопоглощением.

В двух словах - для нагруженных деталей скольжения, работающих при умеренных температурах (до +100°C), где не требуется высокая точность.

#### Основные применения

##### Буровое оборудование

- Уплотнения клапанов
- Фланцевые уплотнения
- Основания центраторов
- Лопасты турбулизаторов
- Корпуса разделительных пробок
- Соединители в колонных башмаках

##### Системы пневматики и гидравлики

- Антиэкструзионные кольца
- Уплотнительные элементы
- Опорные и направляющие элементы

##### Насосы, компрессоры

- Поршневые кольца
- Роторные уплотнения
- Обоймы подшипников
- Направляющие кольца

##### Трубопроводная арматура

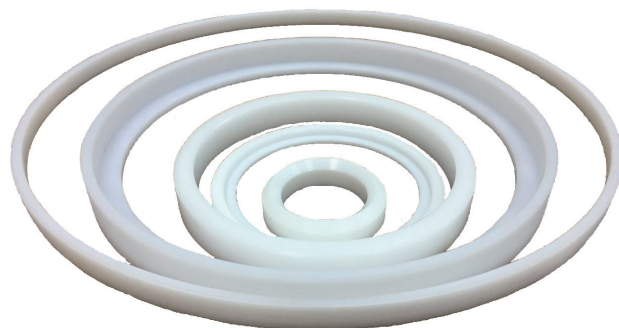
- Седла
- Опорные кольца
- Уплотнение штока
- Шевронные кольца
- Фланцевые уплотнения

---

TECAFINE PE-1000 - сверхвысокомолекулярный полиэтилен с отличными свойствами скольжения, сопоставимыми с Фторопластом-4 и отличной стойкостью к абразивному износу. Наиболее подходит для изготовления уплотнений, эксплуатирующихся в отрицательном диапазоне температур или для изготовления защитных покрытий, деталей или уплотнений, подвергающихся низким нагрузкам и средним температурам (максимум +80°C).

#### Основные применения

- Уплотнительные кольца
- Поддерживающие, шевронные уплотнения
- Защитные покрытия от абразивных воздействий



Направляющие, опорные уплотнительные кольца для гидроцилиндров из TECAFORM AH natural, произведено ООО СИЛ-ТЕК



Электроизоляционные детали контактных разъемов из TECATRON GF40 black, произведено ООО Псковгеокабель



Ходовой ролик из TECAMID 66 MO black, TECAST T natural, шестерня (зубчатая передача) TECAST T MO black, ходовая втулка TECAMID 6 natural





раствором H<sub>2</sub>S. Или другой пример. Диапазон постоянных рабочих температур TECAFINE PE (PE-100) от -50 +80°C, а при контакте с техническим чистым метаном детали из TECAFINE PE могут эксплуатироваться максимум при +20°C, а детали из TECAFILON PVDF максимум при +100°C. Из представленных данных видно, что возможная температура эксплуатации для некоторых пластиков может быть снижена в 4 раза.

Так же диапазон возможных рабочих температур материала зависит от нагрузок, которые воздействуют на материал во время контакта с химическими веществами. При тестовых испытаниях образца на стойкость к тому или иному веществу, при воздействии определенных температур можно получить утверждение в его пригодности, а в дальнейшем применении при воздействии нагрузок поведение материала может быть совершенно иным. Учитывая, что материалы, применяемые в нефтегазовой промышленности, подвергаются не только воздействиям агрессивных химических веществ, но и

#### Ресурс работы в зависимости от условий эксплуатации

Ресурс работы при агрессивных воздействиях - также важный фактор при выборе материала. Материалы могут демонстрировать отличную стойкость к воздействию химического вещества при испытаниях, в которых учтены и нагрузки, и температуры, создаваемые в процессе эксплуатации, однако преждевременное старение материала часто не учитывается потребителями. Ускоренное старение может быть вызвано воздействием среды в сочетании с температурными воздействиями и приложенными нагрузками.

Ниже приведен пример испытаний ТЕСАРЕЕК GF30 natural в среде: 30% объема вещества из H<sub>2</sub>S/CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> (сероводород, углекислый газ, метан, 10/5/85 моль% соответственно) + 10% объема вещества дистиллированной воды + 60% объема веществ: Гептан, Циклогексан, Толуол (70/20/10 объем в % соответственно). Образцы из ТЕСАРЕЕК GF30 natural были помещены в синтетическое углеводородное масло надводной стадии в перфорированную сталь. После закрытия сосуда, были произведены испытания на утечку с азотом при температуре 40°C, испытания в газовой смеси (10/5/85 моль% H<sub>2</sub>S/CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>), далее было добавлено давление в 100Бар с помощью бустерной системы. Затем произведено нагревание до температуры испытания. Давление возрастает с ростом температуры, затем постепенно снижается в течение последующих дней, в итоге газы уравниваются с испытательной средой при 200, 220 и 240°C около 160, 210 и 300Бар соответственно. Самому длительному сроку воздействия образцы подвергались в самом начале, а далее более коротким срокам воздействия, но с множеством циклов по мере необходимости. Производились периодические остановки для измерения массы, объема и уровня растягивающих усилий (тесты при комнатной температуре).

Испытания проводились:

одновременно высоким нагрузкам, большому давлению, стоит учитывать все воздействия в комплексе, а не по отдельности. Опираясь на данные диапазона рабочих температур материала здесь нельзя категорически, так как эти данные получены при испытаниях горячим воздухом без каких-либо иных воздействий.

На рисунке (стр. 12) представлены графики без учета воздействия каких-либо нагрузок.

ТЕСАFORM АН (РОМ-С, Полиацеталь) и ТЕСАСТ Т, ТЕСАМІD 6 (Полиамид 6, Капролон) - одни из самых недорогих и популярных материалов для изготовления различных типов уплотнений. Согласно данным таблицы химической стойкости (стр. 12) эти пластики обладают хорошей стойкостью к воздействию сероводорода (23°C, 50% отн. вл.), однако эти материалы не рекомендованы для изготовления уплотнений, эксплуатирующихся в средах, содержащих сероводород, ведь сопутствующие температуры и давления приводят эти материалы к ускоренному старению.

-при 200°C с последующим отбором проб с интервалом: 4.76, 10.81, 15.57, 20.89, 40.27, 61.00 дней

-при 220°C с последующим отбором проб с интервалом: 4.73, 9.67, 19.44, 36.06, 45.73 дней

-при 240°C с последующим отбором проб с интервалом: 4.03, 14.64, 21.00, 35.64 дней.

Следующие изменения свойств пластиков, использующихся для герметизации (уплотнений), допустимы (EN ISO 23936-1 или по NORSOK M-710):

1. Набухание: +5/-1%
2. Прочность при растяжении, относительное удлинение и Е-модуль (модуль эластичности): +/-50%
3. Материал не должен демонстрировать тенденцию к разрушению, разложению, не должен иметь трещин, вздутий или физической деформации.

Полученные данные были введены в уравнение Аррениуса, основанном на максимальных напряжениях, и далее получены следующие вычисления:

Температура, °C	Количество лет жизни
160	169
170	59
180	22
190	8,3
200	3,3
210	1,4
220	0,6

На основании полученных данных мы можем сделать вывод, что материалы группы ТЕСАРЕЕК обладают длительной жизнеспособностью в «кислых» и «сладких» средах, при воздействии давления и высоких температур. Поэтому материалы ТЕСАРЕЕК наиболее часто применяются там, где требуется долговечность и надежность.

### Твердость

С одной стороны, чем тверже материал, тем выше его стойкость к выдавливанию, с другой стороны - тем меньше его свойства уплотнения. Для большинства деталей высокая твердость является положительным свойством, однако в технологиях уплотнений материалы с высокой степенью твердости сложнее установить. С этой точки зрения эластомеры являются наиболее удобными в обращении, однако тепловые и механические свойства эластомеров (к примеру, полиуретанов), а также их стойкость к воздействию химических веществ не всегда отвечают жестким условиям эксплуатации, предъявляемым нефтегазовым сектором. Здесь отличным решением может быть применение полимерных материалов. В случаях, когда предъявляются высокие

требования к размерной стабильности, стойкости к износу и хорошим свойствам скольжения (к примеру, направляющие и уплотнительные кольца поршней, валов), возможные к применению в данных условиях материалы всегда будут иметь высокую твердость. Здесь может потребоваться изменение конструкции детали.

При сравнении твердости материалов очень важно обращать внимание на метод испытания твердости. Показатели твердости, полученные разными методами (к примеру, по Шору D, Роквеллу или твердость вдавливания шарика) не могут быть сравнены или пересчитаны, так как используемые инструменты и принципы испытаний различны.

### Прочность, удлинение и модуль

Разные сферы применения - разные требования к поведению материала. В каких-то случаях требуется что бы материал обладал высоким растяжением, а в каких-то наоборот. Нет понятия «плохого» или «хорошего» материала, есть понятие «подходящий материал для конкретного применения» или нет.

Предел текучести - демонстрирует усилие, которое необходимо приложить материалу при растяжении до образования первого порога утончения образца.

Предел прочности при разрыве - усилие при растяжении, которое приложено материалу для того, что бы его разорвать.

Если эти показатели одинаковы, значит материал демонстрирует жестко-хрупкие свойства, а если разница между этими показателями велика материал более прочный, жесткий.

Модуль упругости при растяжении - отношение напряжения, прилагаемого на материал к удлинению материала. Это наиболее яркий показатель механических характеристик термопласта. Если рассматривать этот показатель для технологий уплотнений, то чем выше модуль, тем сильнее материал сопротивляется выдавливанию, тем выше его жесткость. Армированные стекловолокном, углеродоволокном или другими армирующими добавками материалы демонстрируют существенно больший модуль и больший предел прочности, но обладают сниженными пластическими свойствами (сложности при установке). В технологиях скольжения при высоких нагрузках армированные углеволокном или графитом термопласты демонстрируют отличные характеристики в сравнении с ненаполненными марками. А там, где более важны хорошие свойства герметизации лучше выбирать неармированные пластики с низким модулем.

Модуль упругости при изгибе - отношение приложенного напряжения к деформации демонстрирует упругие свойства материала. Чем меньше показатель модуля, тем более гибкий материал. Прочность на изгиб демонстрирует насколько хорошо пластик сопротивляется изгибу.

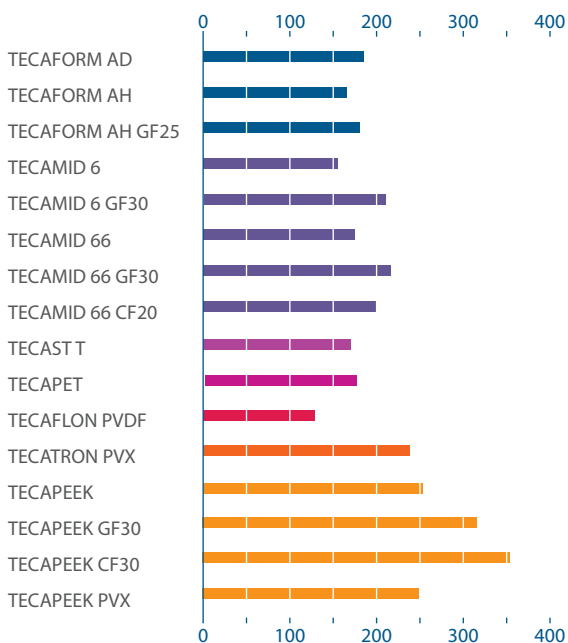
Из-за высоких рабочих давлений, наиболее востребованными для определения возможности применения материала в нефтегазовой сфере являются показатели, получаемые при испытаниях на сжатие. Чем выше показатель прочности на сжатие, тем большую сжимающую нагрузку может выдержать изделие. Эти показатели очень важны в технологиях уплотнений компрессорного оборудования, где порой создаются высокие сжимающие нагрузки. Обычно армированные стекловолокном материалы имеют более высокую стойкость к сжимающим нагрузкам, но даже они не сравнятся с показателями материалов группы TECASINT, прочность на сжатие которых в десятки раз выше даже армированного стекловолокном ТЕСАРЕЕК.

→ Механические свойства термопластов существенно зависят от температуры и среды эксплуатации. При переходе через точку стеклования обычно Е-модуль существенно снижается. Поэтому температура эксплуатации должна быть учтена при расчетах стойкости материала к нагрузкам. В идеале, для обеспечения длительной и надежной работы, рекомендуется выбирать материалы, точка стеклования которых выше, чем постоянная рабочая температура в предполагаемом узле установки детали.

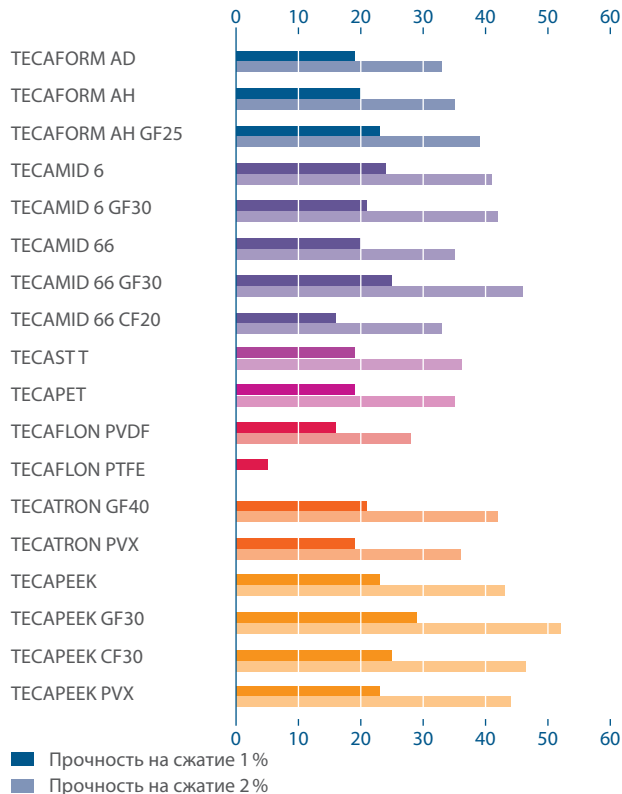
→ Стоит обратить внимание, что для Полиамида 6 и Полиамида 66 механические показатели существенно зависят от содержания влаги в материале. У данных пластиков некоторые свойства снижаются после напитывания влагой практически в два раза. Если предполагается эксплуатация детали во влажной среде, то при расчетах стоит разделить базовые показатели на 2 (очень грубо). Или здесь хорошей альтернативой могут быть материалы группы ТЕСАFORM, свойства которых выше, чем у напитанного влагой Полиамида.



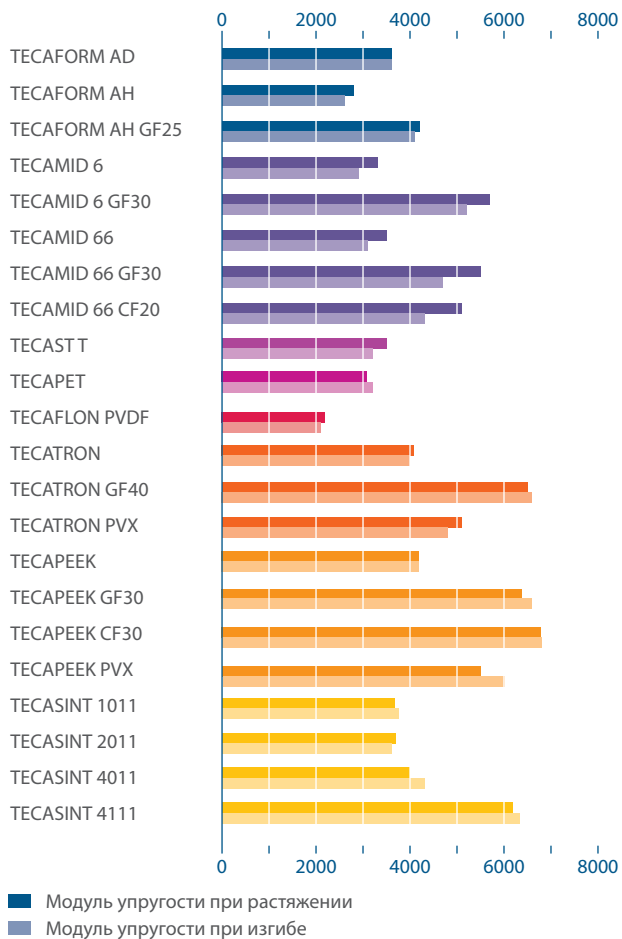
### Твердость вдавливания шарика [МПа]



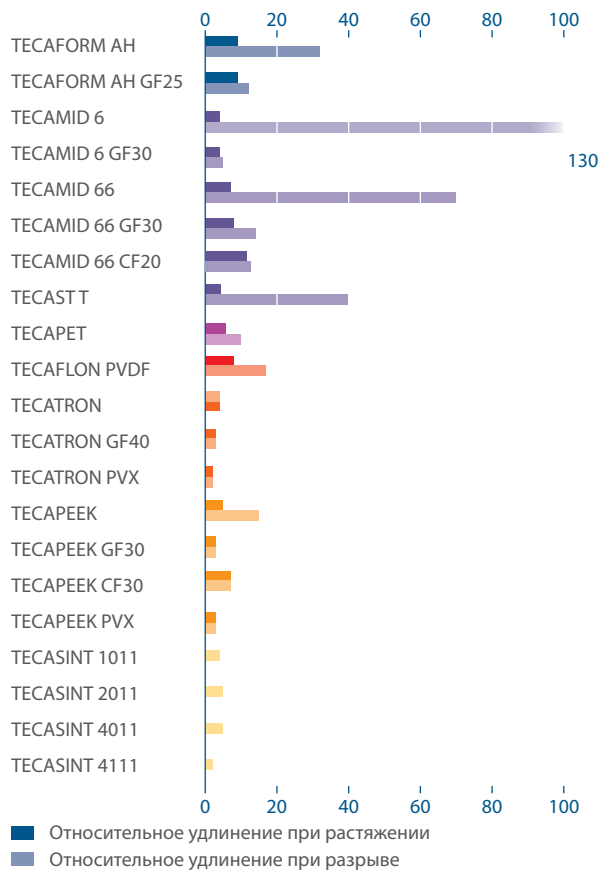
### Прочность на сжатие [МПа]



### Модуль упругости [МПа]



### Растяжение [%]



### Точность изделий

Простота обработки, точность изделий, размерная стабильность при эксплуатации - одни из самых популярных вопросов при работе с термопластами. В случае наличия требований к жестким допускам в процессе эксплуатации необходимо учитывать водопоглощение материала и его линейный коэффициент теплового расширения (CLTE) перед конструированием узла. Особенно важно учитывать возможное изменение размеров если деталь работает в паре с металлами или при высоких температурах.

Линейный коэффициент теплового расширения существенно зависит от температуры эксплуатации. В случаях работы в системах трения необходимо также учитывать температуры, создаваемые от трения. Высокотемпературные пластики с высоким содержанием армирующих волокон обладают показателями теплового расширения, сопоставимыми с показателями металлов (исключения - Фторопласты). Полиамиды не рекомендуются для изготовления изделий высокого класса точности.

При механической обработке также стоит учитывать низкую теплопроводность пластмасс в сравнении с металлами и не допускать скопление тепла, в противном случае это может привести не только к деформации детали, но и к усадке после хранения (к примеру, у материалов группы TECAFORM).

В общем, принимая в учет расчеты и следуя рекомендациям по обработке пластиков, можно добиться высокой точности изделий.

Формула для расчета линейного удлинения

$\Delta L = L1 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ , где:

$\Delta L$  - удлинение,

$L1$  - первоначальная длина,

$\alpha$  - коэффициент теплового расширения,

$\Delta T$  - изменение температуры эксплуатации ( $T - T_0$ ,  $T$  - температура начальная,  $T_0$  - температура эксплуатации).

Расчет удлинения прямоугольных заготовок  
TECAFORM AH natural лист длиной 1 000мм.

Рабочая температура +30°C, следовательно  $\Delta T = 30 - 23 = 7$   
CLTE для TECAFORM AH в диапазоне температур 23-60°C  
 $13 \cdot 10^{-5} \cdot K^{-1}$ .

Расчет:  $\Delta L = 1000 \text{ мм} \cdot 0,00013 \text{ 1/K} \cdot 7 \text{ K}$

Результат:  $\Delta L = 0,91 \text{ мм}$ . При постоянном воздействии температуры +30°C, лист с первоначальной длиной 1000мм удлинится до 1000,91мм.

Расчет изменения размеров втулок

TECAPEEK GF30 natural втулка диаметром 150x100мм

Рабочая температура +100°C, следовательно  $\Delta T = 100 - 23 = 77$   
CLTE для TECAPEEK GF30 в диапазоне температур 23-100°C  
 $4 \cdot 10^{-5} \cdot K^{-1}$ .

Вычислим толщину стенки:  $(150 - 100) / 2 = 25 \text{ мм}$ . Толщина стенки  $L = 25 \text{ мм}$ .

CLTE для TECAPEEK GF30 natural =  $4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

Расширение  $\Delta L = 25 \text{ мм} \cdot 0,00004 \text{ 1/K} \cdot 77 \text{ K}$

Результат:  $\Delta L = 0,077 \text{ мм}$ . При постоянном воздействии температуры +100°C, втулка с первоначальными размерами 150x100мм изменится в радиусе на 0,077мм или в диаметре на 0,154мм. В случае наличия препятствий с внешней или с внутренней стороны изменение произойдет в сторону не имеющую препятствий.

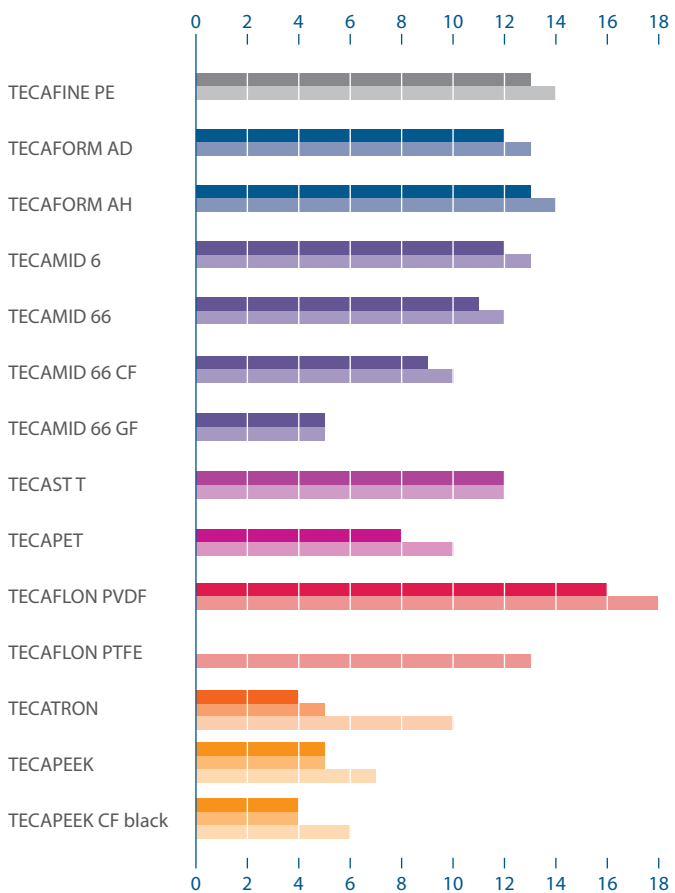
### Стойкость к ударным нагрузкам и вибрации

Ударная вязкость (или ударная прочность) говорит о стойкости материала к ударным нагрузкам. Самыми популярными здесь являются испытания образцов с надрезом или без надреза по Шарпи или Изоду.

Чем выше показатель ударной вязкости - тем более стоек материал к ударным нагрузкам. У подавляющего большинства термопластов ударная вязкость образца без надреза регистрируется как «без повреждений». Ударная

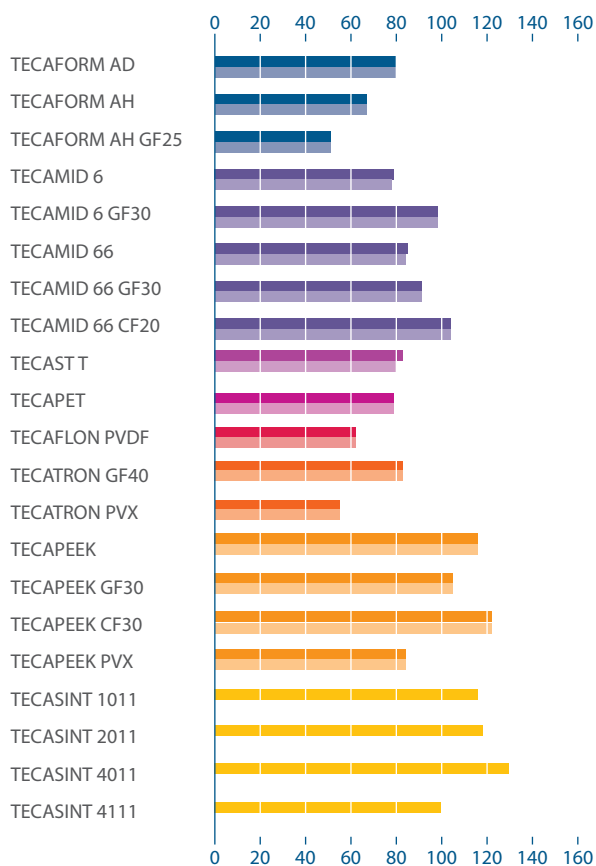
вязкость армированных волокнами пластиков обычно ниже, чем у ненаполненных. Показатели Вы найдете в конце брошюры.

Коэффициент линейного теплового расширения CLTE [ $10^{-5} 1/K$ ]



■ CLTE [23 – 60°C]  
■ CLTE [23 – 100°C]  
■ CLTE [100 – 150°C]

Сила / нагрузка [МПа]



■ Предел прочности на разрыв  
■ Предел прочности при растяжении



*TECASINT, TECAPEEK*  
защитные колпачки, тарелочки  
клапанов



## 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 поверхности, 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. Оба испытания были произведены при одинаковой нагрузке в 1МПа и скорости 0,5м/сек. TECAFINE PE-5 (PE-HMW) (график 1) демонстрирует самый высокий износ в случае работы в паре со сталью шероховатостью 2,5мкм, а коэффициент трения в диапазоне 0,38-0,50μ. В этих же условиях TECAFORM AH (POM-C) показывает лучшие свойства скольжения и стойкость к износу, чем TECAFINE PE-5. В первом случае TECAFINE PE-5 является аутсайдером. Однако при изменении шероховатости сопрягаемой поверхности триботехнические характеристики материалов совершенно меняются. При работе в паре со сталью с шероховатостью 0,2μм (график 2) TECAFINE PE-5 демонстрирует наилучшие свойства скольжения и стойкости к износу.

### Зависимость от нагрузки и температуры

К примеру, TECASINT 4021 в условиях покоя может выдерживать нагрузку 93/131/208МПа (разрыв/изгиб/сжатие), обладает превосходными свойствами скольжения до 300 000 об/мин. Скорость скольжения TECASINT 4021 может достигать 50 метров в секунду при нагрузке в 0,3МПа, однако скорость даже в 0,3 метра в секунду может быть критичной для материала при нагрузке в 50МПа.

Фторопласт-4 в условиях скольжения со скоростью до 0,04 метра в секунду и при постоянной нагрузке в 400Н демонстрирует самый низкий коэффициент трения ~0,04μ, однако при скорости в 2 метра в секунду коэффициент трения возрастает в пять раз и составляет ~0,2μ. В тоже время коэффициент трения Фторопласта-4 снижается с ростом температуры. При скольжении в зоне трения выделяется определенное количество тепла, которое увеличивается вместе с возрастанием скорости. В результате, при достижении определенной скорости скольжения, увеличение коэффициента трения замедляется, а при очень больших скоростях (выше 5 метров в секунду) коэффициент трения даже снижается. В общем, некоторые модифицированные фторполимеры способны работать без смазки при нагрузках до 15МПа и скорости скольжения до 1 метра в секунду с учетом, что шероховатость поверхности до 0,6мкм (при улучшении качества сопрягаемой поверхности возможно уменьшение износа).

Еще одним ярким примером может служить Полиамид 6, которому присущ достаточно высокий коэффициент трения в сравнении с другими термопластами, однако

## Коэффициент трения в соотношении с истиранием

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

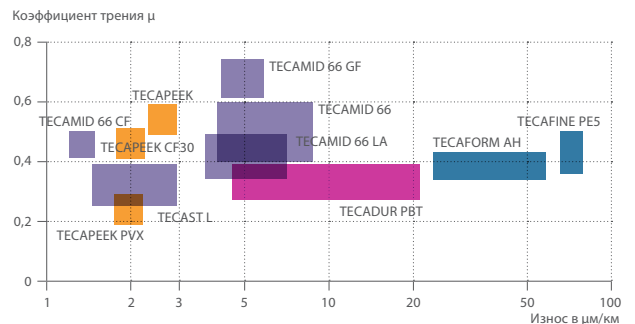
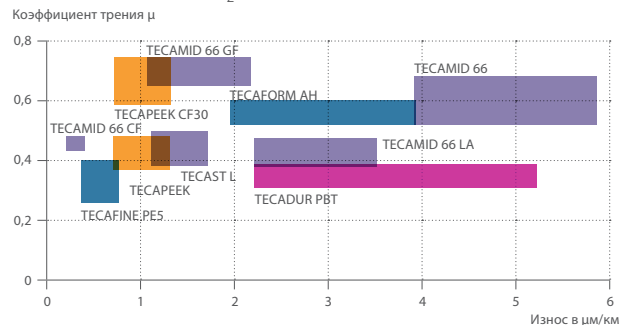


График 2. Условия: давление - 1МПа, скорость - 0,5м/сек., шероховатость стали  $R_z = 0,2 \mu\text{м}$



материал обладает хорошей стойкостью к износу. Коэффициент трения Полиамида 6 во влажной среде снижается практически в пять раз, что ставит его в одну линейку со многими модифицированными пластиками, а порой и с фторполимерами в части скольжения.

Следовательно, нет готовых решений в системах скольжения. Поведение термопласта, его свойства скольжения и стойкость к износу зависят от множества факторов. Причем эти зависимости не являются линейными. При выборе материала мы рекомендуем обратиться за консультацией к техническому специалисту. В общем, к использованию в триботехнике рекомендуется выбирать пластики, модифицированные добавками улучшающими свойства скольжения (графит, углеволокно, масло, фторопласт,  $\text{MoS}_2$ , PE-UHMW).

### Рекомендуемые материалы для систем скольжения

Очень высокая скорость

→ TECASINT 1021, 1031, 1061

→ TECASINT 2021, 2031, 2061

→ TECASINT 4021, 4121

→ TECASINT 8000 любые модификации

Высокая скорость

→ TECAPEEK CF, TECAPEEK PVX, TECAPEEK TF

→ TECATRON PVX, TECAPEEK CM TF

Низкая скорость

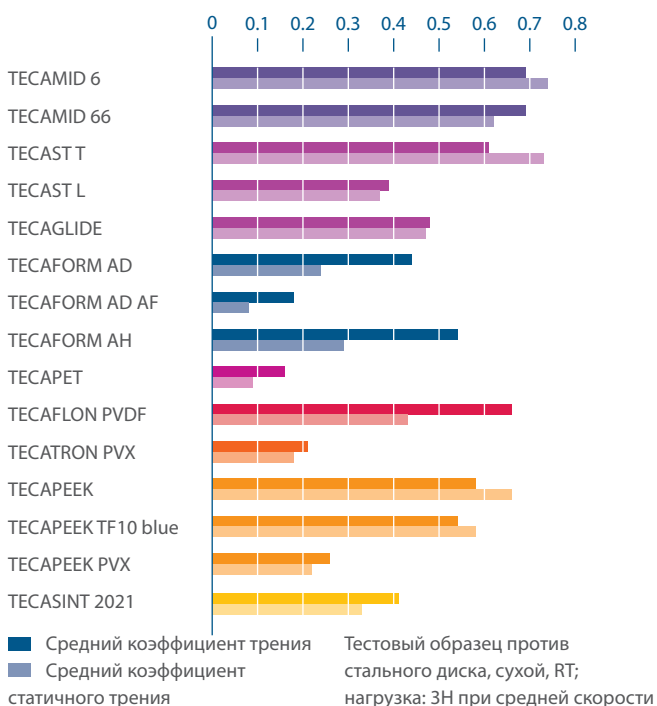
→ TECAPET TF, TECAPET

→ TECAFORM AD AF

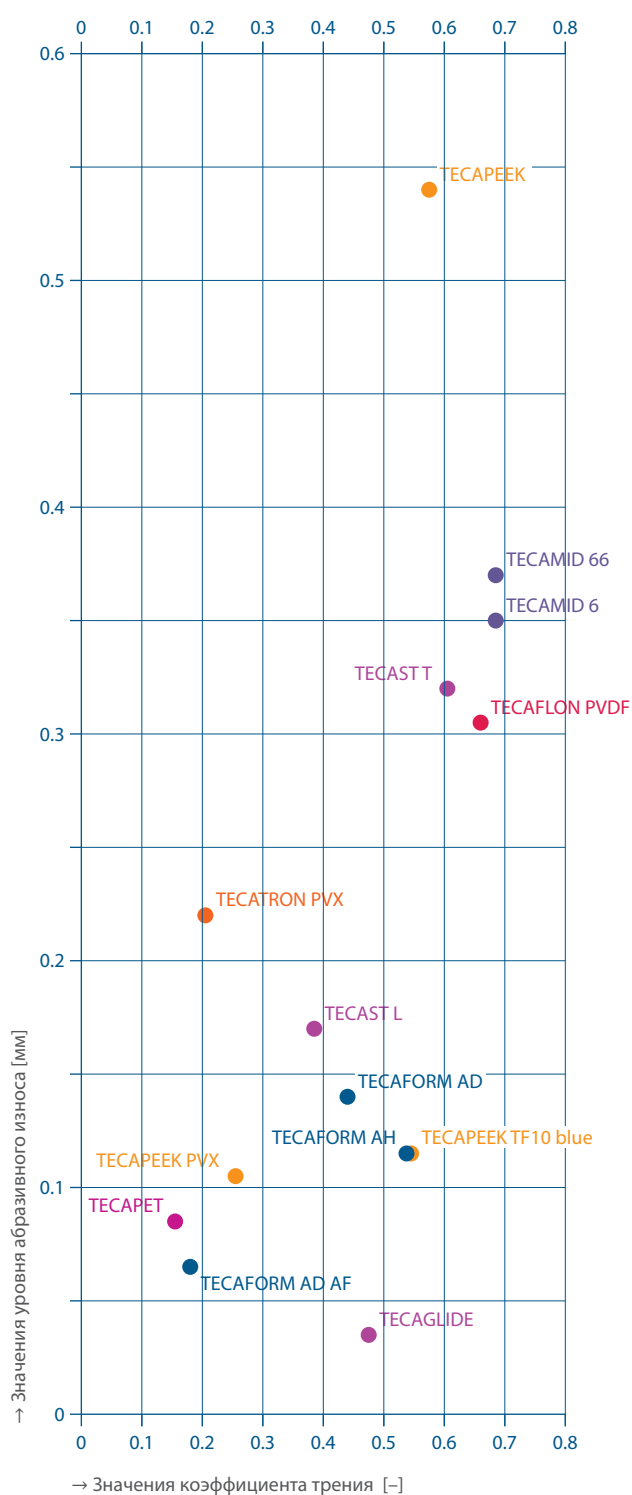
→ TECAMID 66 CF, TECAMID 66 LA

→ TECAST L, TECAGLIDE

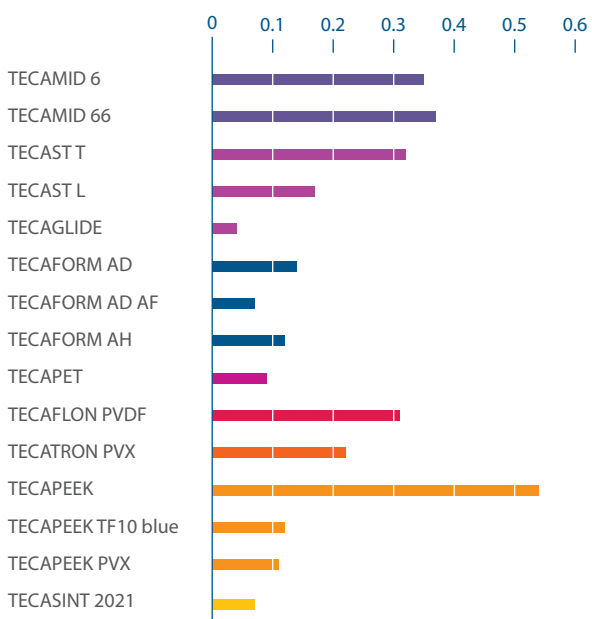
## Коэффициент трения



## Коэффициент трения в соотношении с истиранием



## Показатель абразивного износа



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

### Температура стеклования

При переходе через точку стеклования ( $T_g$ ) Е-модуль у термопластов существенно снижается. Это не говорит о невозможности использования термопластов, это показывает лишь способность термопластов сохранять основные первоначальные механические характеристики с ростом температуры. Зачастую точка стеклования не принимается в рассмотрение, если речь идет об эксплуатации деталей при умеренных температурах, однако этот показатель крайне важен если подразумевается работа детали при постоянных высоких температурах. В общем, идеальным считается вариант, когда температура предполагаемой эксплуатации ниже точки стеклования материала. Также стоит различать аморфные и полукристаллические термопласты, так как они демонстрируют совершенно разное поведение при переходе через  $T_g$ . Самой высокой температурой стеклования из полукристаллических термопластов обладает ТЕСАРЕЕК, поэтому именно этот материал рекомендуется для изготовления нагруженных деталей, эксплуатирующихся при постоянных температурах выше  $+100^\circ\text{C}$ . Материалы группы ТЕКАСИНТ обладают превосходной стойкостью к воздействию высоких температур даже в сравнении с ТЕСАРЕЕК, однако из-за высокой стоимости используются лишь там, где другие термопласты не способны работать.

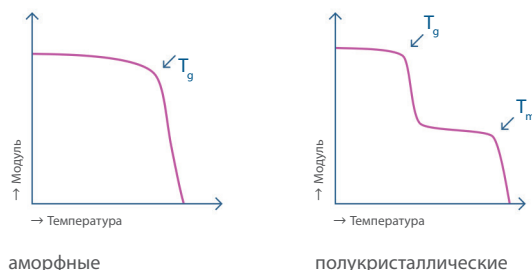
Температура плавления ( $T_m$ )- температура при которой материал начинает плавиться, переходить в жидкое состояние, а кристаллические структуры разрушаются.

### Важно знать

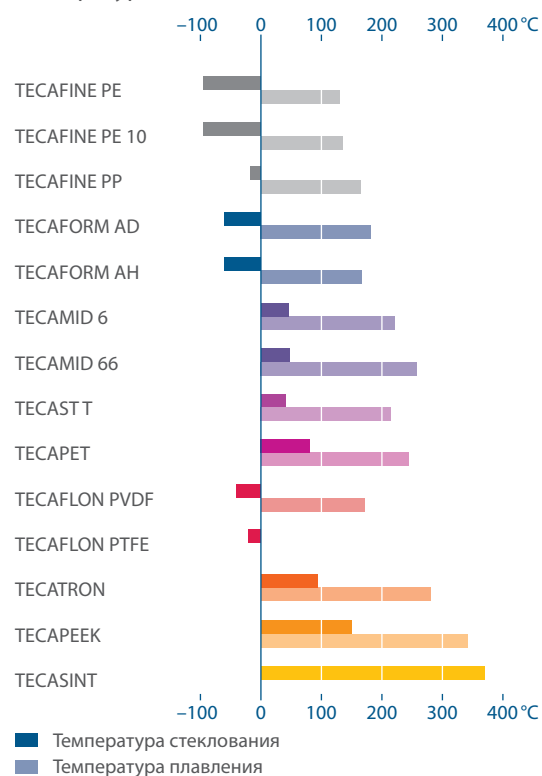
Постоянная рабочая температура - температура при которой материал теряет более 50% своих свойств от первоначальных после нахождения в горячем воздухе в течение 20 000 часов (IEC 216). Кратковременная рабочая температура - пиковая температура, которую материал может выдержать в течение нескольких минут (иногда часов) без повреждения. Однако стоит учитывать нагрузки, среду и продолжительность воздействия. Следовательно, ни показатели постоянной рабочей температуры, ни кратковременной не могут служить гарантированной основой при выборе материала, если материал подвергается хоть какой-либо нагрузке, работает в среде отличной от воздушной или расчеты были произведены, основываясь на данных испытаний при 23/50\*. Отдельное внимание стоит уделять материалам, эксплуатация которых предполагается при отрицательных температурах. В общем, следующие материалы рекомендованы для криогенных применений: ТЕКАФИНЕ PE-10, ТЕКАФЛОН PTFE, ТЕКАСИНТ.

### Деформационная теплостойкость (HDT)

Пожалуй, самый яркий показатель свойств материала, после точки стеклования - деформационная теплостойкость или теплостойкость при изгибе. В процессе испытаний образец подвергается нагрузке в 1,8МПа (HDT/A) или 0,45МПа (HDT/B) и далее регистрируется



Температура стеклования и плавления [ $^\circ\text{C}$ ]



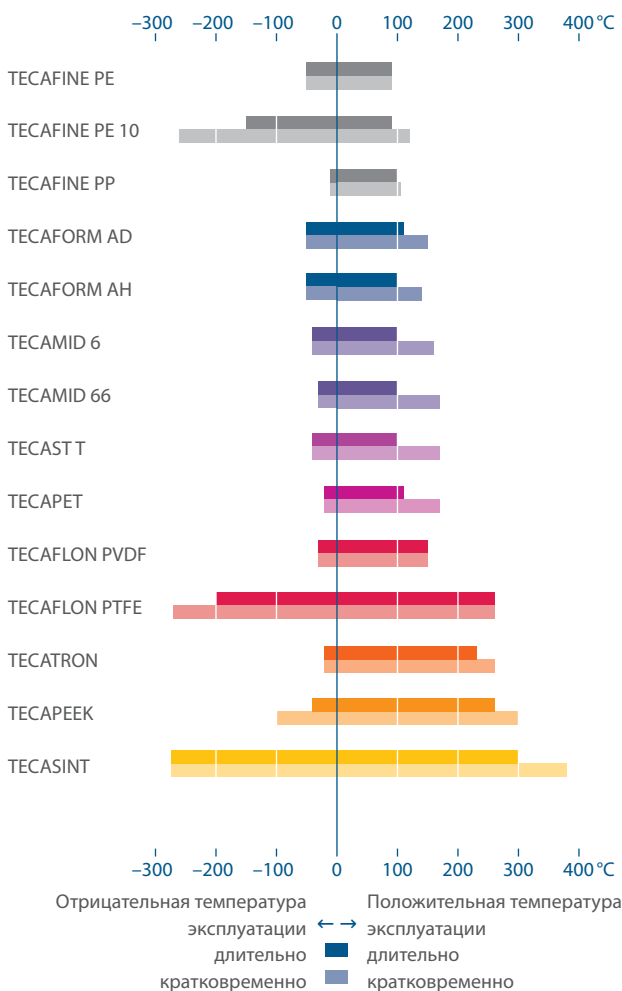
температура, при которой прогиб образца достигает 0,32мм (по ISO). Деформационная теплостойкость под нагрузкой также зависит от множества факторов, в том числе от метода производства термопласта, аморфный или полукристаллический полимер, армирован стекловолокном или нет. При всей своей популярности данный метод имитирует только узкий диапазон условий, поэтому не может быть принят в расчетах в качестве максимальной температуры эксплуатации. Однако может служить хорошим ориентиром при сравнении полимеров между собой.

**Для возможности применения термопласта в определенном диапазоне температур, мы рекомендуем обратиться в отдел технического сервиса, предварительно заполнив анкету для подбора материала.**

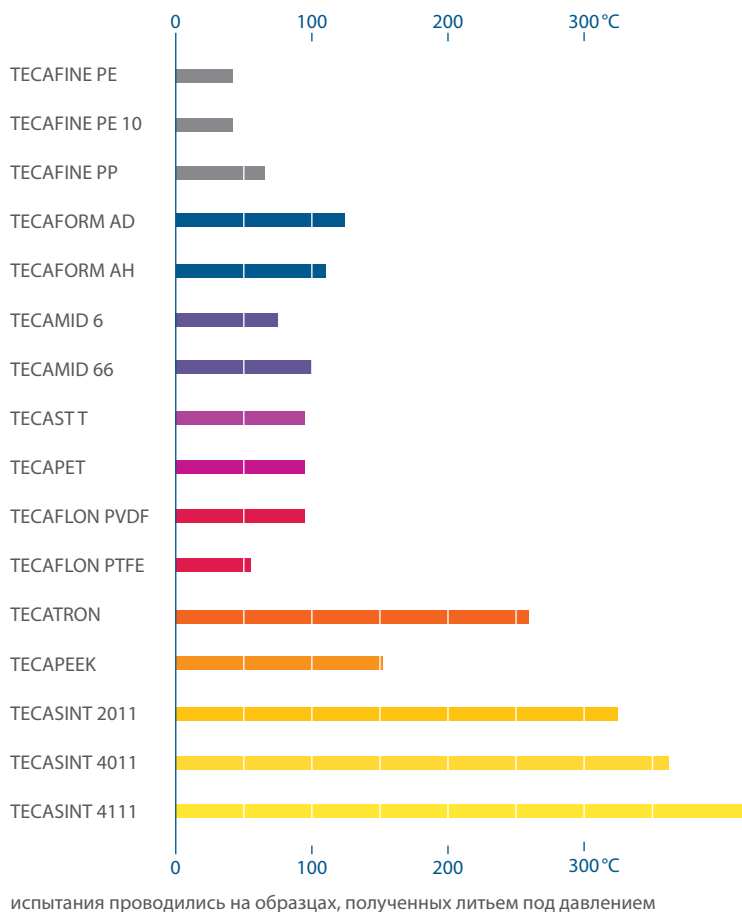
\* 23 $^\circ\text{C}$ , 50% отн.влажности



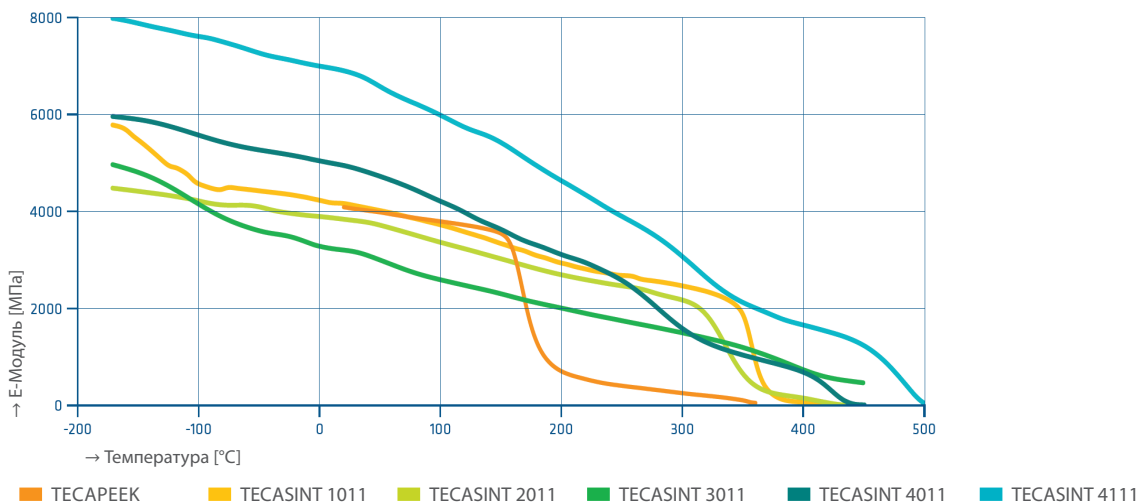
### Рабочие температуры [°C]



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



### Е-модуль в зависимости от температуры ДМА, 3-точки, испытания на изгиб 1 Гц, 2 Кдж/мин [°C]



# Основные показатели материалов (EXT, C)

Наименование	TECAFORM AH natural	TECAFORM AH black	TECAFORM AH GF25 natural	TECAFORM AH ELS black	TECAFORM AD natural	TECAFORM AD black	TECAFORM AD AF natural	TECAST T natural	TECAST T MO black	TECAST L natural	TECAST L black	
Химическое обозначение	POM-C	POM-C	POM-C	POM-C	POM-H	POM-H	POM-H	PA 6 C	PA 6 C	PA 6 C	PA 6 C	
Наполнители	без добавок	черный краситель	GF 25%	проводящ. углерод	без добавок	черный краситель	PTFE	без добавок	MoS <sub>2</sub>	масло	масло, краситель	
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г/см <sup>3</sup> ] 1.41	1.41	1.59	1.41	1.43	1.43	1.49	1.15	1.15	1.13	1.14	
<b>Механические свойства</b>												
Модуль упругости (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	2,800	2,800	4,200	1,800	3,400	3,600	3,000	3,500	3,200	2,900	3,100
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	67	67	51	42	79	80	53	83	82	69	70
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	67	67	51	42	79	80	53	80	80	66	68
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	9	9	9	11	37	32	8	4	4	8	4
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	32	32	12	11	45	43	8	40	55	50	50
Модуль упругости (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	2,600	2,600	4,100	1,500	3,600	3,600	3,000	3,200	3,000	2,900	2,900
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	91	91	88	56	106	106	85	109	102	95	95
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	2,300	2,300	3,600	1,500	2,700	2,800	2,400	2,900	2,800	2,700	2,700
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	20 / 35	20 / 35	23 / 39	16 / 25	19 / 33	22 / 38	19 / 33	19 / 36	22 / 38	19 / 35	21 / 37
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м <sup>2</sup> ]	б.п.	150	36	74	б.п.	б.п.	б.п.	б.п.	б.п.	б.п.	б.п.
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м <sup>2</sup> ]	8	6			15	14	25	4	4	5	5
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	165	165	180	96	185	185	166	170	170	150	150
<b>Температурные свойства</b>												
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	40	43	48	42
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	166	166	170	169	182	182	179	215	217	218	216
Температура тепловой деформации (ISO-R 75 Метод А, HDT)	[°C]							141				
Кратковременная рабочая температура	[°C]	140	140	140	140	150	150	150	170	170	170	170
Постоянная рабочая температура	[°C]	100	100	100	100	110	110	110	100	100	100	100
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	13	13	8	13	12	11	12	12	11	13	13
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	14	14	8	14	13	11	13	12	11	13	13
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]	1.4	1.4	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.7	1.6	1.7	1.7
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]	0.39	0.39	0.47	0.46	0.43	0.43	0.46	0.38	0.33	0.37	0.37
<b>Электрические свойства</b>												
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>
Объемное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω*см]	10 <sup>13</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>5</sup>		10 <sup>14</sup>		10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>
Диэлектрическая прочность (ISO 60243-1)	кВ/мм	49	38				38					21
Сопротивление трекингу (CTI, DIN EN 60112)	В	600	600				600					600
<b>Прочие данные</b>												
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.07 / 0.2	0.05 / 0.2	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.2 / 0.4	0.2 / 0.5	0.2 / 0.4	0.2 / 0.4
Стойкость к горячей воде / основа	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	-	-	-	(+)	(+)	(+)	(+)
Стойкость к атмосферным воздействиям	-	(+)	-	(+)	-	-	-	-	(+)	-	(+)	(+)
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;)	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB

Данные получены непосредственно после мехобработки (стандартный климат Германии). Для полиамидов значения сильно зависят от влажности.



Тестовый образец по DIN EN ISO 527-2

- + хорошая стойкость
- (+) относительная стойкость
- плохая стойкость (в зависимости от концентрации, времени и температуры)
- б.п. - без повреждений
- н.о. - не определено
- D - твердость по Шору D
- (a) Температура стеклования определена по DIN EN ISO 11357
- (b) Теплопроводность в соответствии с ISO 8302
- (c) Теплопроводность в соответствии с ASTM E1530

- (d) Поверхностное сопротивление испытывалось в соответствии с ASTM D 257
- (1) испытания при 10 кГц, 23°C
- (2) испытания при 1 МГц, 23°C по ASTM D 150
- (3) испытания при 1 кГц, 23°C по ASTM D 150
- (4) испытания при 27 МГц, 23°C по DIN IEC 60250
- \* испытания по DIN EN 61340-2-3, образец толщиной 20мм
- \*\* испытания по ASTM D 696
- A - испытания по ASTM D 695
- A1 - испытания по ASTM D 4894
- A2 - испытания по ASTM D 149

Наименование	TECAST L yellow	TECAGLIDE green	TECAMID 6 natural	TECAMID 6 MO black	TECAMID 6 GF25 black	TECAMID 6 GF30 black	TECAMID 66 natural	TECAMID 66 MO black	TECAMID 66 GF30 black	TECAMID 66 CF20 black	TECAMID 66 HI brown	
Химическое обозначение	PA 6 C	PA 6 C	PA 6	PA 6	PA 6	PA 6	PA 66	PA 66	PA 66	PA 66	PA 66	
Наполнители	масло, краситель	твердый смазочный материал	без добавок	MoS <sub>2</sub>	GF 25%	GF 30%	без добавок	MoS <sub>2</sub>	GF 30%	CF 20%	термостабилизированный	
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г/см <sup>3</sup> ] 1.14	1.13	1.14	1.14	1.33	1.36	1.15	1.15	1.34	1.23	1.15	
<b>Механические свойства</b>												
Модуль упругости (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	3,100	3,200	3,300	3,300	5,100	5,700	3,500	3,200	5,500	5,100	3,400
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	70	76	79	84	96	98	85	84	91	104	89
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	68	76	78	82	96	98	84	83	91	104	72
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	4	14	4	5	9	4	7	10	8	12	7
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	50	18	130	37	11	5	70	40	14	13	25
Модуль упругости (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	2,900	3,100	2,900	3,100	4,900	5,200	3,100	3,100	4,700	4,300	3,300
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	95	103	100	110	143	140	110	114	135	135	112
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	2,700	2,500	2,700	2,900	3,900	4,200	2,700	2,700	4,100	3,800	2,900
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	21 / 37	18 / 34	24 / 41	17 / 32	21 / 42	21 / 42	20 / 35	20 / 38	25 / 46	16 / 33	14 / 29
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м <sup>2</sup> ]	б.п.	б.п.	б.п.	б.п.	78	60	б.п.	б.п.	97	116	б.п.
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м <sup>2</sup> ]	6	4	7	5			5	5			5
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	150	159	155	160	230	232	175	168	216	200	191
<b>Температурные свойства</b>												
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	42	45	45	51	49	49	47	52	48	48	57
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	216	218	221	220	217	218	258	253	254	251	263
Температура тепловой деформации (ISO-R 75 Метод А, HDT)	[°C]											
Кратковременная рабочая температура	[°C]	170	130	160	160	180	180	170	170	180	170	180
Постоянная рабочая температура	[°C]	100	100	100	100	100	100	100	100	110	100	115
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	13	11	12	8	7	6	11	10	5	9	12
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	13	12	13	8	8	6	12	10	5	10	12
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.3	1.5	1.5	1.2	1.4	1.5
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]	0.37	0.38	0.37	0.37	0.40	0.41	0.36	0.36	0.39	0.72	0.36
<b>Электрические свойства</b>												
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>
Объемное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω*см]	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>
Диэлектрическая прочность (ISO 60243-1)	кВ/мм			31	30		32		35	35		
Сопротивление трекингу (CTI, DIN EN 60112)	В			600	600		550/475		600	550/475		
<b>Прочие данные</b>												
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0.2 / 0.4	0.2 / 0.3	0.3 / 0.6	0.3 / 0.6	0.2 / 0.3	0.2 / 0.3	0.2 / 0.4	0.2 / 0.4	0.1 / 0.2	0.1 / 0.3	0.2 / 0.3
Стойкость к горячей воде / основа	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Стойкость к атмосферным воздействиям	–	–	–	(+)	(+)	(+)	(+)	–	(+)	(+)	(+)	–
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;)	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB

Указанные данные и сведения соответствуют сегодняшнему состоянию наших знаний и предназначены для информирования о нашей продукции и о возможностях ее применения. Эти данные не гарантируют определенные свойства материалов, их химическую стойкость или их пригодность для конкретной цели эксплуатации на законном основании. Указанные в таблицах данные - это не минимальные и не максимальные значения, а средние показатели, которые могут использоваться прежде всего для сравнения пластинок между собой. Эти значения

находятся в пределах нормальных допусков ряда свойств материалов. Пожалуйста, за подробной информацией обратитесь в службу технического сервиса.

Если не указано иное, значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-60мм согласно DIN EN-15860), полученных экструзией, литьем, компрессионным формованием с последующей механической обработкой. Свойства материалов существенно зависят от размеров изделия или заготовок, а

также ориентации в них компонентов (особенно в армированных марках). Материал не может быть использован без отдельного тестирования в соответствии с индивидуальными обстоятельствами.

Информационные листки с результатами испытаний подлежат периодическому пересмотру, самые последние обновления можно найти на [www.polimer1.ru](http://www.polimer1.ru). Технические изменения защищены.

# Основные показатели материалов (EXT)

Наименование	TECAMID 66 LA natural	TECAMID 66/X GF50 black	TECAPET white	TECAPET black	TECAPET TF grey	TECAFLOX PVDF natural	TECAFLOX PTFE natural	TECATRON natural	TECATRON GF40 natural	TECATRON GF40 black	TECATRON PVX black
Химическое обозначение	PA 66	PA 66	PET	PET	PET	PVDF	PTFE	PPS	PPS	PPS	PPS
Наполнители	смазка	GF 50%	без добавок	черный краситель	PTFE	без добавок	без добавок	без добавок	GF 40%	GF 40%	CF 10%, GR 10%, TF 10%
Плотность (DIN EN ISO 1183) [г/см <sup>3</sup> ]	1.11	1.61	1.36	1.39	1.43	1.78	2.15	1.36	1.63	1.63	1.50
<b>Механические свойства</b>											
Модуль упругости (растяжение) (DIN EN ISO 527-2) [МПа]	3,100	8,700	3,100	3,400	3,200	2,200		4,100	6,500	6,500	4,600
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2) [МПа]	76	115	79	91	78	62		102	83	83	53
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2) [МПа]	76	115	79	91	78	62	22(A1)	100	83	83	53
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2) [%]	11	2	5	4	4	8		4	3	2	2
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2) [%]	14	2	10	15	6	17	220(A1)	4	3	2	2
Модуль упругости (изгиб) (DIN EN ISO 178) [МПа]	2,800	9,000	3,200	3,400	3,300	2,100		4,000	6,600	6,600	4,800
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178) [МПа]	102	200	121	134	119	77		151	145	145	91
Модуль сжатия (EN ISO 604) [МПа]	2,400	6,200	2,700	2,800	2,700	1,900		3,300	4,600	4,600	3,300
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604) [МПа]	20/35	28/56	19/35	19/36	21/38	16/28	5(A)/	20/38	21/41	21/41	19/36
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU) [кДж/м <sup>2</sup> ]	37		81	27	42	150		29	24	24	14
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA) [кДж/м <sup>2</sup> ]			4								
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1) [МПа]	145		175	195	183	129	55(D)	248	333	343	238
<b>Температурные свойства</b>											
Температура стеклования (DIN 53765) [°C]	54	78	81	81	82	-40	-20	97	93	93	94
Точка плавления (DIN 53765) [°C]	261	256	244	244	249	171		281	280	280	281
Температура тепловой деформации (ISO-R 75 Метод А, HDT) [°C]											
Кратковременная рабочая температура [°C]	120	200	170	170	170	150	260	260	260	260	260
Постоянная рабочая температура [°C]	90	130	110	110	110	150	260	230	230	230	230
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2) [10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	11	4	8	8	8	16		6	4	4	5
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2) [10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	12	5	10	10	10	18	13**	7	5	5	6
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008) [J/(g*K)]	1.6		1.2		1.1	1.3		1.0	1.0	0.9	0.9
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008) [Вт/(м*K)]	0.36		0.31		0.30	0.25	0.20	0.25	0.35	0.33	0.58
<b>Электрические свойства</b>											
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093) [Ω]	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>		10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup> -10 <sup>10</sup>
Объемное сопротивление (DIN IEC 60093) [Ω*см]	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>		10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup> -10 <sup>12</sup>
Диэлектрическая прочность (ISO 60243-1) кВ/мм							80(A2)		32		
Сопротивление трекингу (CTI, DIN EN 60112) В			600						125		
<b>Прочие данные</b>											
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62) [%]	0.2/0.4	0.1/0.2	0.02/0.03	0.02/0.03	0.02/0.03	<0.01/<0.01		<0.01/0.01	<0.01/0.01	<0.01/0.01	<0.01/0.01
Стойкость к горячей воде / основа (+)		-	-	-	-	+		+	+	+	+
Стойкость к атмосферным воздействиям -		(+)	-	(+)	-	+		-	-	(+)	(+)
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;) HB	HB	HB	HB	HB	HB	V0	V0	V0	V0	V0	V0

Данные получены непосредственно после мехобработки (стандартный климат Германии). Для полиамидов значения сильно зависят от влажности.



Тестовый образец по DIN EN ISO 527-2

- + хорошая стойкость
- (+) относительная стойкость
- плохая стойкость (в зависимости от концентрации, времени и температуры)
- б.п. - без повреждений
- н.о. - не определено
- D - твердость по Шору D
- (a) Температура стеклования определена по DIN EN ISO 11357
- (b) Теплопроводность в соответствии с ISO 8302
- (c) Теплопроводность в соответствии с ASTM E1530

- (d) Поверхностное сопротивление испытывалось в соответствии с ASTM D 257
- (1) испытания при 10 кГц, 23°C
- (2) испытания при 1 МГц, 23°C по ASTM D 150
- (3) испытания при 1 кГц, 23°C по ASTM D 150
- (4) испытания при 27 МГц, 23°C по DIN IEC 60250
- \* испытания по DIN EN 61340-2-3, образец толщиной 20мм
- \*\* испытания по ASTM D 696
- A - испытания по ASTM D 695
- A1 - испытания по ASTM D 4894
- A2 - испытания по ASTM D 149



Наименование	TECAPEEK natural	TECAPEEK black	TECAPEEK GF30 natural	TECAPEEK CF30 black	TECAPEEK PVX black	TECAPEEK ELS nano black	TECAPEEK TF10 blue	TECAPEEK TS grey	TECAPEEK CMF white	TECAPEEK HT black	TECAPEEK ST black	
Химическое обозначение	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEK	PEKEKK	
Наполнители	без добавок	черный краситель	GF 30%	CF 30%	CF 10%, GR 10%, TF 10%	карбоновые нанотрубки	PTFE 10%	минеральный наполнитель	керамика	без добавок	без добавок	
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г/см <sup>3</sup> ]	1.31	1.31	1.53	1.38	1.44	1.36	1.38	1.49	1.65	1.31	1.32
<b>Механические свойства</b>												
Модуль упругости (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	4,200	4,100	6,400	6,800	5,500	4,800	3,400	5,700	5,500	4,600	4,600
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	116	100	105	122	84	106	95	110	105	120	134
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	116	100	105	122	84	106	95	110	102	120	134
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	5	3	3	7	3	4	5	4	3	4	5
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	15	3	3	7	3	4	8	4	4	5	13
Модуль упругости (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	4,200	4,100	6,600	6,800	6,000	4,700	3,900	5,900	5,500	4,600	4,600
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	175	171	164	193	142	178	149	175	170	192	193
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	3,400	3,300	4,800	5,000	4,000	3,600	3,000	4,300	4,300	3,500	3,500
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	23/43	22/41	29/52	25/47	23/44	27/47	22/39	17/34	25/46	25/45	24/42
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж/м <sup>2</sup> ]	б.п.	75	33	62	28	58	48	б.п.	65	б.п.	б.п.
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж/м <sup>2</sup> ]	4							7		4	4
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	253	253	316	355	250	253	220	290	286	282	275
<b>Температурные свойства</b>												
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	150	151	147	147	146	147	157	151	151	160	165
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	341	341	341	341	341	341	340	339	339	375	384
Температура тепловой деформации (ISO-R 75 Метод А, HDT)	[°C]	162										
Кратковременная рабочая температура	[°C]	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Постоянная рабочая температура	[°C]	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	5	5	4	4	3	5	6	4	5	5	5
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	5	5	4	4	3	5	6	4	5	5	5
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J/(g*K)]	1.1	1.1	1.0	1.2	1.1	1.1			1.0		
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт/(м*K)]	0.27	0.30	0.35	0.66	0.82	0.46			0.38		
<b>Электрические свойства</b>												
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]	10 <sup>15</sup>	>10 <sup>12</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>9</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>11</sup>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup> *	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>
Объемное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω*см]	10 <sup>15</sup>		10 <sup>14</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>9</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>12</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup> *	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	
Диэлектрическая прочность (ISO 60243-1)	кВ/мм											
Сопротивление трекингу (CTI, DIN EN 60112)	В											
<b>Прочие данные</b>												
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0.02/0.03	0.02/0.03	0.02/0.03	0.02/0.03	0.02/0.03	0.02/0.03	0.02/0.03	0.02/0.03	0.02/0.03	0.02/0.04	0.02/0.03
Стойкость к горячей воде / основа		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Стойкость к атмосферным воздействиям		-	-	-	-	-	(+)	-	-	-	(+)	(+)
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;)		V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0

Указанные данные и сведения соответствуют сегодняшнему состоянию наших знаний и предназначены для информирования о нашей продукции и о возможностях ее применения. Эти данные не гарантируют определенные свойства материалов, их химическую стойкость или их пригодность для конкретной цели эксплуатации на законном основании. Указанные в таблицах данные - это не минимальные и не максимальные значения, а средние показатели, которые могут использоваться прежде всего для сравнения пластинок между собой. Эти значения

находятся в пределах нормальных допусков ряда свойств материалов. Пожалуйста, за подробной информацией обратитесь в службу технического сервиса.

Если не указано иное, значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-60мм согласно DIN EN-15860), полученных экструзией, литьем, компрессионным формованием с последующей механической обработкой. Свойства материалов существенно зависят от размеров изделия или заготовок, а

также ориентации в них компонентов (особенно в армированных марках). Материал не может быть использован без отдельного тестирования в соответствии с индивидуальными обстоятельствами.

Информационные листки с результатами испытаний подлежат периодическому пересмотру, самые последние обновления можно найти на [www.polimer1.ru](http://www.polimer1.ru). Технические изменения защищены.

# Основные показатели материалов (EXT, HCM)

Наименование	TECATEC PEEK CW50 black	TECATEC PEKK CW60 black	TECASINT 1011 natural	TECASINT 1021 black	TECASINT 1031 black	TECASINT 1041 black	TECASINT 1061 black	TECASINT 1611 brown	TECASINT 2011 natural	TECASINT 2021 black	TECASINT 2031 black	
Химическое обозначение	PEEK	PEKK	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	
Наполнители			без добавок	GR 15%	GR 40%	MoS <sub>2</sub> 30%	GR 15%, PTFE 10%	PTFE 30%	без добавок	GR 15%	GR 40%	
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г/см <sup>3</sup> ]	1.51	1.61	1.34	1.42	1.57	1.67	1.48	1.51	1.38	1.45	1.59
<b>Механические свойства</b>												
Модуль упругости (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	51,700	54,300	3,600	4,000		4,340			3,700	4,400	6,300
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	500	585	116	97	65	82	77	82	118	101	65
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]											
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]											
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]			3.8	2.8	2.2	2.8	2.9	4.1	4.5	3.7	2.1
Модуль упругости (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	48,000	50,900	3,700	4,000		4,330			3,600	4,300	5,200
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	750	900	170	150	88	126	120	122	177	145	87.5
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	3,900	5,100	2,000	1,880					1,713	1,900	2,027
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]		51 / 509	500	210	180	204	227	211	486	300	131
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж/м <sup>2</sup> ]			75.8	35.1	16.5	29.6	25.8	–	87.9	36.7	14.2
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж/м <sup>2</sup> ]			5.0	4.8	3.6	2.8	3.9	–	9.3	2.9	3.3
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]			90(D)	88(D)	85(D)	89(D)	85(D)	84(D)	260 (90(D))	87(D)	84(D)
<b>Температурные свойства</b>												
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	143	165	368 (a)	330 (a)	330 (a)	330 (a)	330 (a)	330 (a)	370 (a)	370 (a)	370 (a)
Температура тепловой деформации	[°C]			368 (1.85)	300 (1.85)					319 (1.8)	335 (1.8)	325 (1.8)
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	343	370-380									
Кратковременная рабочая температура	[°C]											
Постоянная рабочая температура	[°C]	260	260	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тепловое расширение (CLTE), 50 – 200°C (DIN 53 752)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]			4.3/4.3	3.8/	3.1/	6.5/	5.1/	5.0/	4.4/4.3	3.8/4.5	3.0/
Тепловое расширение (CLTE), 200 – 300°C (DIN 53 752)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]			5.3/5.3						5.1/5.1	4.6/5.4	3.8/
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J/(g*K)]			1.04	1.13					0.925		
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт/(м*K)]			0.22 (b)	0.53 (b)					0.22 (b)		
<b>Электрические свойства</b>												
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]			10 <sup>16</sup>	<10 <sup>7</sup>	<10 <sup>3</sup>			10 <sup>16</sup>	10 <sup>15</sup>		
Объемное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω*см]			10 <sup>17</sup>					10 <sup>17</sup>			
Диэлектрическая постоянная (DIN IEC 60250)				3.1 <sup>(d)</sup>								
<b>Прочие данные</b>												
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0.15	0.23	1.08/	0.51/	0.42/	0.72/		0.46/	0.47/	0.44/	1.2/
Стойкость к горячей воде / основа		+	+									
Стойкость к атмосферным воздействиям		–	–									
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;)		V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0

Данные получены непосредственно после мехобработки (стандартный климат Германии). Для полиамидов значения сильно зависят от влажности.



Тестовый образец по DIN EN ISO 527-2

- +
- (+) хорошая стойкость
- (+) относительная стойкость
- плохая стойкость (в зависимости от концентрации, времени и температуры)
- б.п.** - без повреждений
- н.о.** - не определено
- D** - твердость по Шору D
- (a)** Температура стеклования определена по DIN EN ISO 11357
- (b)** Теплопроводность в соответствии с ISO 8302
- (c)** Теплопроводность в соответствии с ASTM E1530

- (d)** Поверхностное сопротивление испытывалось в соответствии с ASTM D 257
- (1)** испытания при 10 кГц, 23°C
- (2)** испытания при 1 МГц, 23°C по ASTM D 150
- (3)** испытания при 1 кГц, 23°C по ASTM D 150
- (4)** испытания при 27 МГц, 23°C по DIN IEC 60250
- \* испытания по DIN EN 61340-2-3, образец толщиной 20мм
- \*\* испытания по ASTM D 696
- A** - испытания по ASTM D 695
- A1** - испытания по ASTM D 4894
- A2** - испытания по ASTM D 149

Наименование	TECASINT 2391 black	TECASINT 4011 natural	TECASINT 4021 black	TECASINT 4111 natural	TECASINT 4121 black	TECASINT 5011 natural	TECASINT 5051 natural	TECASINT 5201 SD black	TECASINT 8001 yellow-brown	TECASINT 8061 yellow-brown	
Химическое обозначение	PI	PI	PI	PI	PI	PAI	PAI	PAI	PTFE	PTFE	
Наполнители	MoS <sub>2</sub> 15%	без добавок	GR 15%	без добавок	GR 15%	без добавок	GF 30%	антистат. добавка	PI 20%	PI 40%	
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г/см <sup>3</sup> ]	1.54	1.41	1.49	1.46	1.53	1.38	1.57	1.54	1.88	1.68
<b>Механические свойства</b>											
Модуль упругости (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	4,400	4,000	4,943	6,300	6,600	4,500	5,800	4,500		
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	95	130	93	100	34	110	94	85	15	13
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]										
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]										
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	2.9	4.5	3	1.7	0.5	5.5	3.4	4.0	200.0	4.0
Модуль упругости (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	4,136	4,300	4,200	6,100	6,100	4,240	6,625	4,200		
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	137	180	131	160	113	162	163	135		29
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	2,200	2,100	2,067	2,500	2,200	2,590	2,590			
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	253	40	208	250	200	474	260	240		60
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж/м <sup>2</sup> ]		87	24.4	24	11	37.4	27.3	17.8		5.4
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж/м <sup>2</sup> ]		9.6	4.8	1.1	1.4		5.1	2.8		2.5
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	265 (90(D))	88(D)	86(D)	345(90(D))	87(D)	91(D)		375 (93(D))	65(D)	70(D)
<b>Температурные свойства</b>											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	370 (a)	260 (a)	260 (a)	н.о. (a)	н.о. (a)	340 (a)	340 (a)	340 (a)	-20 (a)	-20 (a)
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]										
Кратковременная рабочая температура	[°C]										
Постоянная рабочая температура	[°C]						300	300	300	250	270
Тепловое расширение (CLTE), 50 – 200°C (DIN 53 752)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	4.0/4.7	4.6/5.6	3.9/5.4	3.6/5.2	3.3/5.0	4.8/-		3.3/-	14.4/-	6.7/-
Тепловое расширение (CLTE), 200 – 300°C (DIN 53 752)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]	5.0/5.7	6.2/7.6	5.3/7.3	4.7/6.9	4.2/6.6					
Тепловое расширение (CLTE), 300 – 400°C (DIN 53 752)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]				6.5/9.9	6.0/9.7	4.8/-		3.3/-	14.4/-	6.7/-
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J/(g*K)]		1.04						1	1	
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт/(м*K)]		0.4 (b)		0.35 (b)					0.25 (b)	0.25 (b)
<b>Электрические свойства</b>											
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]		10 <sup>16</sup> (d)		10 <sup>16</sup> (d)		10 <sup>15</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>9</sup> -10 <sup>11</sup>		
Объемное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω*см]		10 <sup>16</sup> (d)		10 <sup>16</sup> (d)		10 <sup>17</sup>			10 <sup>18</sup>	10 <sup>17</sup>
Диэлектрическая постоянная (DIN IEC 60250)			3.59 <sup>(3)</sup>		3.7 <sup>(2)</sup>					2.3 <sup>(1)</sup>	
<b>Прочие данные</b>											
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0.53/	0.08/	0.08/	0.08/	0.08/	0.69/		0.46/	0.7/	1.12/
Стойкость к горячей воде / основа											
Стойкость к атмосферным воздействиям											
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;)		V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0

Указанные данные и сведения соответствуют сегодняшнему состоянию наших знаний и предназначены для информирования о нашей продукции и о возможностях ее применения. Эти данные не гарантируют определенные свойства материалов, их химическую стойкость или их пригодность для конкретной цели эксплуатации на законном основании. Указанные в таблицах данные - это не минимальные и не максимальные значения, а средние показатели, которые могут использоваться прежде всего для сравнения пластинок между собой. Эти значения

находятся в пределах нормальных допусков ряда свойств материалов. Пожалуйста, за подробной информацией обратитесь в службу технического сервиса.

Если не указано иное, значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-60мм согласно DIN EN-15860), полученных экструзией, литьем, компрессионным формованием с последующей механической обработкой. Свойства материалов существенно зависят от размеров изделия или заготовок, а

также ориентации в них компонентов (особенно в армированных марках). Материал не может быть использован без отдельного тестирования в соответствии с индивидуальными обстоятельствами.

Информационные листки с результатами испытаний подлежат периодическому пересмотру, самые последние обновления можно найти на [www.polimer1.ru](http://www.polimer1.ru). Технические изменения защищены.

# Основные показатели материалов (СМ)

Наименование	TECATRON CM GF40 natural (XP-64)	TECATRON CM CF15 GR10 TF10 black(XP-83)	TECAPEEK CM natural (XP-96)	TECAPEEK CM GF15 natural (XP-92)	TECAPEEK CM GF30 natural (XP-91)	TECAPEEK CM CF30 black (XP-98)	TECAPEEK CM CF10 GR10 TF10 black(XP-100)	TECAPEEK CM CF10 TF15 black (XP-109)	TECAPEEK CM GR10 TF10 black (XP-101)	TECAPEEK CM TF25 natural (XP-117)
Химическое обозначение	PPS	PPS	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK
Наполнители	GF 40%	CF 15%, GR 10%, TF 10%	без добавок	GF 15%	GF 30%	CF 30%	CF 10%, GR 10%, TF 10%	CF 10%, TF 15%	GR 10%, TF 10%	TF 25%
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г/см <sup>3</sup> ] 1.70	1.43	1.36	1.44	1.56	1.43	1.47	1.51	1.47	1.45
<b>Механические свойства</b>										
Модуль упругости (растяжение) (ASTM D 638)	[МПа]	6,200		5,300		8,200	9,600	7,500		2758
Прочность при растяжении (ASTM D 638)	[МПа]									
Предел прочности при растяжении (ASTM D 638)	[МПа]	42	35	95	103	89	126	64	82	59
Удлинение при растяжении (ASTM D 638)	[%]									
Удлинение при разрыве (ASTM D 638)	[%]	1.1	1.5	4.5	3.8	2.1	2.2	1.5	2.0	2.4
Модуль упругости (изгиб) (ASTM D 790)	[МПа]	8200		4,800		6,800	11,000	6,200	8,200	4,200
Прочность на изгиб (ASTM D 790)	[МПа]	75	53	153	149	144	210	110	127	88
Модуль сжатия (ASTM D 695)	[МПа]	3900		2,400				2,200		
Прочность на сжатие (ASTM D 695)	[МПа]	172					181	132		110
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж/м <sup>2</sup> ]									
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж/м <sup>2</sup> ]									
Твердость по Шору D (ASTM D 2240)		88	88	89		91	93	85	94(R)	83/116(R)
<b>Температурные свойства</b>										
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]									
Температура тепловой деформации (ASTM D 648)	[°C]	112		148		>237				
Точка плавления (DIN 53765) DSC	[°C]			342	342	342	342	342	342	342
Кратковременная рабочая температура	[°C]									
Постоянная рабочая температура	[°C]									
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]									
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]									
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J/(g*K)]									
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт/(м*K)]									
<b>Электрические свойства</b>										
Поверхностное сопротивление (ASTM D 257)	[Ω]						10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup>		
<b>Прочие данные</b>										
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]									
Стойкость к горячей воде / основа				+	+	+	+	+	+	+
Стойкость к атмосферным воздействиям				-	-	-	-	-	-	-
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;)		V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0

+ хорошая стойкость  
 (+) относительная стойкость  
 - плохая стойкость (в зависимости от концентрации, времени и температуры)  
 б.п. без повреждений  
 н.о. не определено

R - Роквелл, ASTM D 785  
 C - ASTM D 1708, с учетом погрешности перевода из psi в МПа

28 Если не указано иное, эти значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-

60 мм согласно DIN EN 15860) , полученных экструзией, литьем, компрессионным формованием с последующей мехобработкой. Свойства материалов зависят от размеров изделия, заготовок и ориентации в них компонентов (особенно в армированных полимерах). Материал не может быть использован без отдельного тестирования в соответствии с индивидуальными обстоятельствами. Информационные листки с результатами испытаний подлежат периодическому пересмотру, самые последние обновления можно найти на [www.polimer1.ru](http://www.polimer1.ru) в разделе «0

пластиках в цифрах». Технические изменения защищены. Указанные данные - это не минимальные или не максимальные значения, а контрольные цифры, которые могут использоваться, прежде всего, для сравнения тех или иных свойств пластика при выборе материала. Эти значения находятся в пределах нормальных допусков ряда свойств продукта, следовательно, мы не можем предоставить Вам законно обоснованные гарантии физических свойств и пригодности материала для конкретной области применения.



# Основные показатели материалов (SM)

Наименование	TECAPEEK SM natural	TECAPEEK SM GF30 natural	TECAPEEK SM CF30 black	TECAPEEK SM TF20 natural	TECAPEEK SM PVX black	TECAFLON PTFE natural				
Химическое обозначение	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PTFE				
Наполнители	без добавок	GF 30%	CF 30%	TF 20%	CF 10%, GR 10%, TF 10%	без добавок				
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г/см <sup>3</sup> ] 1.31	1.53	1.43	1.39	1.43	2.15				
<b>Механические свойства</b>										
Модуль упругости (растяжение) (BS EN ISO 527-2)	[МПа] 3,520	7,230	7,500	3,000	6,000					
Прочность при растяжении (BS EN ISO 527-2)	[МПа] 102	107	104	70	70					
Предел прочности при растяжении (BS EN ISO 527-2)	[МПа] 102	107	104	70	70	20				
Удлинение при растяжении (BS EN ISO 527-2)	[%] 3.6	2.1								
Удлинение при разрыве (BS EN ISO 527-2)	[%] 19.0	2.1	2.6	10.0	2.0	200.0				
Модуль упругости (изгиб)	[МПа] 3,670	6,380								
Прочность на изгиб	[МПа] 164	165								
Модуль сжатия	[МПа] 2,400									
Прочность на сжатие	[МПа]			181						
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж/м <sup>2</sup> ]									
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж/м <sup>2</sup> ]									
Твердость по Шору D (BS EN ISO 868)		88	89	89	84	85				
<b>Температурные свойства</b>										
Температура стеклования (DIN 53765)(1)	[°C] 150	147	143	150	143					
Температура тепловой деформации (ASTM D 648)	[°C]									
Точка плавления (DIN 53765) DSC	[°C] 341	341	343	341	343					
Кратковременная рабочая температура	[°C] 300	300	300	300	300					
Постоянная рабочая температура	[°C] 260	260	260	260	260	260				
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]									
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (ASTM D696)	[10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup> ]					12-13				
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J/(g*K)]									
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт/(м*K)]									
<b>Электрические свойства</b>										
Поверхностное сопротивление (DIN EC 60093)	[Ω]		10 <sup>14</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>9</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>11</sup>				
<b>Прочие данные</b>										
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]									
Стойкость к горячей воде / основа		+	+	+	+	+	+			
Стойкость к атмосферным воздействиям		-	-	-	-	-	-			
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;)		V0	V0	V0	V0	V0	V0			

+ хорошая стойкость

(+) относительная стойкость

- плохая стойкость (в зависимости от концентрации, времени и температуры)

б.п. без повреждений

н.о. не определено

(1) - данные взяты из открытых источников

(2) - данные взяты из открытых источников

Если не указано иное, эти значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-

60 мм согласно DIN EN 15860), полученных экструзией, литьем, компрессионным формованием с последующей мехобработкой. Свойства материалов зависят от размеров изделия, заготовок и ориентации в них компонентов (особенно в армированных полимерах). Материал не может быть использован без отдельного тестирования в соответствии с индивидуальными обстоятельствами.

Информационные листки с результатами испытаний подлежат периодическому пересмотру, самые последние обновления можно найти на [www.polimer1.ru](http://www.polimer1.ru) в разделе «О

пластиках в цифрах». Технические изменения защищены.

Указанные данные - это не минимальные или не максимальные значения, а контрольные цифры, которые могут использоваться, прежде всего, для сравнения тех или иных свойств пластика при выборе материала. Эти значения находятся в пределах нормальных допусков ряда свойств продукта, следовательно, мы не можем предоставить Вам законно обоснованные гарантии физических свойств и пригодности материала для конкретной области применения.

## **Контакты**

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

[www.agent-it.ru](http://www.agent-it.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, взята 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 апрель 2017 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 детали и узлы. Постоянные обновления Вы найдете на нашем сайте.

