



Полимерные заготовки

Инженерные пластики
Руководство



Ensinger

Данное руководство предназначено для того, чтобы дать читателям информацию о пластиках Ensinger. Наряду с теоретическими данными и общей информацией в этом руководстве также содержится ряд практических советов и рекомендаций вместе с примерами расчетов, необходимых для разработки деталей, и рекомендациями по дальнейшей обработке пластиков.

- 4 Обзор пластиков
- 6 Классификация пластиков
- 7 Технологические цепочки Ensinger
- 8 Методы получения и обработки

Материалы

- 12 TECARAN ABS
- 13 TECANYL
- 14 TECAFINE PE
- 15 TECAFINE PMP
- 16 TECAPRO MT / TECAFINE PP
- 18 TECAFORM
- 20 TECAMID
- 22 TECAST / TECARIM
- 24 TECADUR / TECAPET
- 26 TECANAT
- 28 TECAFLON
- 30 TECAPEI
- 32 TECASON S, P, E
- 34 TECATRON
- 36 TECAPEEK
- 38 TECATOR
- 40 TECASINT

Свойства

- 44 Модификации/Добавки
- 46 Термические свойства
- 50 Механические свойства
- 54 Влияние обработки на результаты тестирования
- 55 Трибологические характеристики
- 57 Электрические свойства
- 60 Химическая стойкость
- 62 Поглощение влаги
- 63 Классификация огнестойкости
- 64 Радиационная стойкость
- 66 Сертификаты и разрешения

Выбор материала и расчеты

- 70 Выбор материала
- 72 Расчеты

Дальнейшая обработка

- 76 Механическая обработка
- 77 Основные параметры мехобработки
- 78 Отжиг
- 80 Сварка
- 82 Склеивание
- 84 Очистка пластиков
- 86 Работа с продукцией
- 88 Основные показатели материалов
- 98 Ограничение ответственности

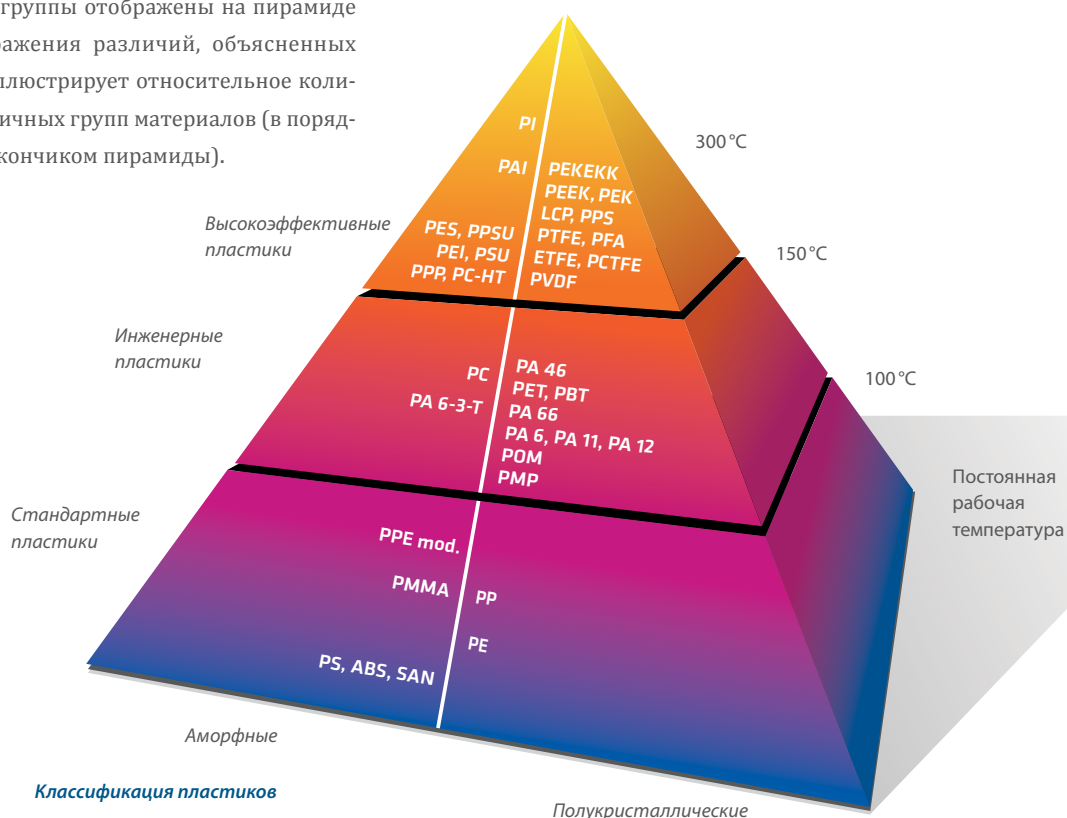
Классификация пластиков

Новые полимерные материалы являются важной движущей силой технического прогресса. Пластики имеют целый ряд преимуществ и во многих случаях могут эффективно заменить металлы или керамику. Среди полимеров можно провести различие по их типам: термореактопласты, эластомеры и термопласты. Термопластичные полимеры или термопласты - это пластмассы, которые возможны к переработке плавлением (обратно плавкие), так как они не имеют пространственных поперечных связей. Эластомеры также являются перекрёстнотвердевающими материалами, но могут проявлять способность к упругой деформации и возвращаться в свою первоначальную форму после воздействия нагрузки. Термопластические полимеры или термопласты являются обратно плавкими, так как у них отсутствуют трехмерные поперечные связи. Группа термопластичных пластмасс подразделяется на две разных подгруппы на основании их структуры: аморфные и полукристаллические термопласты.

Ensinger производит термопласты. Они могут быть неоднократно деформированы и изменены в своей форме и представляют собой широкий простор для модификаций.

В принципе, вся группа термопластов подразделяется на три секции, которые в общем основаны на термостойкости пластиков: стандартные, инженерные и высокоэффективные пластмассы. Все эти группы отображены на пирамиде пластиков. Кроме отображения различий, объясненных выше, пирамида также иллюстрирует относительное количество производства различных групп материалов (в порядке убывания, заканчивая кончиком пирамиды).

Классификация пластиков



Технологические цепочки Ensinger

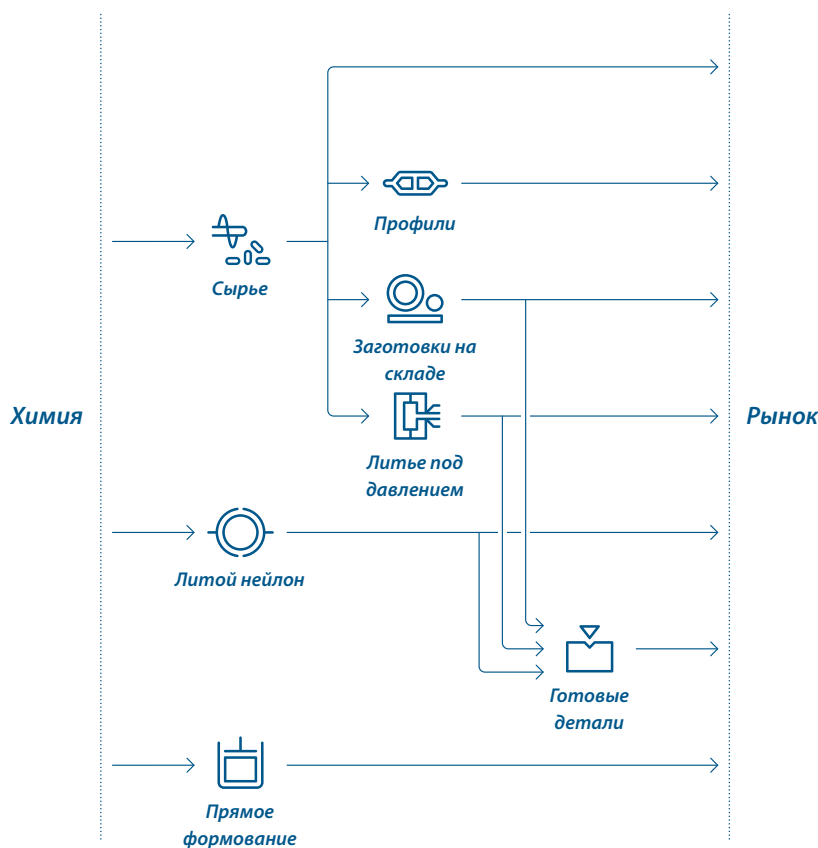
Торговая марка Ensinger объединяет широкий спектр производственных технологий для получения и обработки пластмасс под одной крышей. Начиная от метода реактивного литья полиамида путем компаундирования различными добавками, изготовления профилей и заготовок путем экструзии и литья под давлением готовых деталей, вплоть до обработки материалов и получения готовой продукции, варианты получения термопластов представлены в широком спектре. Очень часто метод получения определяет обрабатываемый материал или конечный продукт: большие или малые объемы производства, громоздкие или деликатные детали, материал, который может быть легко расплавлен или наоборот плохо поддается обработке - во всех этих случаях верный метод изготовления всегда находится у нас под рукой.

Не всегда продукция направляется к клиенту уже в законченном виде. Несколько различных направлений и производственных ступеней может быть вовлечено в цепочку производства с целью обеспечения клиента полноценным решением.

Многие модификации разрабатываются индивиду-

ально для конкретных отраслей промышленности и отдельных клиентов и потому производятся без привлечения сторонних специалистов. Полученные данные применяются и для внутренних задач, для литья под давлением, экструзии профилей или заготовок, таких как стержни, плиты или трубы.

В течение дальнейшего процесса обработки экструдированные материалы, отлитые заготовки и прочая первичная продукция, используются для производства высокоточных готовых деталей. И наши клиенты могут быть полностью уверены в том, что мы обеспечиваем соответствие продукции всем строгим стандартам качества. Строгие руководства и квалифицированные специалисты обеспечивают надежную защиту отдельных звеньев технологического процесса, начиная от сырья и заканчивая готовой продукцией.

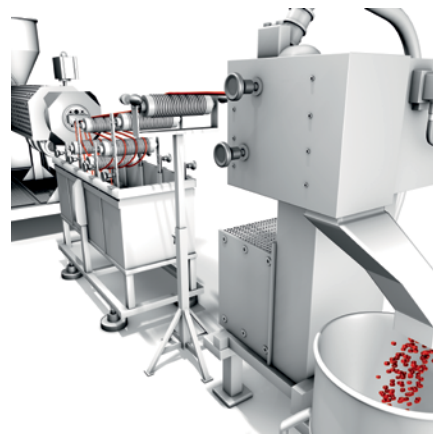


Методы получения и обработки

Сырье, полимерные заготовки и готовые детали могут быть обработаны при помощи следующих технологических процессов:

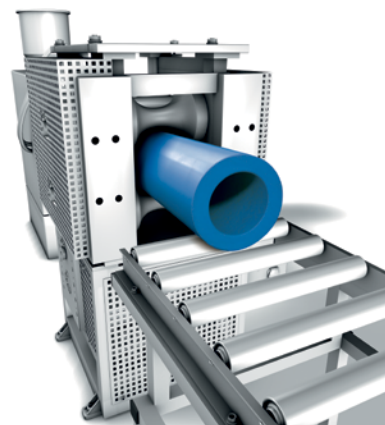
Сырье

Сырье для получения пластиков смешивается с различными наполнителями и добавками и расплавляется. Далее экструдировается в виде тонких нитей, а затем нити разрезаются на гранулы. Данный процесс позволяет адаптировать свойства пластмасс специально для отдельных областей применения, например за счет улучшения свойств скольжения или электропроводимости.



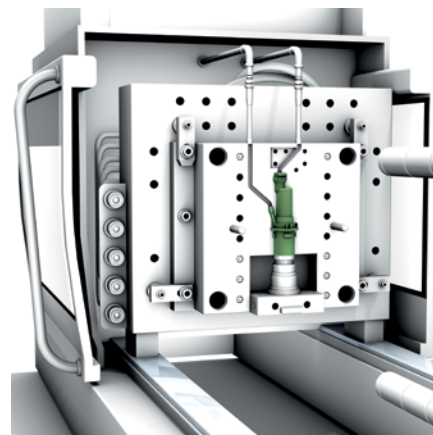
Экструзия

Экструзия - процесс с регулируемым давлением и температурой. Это непрерывный производственный процесс, при котором сырье загружается в экструдер, расплавляется, а затем под воздействием давления полимер принимает форму определенного вида. Сечение получившейся геометрической формы определяется используемым штампом или калибровкой. Технология экструзии является эффективным методом производства полуобработанных материалов (заготовок) с большой толщиной стенок или размерами. В перечень заготовок, изготовленных с помощью данного метода, входят стержни, трубы, плиты самых различных размеров и цветов.



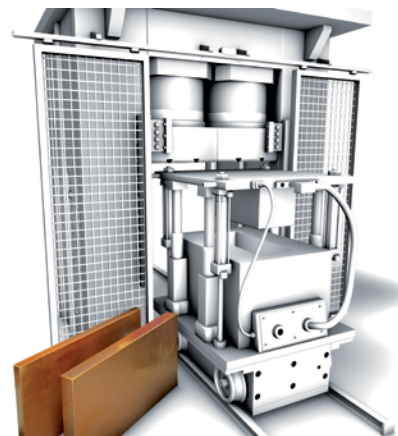
Литье под давлением

Литье под давлением является высокоэффективным технологическим процессом формования для массового производства готовых деталей, способных к непосредственному коммерческому использованию. Пластик расплавляется при помощи экструдера, пластифицируется и затем вводится под давлением в специальный формовочный инструмент. Полость инструмента определяет форму и структуру поверхности готовой детали. Из-за затрат на формовочные инструменты литье под давлением, как правило, более экономично только для больших производственных циклов.



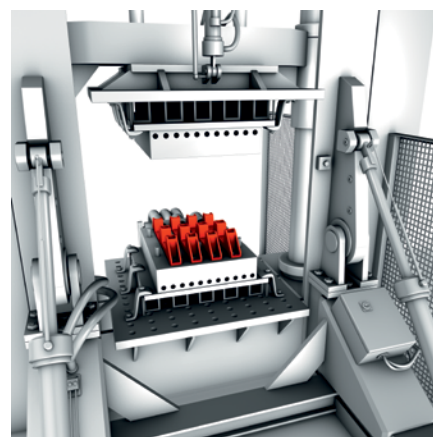
Компрессионное формование/спекание

Компрессионное формование и спекание используются для производства свободных от напряжения полуобработанных материалов (заготовок), а также готовых заказных деталей с минимальной тенденцией к деформации. Так называемая технология компрессионного формования используется для изготовления полуобработанной продукции (заготовок). В ходе этого процесса порошкообразные частицы спрессовываются при высоком давлении и температуре в определенную форму. Из-за количества времени и материалов, требующихся для этого метода, он считается относительно трудоемким и дорогостоящим. В отличие от метода литья под давлением, сжатие в матрице или прямое формование позволяет проводить непосредственное производство без наличия специального формовочного инструмента. Так как требуется специальный порошковый состав, то данный процесс выгоден, как правило, для производственного цикла объемом около 1000 шт.



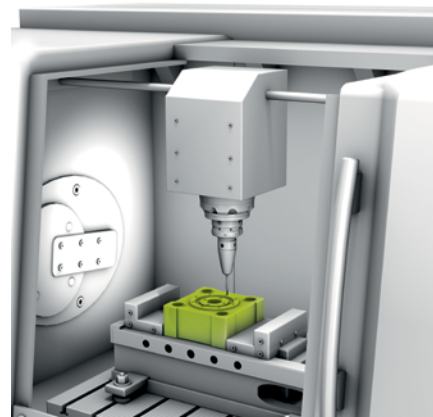
Литье полиамида

Безнапорное литье заказных компонентов оказалось особо успешным методом для производства толстостенных, крупногабаритных деталей, которые практически не нуждаются в дальнейшей обработке. Наряду с заказным литьем, литые продукты из полиамидов могут быть изготовлены и в виде заготовок (пластины, стержни) гораздо больших размеров, чем это бы позволил метод экструзии. Заготовки и детали, изготовленные с помощью данного метода, имеют более низкие показатели внутренних напряжений чем те, которые изготавливались при помощи экструзии. Данный метод литья идеально подходит для малых и средних объемов производства в весовом диапазоне заготовки или детали от 0,5 до 900 кг.



Механическая обработка

Механическая обработка является самым быстрым и наиболее экономичным способом получения готовых компонентов для малых объемов производства. С помощью использования технологии обработки могут быть получены готовые изделия из инженерных и высокотемпературных пластмасс с чрезвычайно жесткими допусками. Это определяет использование фрезеровальных станков с ЧПУ, токарных станков или пил, специально оборудованных для работы с пластмассами, с целью придания окончательного вида частям, изготовленным из экструдированных, литых заготовок или отлитых под давлением заготовок.







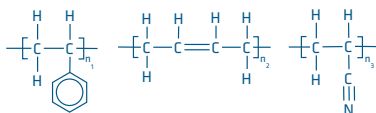
Материалы

Полимерные заготовки и готовые детали, изготавливаемые из термопластов, используются в любой отрасли промышленности. Техническое применение изделий из этих материалов не ограничивается только автомобильной промышленностью и машиностроением, оно также включает пищевую, фармацевтическую, строительную и транспортную, медицинскую, электротехническую, а также аэрокосмическую промышленности.

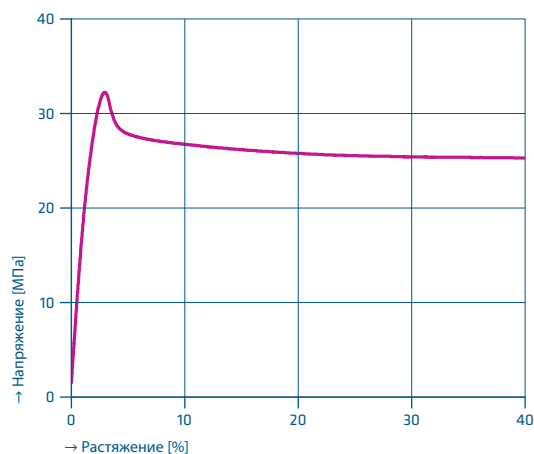
Ensinger предлагает широкий выбор различных инженерных пластмасс. Данные продукты могут быть приобретены как в базовом варианте, так и в различных своих модификациях.

Различные группы материалов представлены на последующих страницах вместе с кратким описанием их типичных свойств, характеристиками материала, структурой и т.д. Также перечислены характерные области применения для данных материалов.





Структурная формула ABS



— TECARAN ABS

TECARAN ABS

ABS (DIN обозначение)

Представляет собой термопластичный сополимеризат из акрилонитрита, бутадиена и мономеров стирола. Использование различных комбинаций этих мономеров позволяет изготавливать широкий диапазон различных вариантов ABS, предлагающих богатый выбор различных свойств благодаря или ветвлению или сополимеризации. ABS - аморфный термопласт.

Свойства

- Непрозрачный
- Низкая плотность
- Высокая степень ударной вязкости
- Высокая прочность и жесткость
- Высокая химическая стойкость
- Умеренно высокая термическая стабильность
- Стойкость к гамма- и рентгеновскому излучению
- Очень хорошие показатели мехобработки
- Низкое поглощение влаги
- Устойчив к царапинам

Показатели

	TECARAN ABS grey (ABS)
T _g	104 °C
Плотность	1.04 г/см ³
Модуль эластичности	1,700 МПа
Рабочая температура, длительная	75 °C
Рабочая температура, кратковременная	100 °C
Минимальная рабочая температура	-50 °C

Идентифицирующие характеристики

- Серый цвет
- Высокая горючесть
- Горит с синим пламенем и с желтым кончиком, образует сажу
- Сладковатый запах
- Плотность более 1.04 г/см³ – плавают в солевом растворе
- Растворим в ацетоне

Продукция/Модификации

TECARAN ABS (ABS)

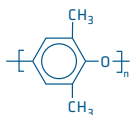
Неармированный, базовый тип, очень ригидный и жесткий, очень хорошие электроизоляционные свойства

Примеры использования

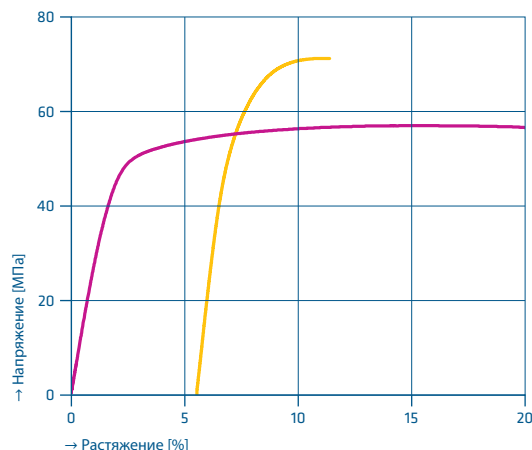
Такие части как корпуса зеркал, интерьерные панели, покрытия громкоговорителей, детали рукояток (автомобильная промышленность), предметы домашнего обихода, такие как фен, а также другая бытовая техника, крепежные элементы в электронной промышленности, музыкальные инструменты, такие как рекордеры и кларнеты.

Резюме

TECARAN ABS более устойчив к царапинам, чем PЭТ и POM, но с более низкой термической стабильностью. Характеристики базового типа ABS предоставляют широкие возможности для модифицирования путем варьирования пропорций его компонентов. Путем создания модификаций с PC и PBT широкий набор материалов с высокой ударной вязкостью может быть создан прежде всего для литья под давлением.



Структурная формула PPE



— TECANYL 731 grey — TECANYL GF30

TECANYL

PPE (DIN обозначение)

Полифениленэфир (PPE) является стандартным аморфным термопластом. Обычно PPE используется только когда модифицируется путем добавления PA или PS. Путем варьирования соотношения компонентов могут быть созданы различные модификации, выдерживающие более высокие тепловые и механические нагрузки. Однако это оказывает негативное влияние на технологичность. В результате модифицирования или добавления наполнителей, к примеру, таких как стекловолокно, механические свойства материала можно варьировать еще больше.

Свойства

- Аморфный
- Низкая плотность, немного больше 1 г/см³
- Высокая ударная вязкость, прочность, твердость и жесткость
- Сопротивление ползучести
- Хорошая химическая стойкость
- Склонность к образованию трещин
- Хорошая термическая стабильность
- Очень низкое поглощение влаги
- Очень хорошая стабильность размеров
- Очень низкая диэлектрическая постоянная

Показатели

TECANYL 731 grey (PPE)	
T _g	145 °C
Плотность	1.10 г/см ³
Модуль эластичности	2,400 МПа
Рабочая температура, длительная	85 °C
Рабочая температура, кратковременная	110 °C
Минимальная рабочая температура	-50 °C

Идентифицирующие характеристики

- Серый цвет
- Очень низкая воспламеняемость, сажеобразование
- Горит синим пламенем
- Неприятный запах при нагревании
- Плотность немного больше 1 г/см³ – плавает в солевом растворе
- Очень стоек к царапинам, твердый
- Растворим в ацетоне/бензине

Продукция/Модификации

TECANYL 731 grey (PPE)

Базовый, неармированный тип

TECANYL MT (PPE)

Широкий диапазон цветов, доступен для медицинских технологий, биосовместим

TECANYL GF30 (PPE GF)

Армирован стекловолокном для высокой прочности, жесткости, низкого теплового расширения, для точных и электроизоляционных деталей

Примеры использования

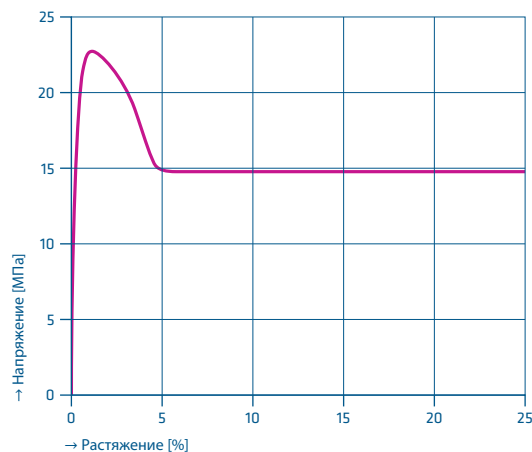
Электроизоляционные компоненты огнезащитного типа, структурные компоненты с низкой деформацией, стойкие к царапинам компоненты, глянцевое покрытие внешних частей (корпуса бытовой электроники), части катушек для спутниковых технологий, корпуса датчиков железнодорожных путей, электрические адаптеры для подводных кабельных разъемов, использующихся в нефте- и газопроводных технологиях.

Резюме

Вследствие его хорошей стабильности формы и ударной прочности PPE более применим, по сравнению с другими пластиками, в области изготовления компонентов корпусов, в особенности тех, что подвергаются высоким уровням нагрузки. Следовательно, этот материал обеспечивает возможность для недорогого производства подходящих компонентов.



Структурная формула PE



TECAFINE PE

TECAFINE PE

PE (DIN обозначение)

Полиэтилен (PE) - это термопластичный полимер, произведенный путем полимеризации этилена. С точки зрения количества изготовленной продукции, полиэтилен является одним из крупнейших в группе пластмасс полиолефинов. PE принадлежит к группе полукристаллических термопластов. Наиболее часто используемые типы полиэтилена (PE-HD), PE 5 (PE-HMW), PE 10 (PE-UHMW) и полиэтилен низкой плотности (PE-LD, PE-LLD). Они различаются с точки зрения их молекулярного веса и степени молекулярного разветвления.

Свойства

- Полукристаллический, низкая плотность
- Высокий уровень ударной вязкости, низкая прочность и твердость
- Очень хорошая химическая стойкость
- Низкая термическая стабильность, увеличивающаяся с ростом молекулярного веса
- Антиадгезионные свойства
- Очень высокое тепловое расширение
- Очень низкий коэффициент рассеивания
- Очень хорошие электроизоляционные свойства

Показатели

	TECAFINE PE (PE)	TECAFINE PE 10 (PE)
T _g	-95 °C	-95 °C
Плотность	0.96 г/см ³	0.93 г/см ³
Модуль эластичности	1,000 МПа	650 МПа
Рабочая температура, длительная	90 °C	90 °C
Рабочая температура, кратковременная	90 °C	120 °C
Минимальная рабочая температура	-50 °C	-150 °C

Идентифицирующие характеристики

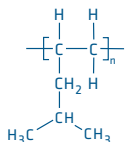
- Цвет матовый/молочно-белый
- Высокая воспламеняемость
- Горит синим пламенем с желтым кончиком
- Минимальное образование сажи
- Восковой запах
- Плотность < 1г / см³, плавает в воде
- Относительно мягок, может быть поцарапан ногтем
- Субъективно очень легкий на ощупь

Примеры использования

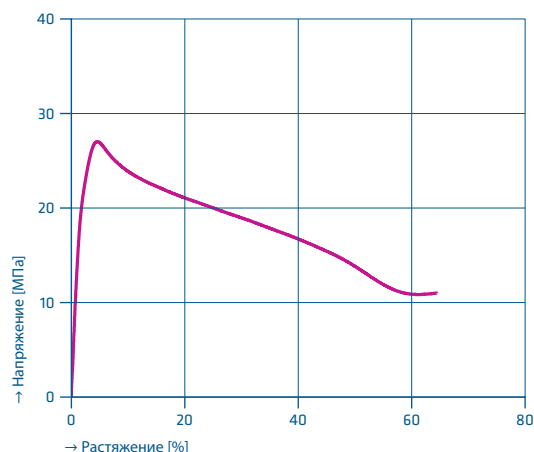
Направляющие ролики, цепи направляющих, вкладыши силосов и желобов, извлекающие и фильтровальные плиты, трубы для газа и питьевой воды, системы подогрева полов в PE-HMW, системы для обработки и упаковки замороженных продуктов, пленки для различных отраслей промышленности.

Резюме

Различные типы полиэтилена отличаются с точки зрения их молекулярного веса. Кристалличность, химическая стойкость, прочность и стойкость к истиранию - основные свойства этих материалов. Данные свойства улучшаются с ростом молекулярной массы. В то же время с ростом молекулярной массы усложняется возможность их получения путем расплавления. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (PE-UHMW) может быть получен только прессованием (складские заготовки) или прямым литьем. Преимущества: полуфабрикаты и готовые изделия из PE-UHMW демонстрируют низкое внутреннее напряжение и минимальную деформацию.



Структурная формула РМР



— TECAFINE PMP

TECAFINE PMP

РМР (DIN обозначение)

Полиметилпентен РМР является термопластом, принадлежащим к группе полиолефинов. С плотностью 0,83 г/см³ он является самым легким из пластиков. Несмотря на свою полукристаллическую структуру, РМР имеет ясный/прозрачный вид.

Свойства

- Полукристаллический
- Прозрачный
- Самая низкая плотность среди всех пластиков
- Высокая ударная вязкость, твердость и прочность
- Хорошая стойкость к химии
- Стойкость к образованию трещин в некоторых случаях лучше, чем у других прозрачных пластиков
- Водопоглощение может привести к деформации
- Ограниченная стойкость к гидролизу
- Хорошая термическая стабильность
- Хорошая устойчивость к гамма- и рентгеновскому излучению
- Очень хорошие электроизоляционные свойства
- Очень низкий показатель рассеивания
- Выдающиеся оптические свойства

Показатели

TECAFINE PMP (PMP)

T _g	20 °C
Плотность	0.83 г/см ³
Модуль эластичности	1,000 МПа
Рабочая температура, длительная	120 °C
Рабочая температура, кратковременная	170 °C
Минимальная рабочая температура	-20 °C

Идентифицирующие характеристики

- Цвет матовый/бело-кремовый оттенок
- Высокая воспламеняемость
- Горит синим пламенем с желтым кончиком
- Минимальное образование сажи
- Восковой запах
- Плотность < 1 г/см³, плавает в воде
- Относительно мягок, может быть поцарапан ногтем

Продукция/Модификации

TECAFINE PMP (PMP)

Прозрачен, в том числе в УФ диапазоне.
Очень хорошая электрическая изоляция.

Примеры использования

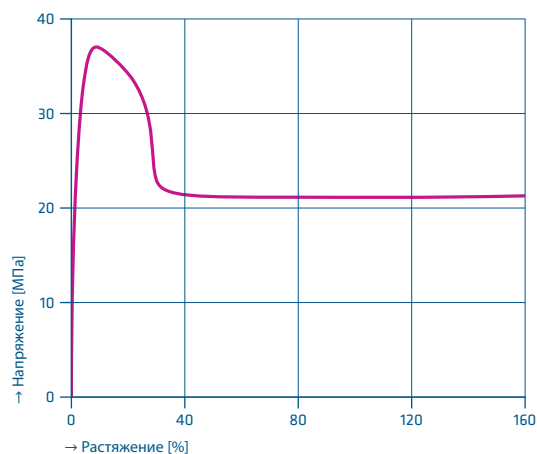
Медицинские технологии: различные отлитые под давлением детали и части, соединительные элементы и системы, используемые для капельной подачи инъекций. Компоненты различных бытовых приборов, электротехнические аксессуары, высокочастотные технологии, ядра катушек, антенные опоры, линзы для ультразвуковых устройств.

Резюме

Более высокая прочность и термическая стабильность, чем у РЕ. Размер кристаллитов меньше, чем длина волны света, что позволяет добиться очень хорошей прозрачности. Лучше пропускает свет видимого спектра, чем пластики с оптически высокой прозрачностью, такие как РММА или РС.



Структурная формула PP



TECAFINE PP

TECAPRO MT TECAFINE PP

PP (DIN обозначение)

Полипропилен - это термопласт, изготовленный путем каталитической полимеризации пропилена. PP принадлежит к группе полиолефинов.

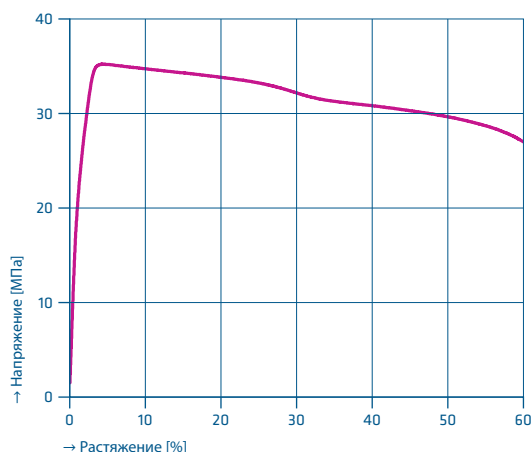
Полипропилены (PP) - универсальные стандартные пластики с отлично сбалансированными свойствами. Ассортимент полимерных заготовок Ensinger представлен двумя главными типами полипропиленов: TECAPRO MT и TECAFINE PP.

Свойства

- Полукристаллический
- Низкая плотность < 1 г/см³
- Высокая степень ударной вязкости
- Лучшая прочность, твердость и жесткость по сравнению с PE
- Очень хорошая химическая стойкость
- Очень низкое поглощение влаги
- Нет тенденции к образованию трещин
- Улучшенная термическая стабильность по сравнению с PE
- Антиадгезионные свойства
- Высокое тепловое расширение
- Низкие возможности к применению в минусовом диапазоне температур, чувствителен к ударным воздействиям

Показатели

	TECAPRO MT (PP)	TECAFINE PP (PP)
T _g	-10 °C	-18 °C
Плотность	0.92 г/см ³	0.91 г/см ³
Модуль эластичности	2,000 МПа	1,600 МПа
Рабочая температура, длительная	100 °C	100 °C
Рабочая температура, кратковременная	100 °C	130 °C
Минимальная рабочая температура	-10 °C	-10 °C



— TECAPRO MT

Идентифицирующие характеристики

- Многие критерии схожи с PE
- Различия: невозможно оставить след с помощью ногтя
- Цвет матовый/молочно-белый
- Высокая воспламеняемость
- Горит синим пламенем с желтым кончиком
- Минимальное образование сажи
- Восковой запах
- Плотность $< 1 \text{ г/см}^3$, плавает в воде

Продукция/Модификации

TECAFINE PP (PP)

Неармированный, базовый тип

TECAFINE PP GF30 (PP GF)

Армирован стекловолокном для более высокой прочности, жесткости, твердости и низкого теплового расширения, стабильности размеров, предпочтителен для литья под давлением.

TECAPRO MT (PP)

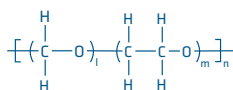
Специальная разновидность, модернизирован для использования в медицинских технологиях, биосовместим.

Примеры использования

TECAFINE PP: крупногабаритные химические аппараты, кислотостойкие конструкции и кислотные ванны, краны, аппараты для гальванизации и травления, травильные ванны, дымоходы для низкотемпературных выхлопных газов, фильтр-пластины для фильтр-прессов, обработка сточных вод, трубы для сточных вод. Фитинги, изготовленные из экструдированных заготовок. Транспортные конвейеры для продуктов питания, компоненты фильтров, фитинги, контейнеры. Установки для обработки пищи, подверженные высокой термической или химической обработке. TECAPRO MT биосовместимый материал для использования в медицинских технологиях: лотки для очистки, стерилизации и хранения различных медицинских устройств и компонентов; простые в обращении, адаптируемы под отдельные геометрические модели пластины, предназначенные для контакта с телом и маммографии.

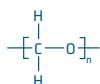
Резюме

Основное различие между TECAFINE PP и TECAPRO MT заключается в том, что в основе TECAPRO MT лежит специально термостабилизированный PP гомополимер. Это позволяет ему противостоять более высоким тепловым нагрузкам во время длительного применения. Термостабилизация приводит к снижению внутреннего напряжения материала и к уменьшению тенденции к деформации в результате повторных циклов стерилизации горячим паром. Просто обрабатывается и возможно изготовление легких деталей стандартных размеров.

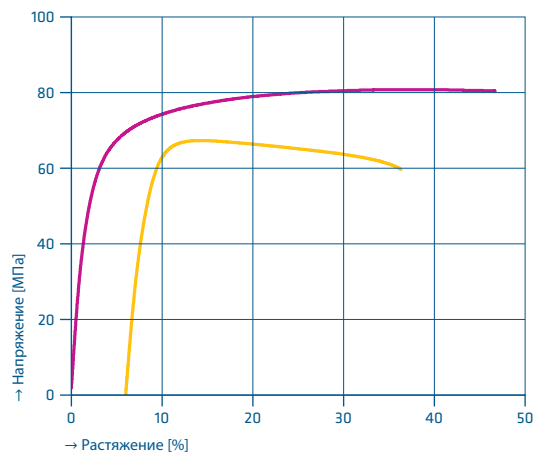


Структурная формула POM-C

l и m распределяются согласно определённого закона



Структурная формула POM-H



— TECAFORM AD — TECAFORM AH

TECAFORM

POM (DIN обозначение)

Различные обозначения, такие как: полиацеталь, полиоксиметилен или полиформальдегид (POM) являются обычными терминами для обозначения одного и того же полимера на разных языках. POM - это термопласт, произведенный путем полимеризации формальдегида. Существуют две типичные группы полиацеталей: гомополимеры (POM-H и TECAFORM AD) и сополимеры (POM-C и TECAFORM AH). Обе группы отличаются в аспектах своих производственных процессов. Несмотря на то, что их свойства весьма похожи, они демонстрируют ряд разного рода различий между собой.

Свойства

- Высокая кристалличность
- Относительно высокая плотность
- Хорошая степень ударной вязкости, в том числе в диапазоне низких температур
- Высокая прочность, твердость и жесткость
- Очень хорошие показатели трения/скольжения, устойчивость к истиранию, антиадгезионные свойства
- Высокая химическая стойкость, в особенности к щелочам, растворителям и топливу
- Хорошая термическая стабильность
- Низкое поглощение влаги
- Хорошая стабильность размеров
- Очень низкая диэлектрическая постоянная

Показатели

	TECAFORM AD (POM-H)	TECAFORM AH (POM-C)
T _g	-60 °C	-60 °C
Плотность	1.43 г/см ³	1.41 г/см ³
Модуль эластичности	3,600 МПа	2,800 МПа
Рабочая температура, длительная	110 °C	100 °C
Рабочая температура, кратковременная	150 °C	140 °C
Минимальная рабочая температура	-50 °C	-50 °C

Идентифицирующие характеристики

- Белый цвет, слегка мутный, несколько прозрачный по краям
- Высокая воспламеняемость
- Горит синим пламенем с желтым кончиком, при горении образуются капли и продолжает гореть
- Минимальное образование сажи
- Обычно выделяет едкий запах формальдегида при тепловом разложении
- Высокая плотность, тонет в воде
- Слегка восковый на ощупь
- Быстро разрушается в минеральных кислотах
- Глухой звук при ударе

TECAFORM AD и AH

Для удовлетворения широкого круга различных требований, предъявляемых промышленностью, доступен широкий спектр материалов, свойства которых могут быть скорректированы в соответствии с конкретными условиями эксплуатации. Данная продукция доступна для использования в следующих отраслях: пищевой, производство питьевой воды, фармацевтической и медицинской, а также для различных раздвижных устройств. Также имеются материалы, удовлетворяющие требованиям безопасности и взрывозащиты, а также для защиты потребителей в производстве пищевых продуктов и лекарственных препаратов.

Продукция/Модификации

TECAFORM AD natural (POM-H)

Базовый тип POM-H

TECAFORM AD black (POM-H)

Улучшенные свойства стойкости к УФ излучению для наружного использования

TECAFORM AD AF (POM-H, solid lubricant)

Отличные свойства скольжения за счет модификации с PTFE для минимального трения,

TECAFORM AH natural (POM-C)

Базовый тип POM-C

TECAFORM AH black (POM-C)

Улучшенные свойства стойкости к УФ излучению для наружного использования

TECAFORM AH ELS (POM-C, conductive carbon black)

Скорректированная электрическая проводимость для надежного отвода статического электричества и защиты продуктов и систем от повреждений

TECAFORM AH GF25 (POM-C GF)

Армированный стекловолокном для повышения прочности и точности

TECAFORM AH ID (POM-C, detectable filler)

Индуктивно обнаруживается с помощью металлодетекторов, защита продуктов питания, потребителей и оборудования

TECAFORM AH ID blue (POM-C, detectable filler)

Индуктивно обнаруживается, имеет голубой цвет, что сигнализирует и обеспечивает дополнительную безопасность пищевых продуктов

TECAFORM AH LA blue (POM-C, solid lubricant)

Скользкие свойства, синий сигнализирующий цвет для контакта с пищевыми продуктами

TECAFORM AH MT coloured (POM-C)

Разноцветные, для использования в медтехнологиях, проверенные на биосовместимость

TECAFORM AH SAN (POM-C)

Противомикробные свойства для гигиены и медицинских применений

TECAFORM AH SD (POM-C, antistatic)

Разряжающие статическое электричество, для защиты в электронной промышленности

Примеры использования

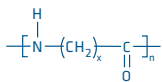
POM, с его разнообразием типов инженерных пластиков, подходит для широкого универсального применения в самых различных отраслях промышленности, а также в качестве замены металла.

Комплексное использование в технологиях скольжения. Отличный дизайн и различные решения в технологиях крепления путем защелкивания. Скользящие компоненты, такие как опорные втулки, ролики, направляющие, электроизоляционные детали. Компоненты узлов, контактирующих с водой; различные приспособления, компоненты с раздвижными функциями; стойкие к царапинам, глянцевые внешние части и компоненты оборудования и приборов; широкий спектр компонентов для пищевой, фармацевтической, медицинской промышленности и технологий питьевой воды.

Резюме

Два основных базовых типа различаются в общем лишь несколькими критериями:

- POM-H (гомополимер) имеет более высокую температуру плавления и более высокую прочность, но чувствителен к гидролизу с непрерывным воздействием горячей воды более 60 °C и к пару.
- POM-C (сополимер) немного ниже прочность, но выше ударная вязкость, высокая стойкость к щелочам и хорошая стойкость к гидролизу при воздействии горячей воды и пара.
- POM-C может быть изготовлен различных геометрических форм, в том числе в виде заготовок больших объемов и с большой толщиной стенки.



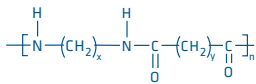
Структура при использовании одного исходного

материала

PA 6: x=5

PA 11: x=10

PA 12: x=11



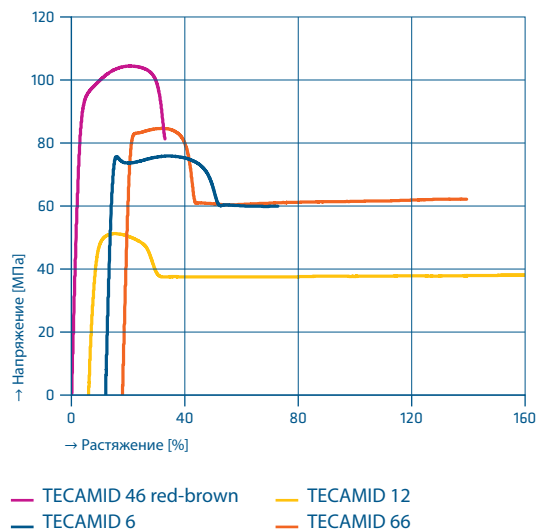
Структура при использовании двух материалов

PA 66: x=6; y=4

PA 610: x=6; y=8

PA 612: x=6; y=10

Неармированные



TECAMID

PA (DIN обозначение)

TECAMID (PA) принадлежит к обширной группе полиамидов. Поликонденсация позволяет изготавливать широкий спектр "индивидуальных полиамидов" с различными характеристиками на основе одного (к примеру, PA 6, PA 11, PA 12) или более исходного материала (к примеру, PA 66, PA 46, PA 610, PA 612). Полиамиды относятся к числу наиболее важных технических термопластов.

Свойства: PA 6 и PA 66

- Полукристаллический
- Низкая плотность, чуть более 1 г/см³
- Высокая термостабильность (точка плавления PA 66 выше, чем PA 6)
- Высокая прочность и твердость
- Высокое влагопоглощение, что ухудшает наиболее характерные значения в большей или меньшей степени: прочность, ударная прочность образца с надрезом, сопротивление к истиранию улучшаются, в то время как другие механические и электрические свойства ухудшаются
- Очень хорошая ударная вязкость в зависимости от содержания влаги
- Очень высокая химическая стойкость, в первую очередь к щелочам, растворителям и топливу
- Чувствительность к растрескиванию только при очень сухих условиях
- Антиадгезионные свойства

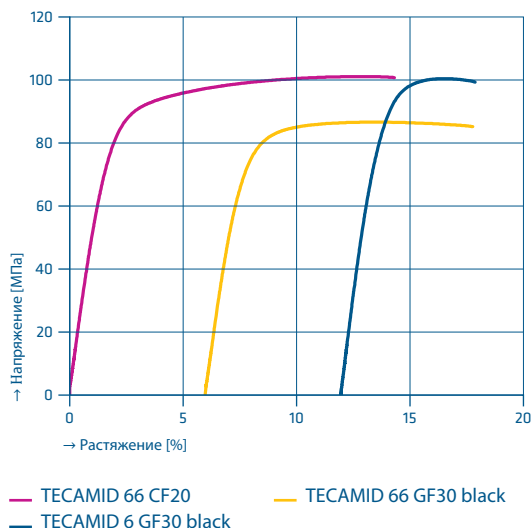
Свойства: PA 46

- Полукристаллический
- Низкая плотность, чуть более 1 г/см³
- Чрезвычайно высокая термостабильность
- Высокая стабильность формы при воздействии температуры
- Очень высокое поглощение влаги по сравнению с другими полиамидами. Ухудшаются наиболее характерные значения в большей или меньшей степени: прочность, ударная прочность образца с надрезом, сопротивление к истиранию улучшаются, в то время как другие механические и электрические свойства ухудшаются
- Очень хорошая ударная вязкость в зависимости от содержания влаги
- Очень высокая химическая стойкость, в первую очередь к щелочам, растворителям и топливу
- Чувствительность к растрескиванию только при очень сухих условиях

Свойства: PA 12

- Полукристаллический
- Низкая плотность, чуть более 1 г/см³
- Средняя прочность и твердость
- Средняя термостабильность
- Очень низкое поглощение влаги по сравнению с другими полиамидами
- Очень хорошая ударная прочность и ударная прочность образца с надрезом
- Очень высокая химическая стойкость, в первую очередь к щелочам, растворителям и топливу
- Очень хорошее сопротивление растрескиванию

Армированные



Показатели

	TECAMID 6 (PA 6)	TECAMID 66 (PA 66)	TECAMID 46 (PA 46)	TECAMID 12 (PA 12)
T _g [°C]	45	47	72	37
Плотность [г/см ³]	1.14	1.15	1.19	1.02
Модуль эластичности [МПа]	3,300	3,500	3,300	1,800
Рабочая температура, длит. [°C]	100	100	130	110
Рабочая температура, кратк. [°C]	160	170	220	150
Минимальная рабочая темп. [°C]	-40	-30	-40	-60
Водопоглощение [%]	9.5	8.5	12	1.5

Идентифицирующие характеристики

- Цвета, непрозрачный / молочно-белый
- Высокая воспламеняемость
- Горит синим пламенем с желтым кончиком, без или с минимальным сажеобразованием
- Запах при горении похож на запах паленного рога, образуются капли, нити
- Плотность несколько выше 1 г/см³, плавает в насыщенном солевом растворе
- Прозрачный при тонкой толщине стенки/края

Примеры использования

РА - пластмассы, которые являются классическими универсальными материалами, применяемыми в основном в машиностроении. Высокая прочность и стойкость к истиранию делают их подходящими в качестве компонентов, работающих при движении. Детали и компоненты из РА обеспечивают ровный, низкий уровень шума, низкий уровень вибрации, обладают превосходными ходовыми характеристиками для частичного сухого хода.

Больше подходит для применений в жестких агрессивных условиях, в которых возможно использовать компоненты с определенным диапазоном допусков (примечание: не всегда подходит для прецизионных компонентов, так как обладает высоким поглощением влаги).

Продукция/Модификации

TECAMID 6 (PA 6)

Неармированный, очень жесткий, хорошие демпфирующие свойства, поглощает влагу

TECAM 6 MO (PA 6 MoS₂)

Универсальный тип для использования на открытом воздухе, для движущихся компонентов, стойкий к истиранию

TECAMID 6 GF25

TECAMID 6 GF30 (PA 6 GF)

Стеклонаполненный, прочность и жесткость в сочетании с хорошим уровнем ударной вязкости

TECAMID 66 (PA 66)

Неармированный базовый тип, тяжелее и крепче, чем РА 6

TECAMID 66 CF20 (PA 66 CF)

Наполненный углеродным волокном, высокая прочность, улучшение стойкости к УФ

TECAMID 66 GF30 (PA 66 GF)

Стеклонаполненный с высокой прочностью, улучшенная стойкость к УФ при атмосферных воздействиях

TECAMID 66 HI

(PA 66, heat stabilizer)

Термостабилизированный, улучшенная стойкость к температурным воздействиям

TECAMID 66 LA

(PA 66, solid lubricant)

С добавлением смазывающего вещества для улучшения антифрикционных свойств

TECAMID 66 MH (PA 66 MoS₂)

Повышенная стойкость к износу, для компонентов, работающих во внешней среде, которые подвергаются УФ воздействию

TECAMID 66 X GF50 (PA 66 GF)

Значительно усиленный стекловолокном (50%), улучшенная термостойкость, черный

TECAMID TR (PA 6-3)

Аморфный, прозрачный, очень хорошие электроизоляционные свойства

TECAMID 12 (PA 12)

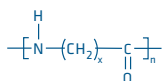
Низкое водопоглощение, характеристики остаются стабильными во влажной среде, очень хорошие свойства электроизоляции, хорошие свойства скольжения, износостойкий, хорошая стабильность размеров

TECAMID 46 (PA 46)

Высокотемпературный РА, красно-коричневый, практически всегда используется для литья под давлением

Резюме

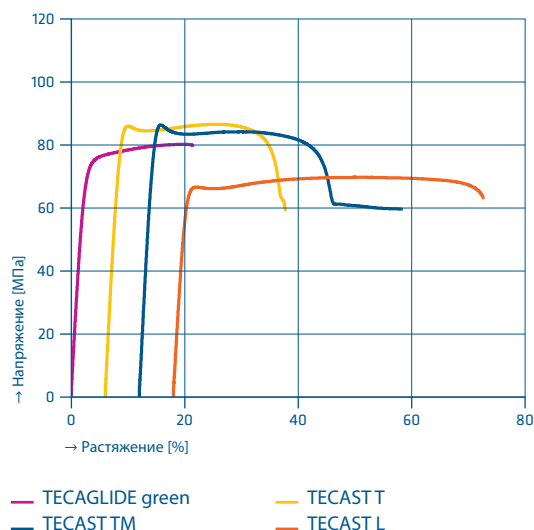
Из-за его относительно высокого, но обратимого поглощения влаги, РА 6 имеет высокий уровень жесткости, который варьируется в зависимости от климатических условий. РА 12 поглощает мало влаги, имеет большую стабильность, прочность и износостойчивость. TECAMID TR прозрачный, имеет низкую тенденцию к поглощению какой-либо влаги, обладает хорошими электроизоляционными свойствами. TECAMID 46 имеет самый высокий уровень прочности и водопоглощения, износостойкий и обладает очень высокой термостабильностью.



Структурная формула PA 6 C



TECARIM (PA + elastomer)



TECAST TECARIM

PA 6 C (DIN обозначение)

Из-за использования специфического метода производства TECAST и TECARIM представляют отдельную группу в семействе полиамидов. TECAST - литой полиамид 6, произведенный путем активированной анионной полимеризации капролактама. Этот литой полиамидный материал отличает его высокая прочность и жесткость, а также хорошая стойкость к истиранию, в частности при использовании в скользящих устройствах с неровной поверхностью. Возможны различные модификации при использовании наполнителей, добавок и смазочных материалов. TECARIM занимает особое место в этой группе материалов, так как в его случае эластомерные компоненты дополнительно полимеризованы, как и блок сополимер.

Свойства: TECAST T, TECAST L, TECAGLIDE

- Полукристаллический
- Низкая плотность, чуть более 1 г/см³
- Высокая термостабильность
- Высокая прочность и твердость
- Высокая степень поглощения влаги, которая влияет на большинство характерных показателей в большей или меньшей степени: ударная вязкость, прочность образца с надрезом и стойкость к истиранию будут лучше, тогда как другие механические и электрические показатели ухудшатся
- Очень хорошая ударная вязкость, зависящая от характеристик поглощенного содержимого
- Очень хорошая химическая стойкость, в особенности к щелочам, растворителям и топливу

→ Чувствительность к образованию трещин при напряжении, только в очень сухих условиях применения

→ Антиадгезионные свойства

Свойства: TECARIM

- Полиамид 6-блочный сополимер с высокой грузоподъемностью
- Модифицированная ударная вязкость по сравнению с PA 6 C из-за введения эластомера
- Сбалансированная ударная вязкость и жесткость
- Производство при использовании метода RIM (Reaction Injection Moulding)
- Прочные, стойкие к истиранию компоненты, способные выдерживать экстремальные нагрузки
- Чрезвычайно высокая прочность при ударе, в том числе при температурах до -40°C
- Хорошая стойкость к истиранию и износу
- Восокоэнергетичный и хороший амортизатор
- Не появляется хрупких разломов при давлении или ударных нагрузках
- Отлитые компоненты со сниженным внутренним напряжением и без внутренних дефектов

Показатели

	TECAST T (PA 6 C)	TECARIM (PA 6 C)
T _g	40 °C	53 °C
Плотность	1.15 г/см ³	1.11 г/см ³
Модуль эластичности	3,500 МПа	2,200 МПа
Рабочая температура, длительная	100 °C	95 °C
Рабочая температура, кратковременная	170 °C	160 °C
Минимальная рабочая температура	-40 °C	-50 °C

Идентифицирующие характеристики

- Цвет непрозрачный / молочно-белый
- Высокая воспламеняемость
- Горит синим пламенем с желтым кончиком, образование сажи минимальное или отсутствует
- Резкий запах при горении, плавясь, оставляет капли и нити
- Плотность несколько выше 1 г/см³, плавает в насыщенном солевом растворе
- Прозрачный при тонкой толщине стенки/края

Продукция/Модификации

TECAST T (PA 6 C)

Базовый тип, вязко-прочный, очень хорошие показатели мехобработки

TECAGLIDE green

(PA 6 C, solid lubricant)

Литой PA 6, свойства скольжения улучшены, очень низкое трение

TECAST L (PA 6 C, oil)

Улучшенные свойства скольжения

TECAST L black (PA 6 C, oil)

Улучшенные свойства скольжения, в том числе для эксплуатации при атмосферных воздействиях

TECAST L yellow (PA 6 C, oil)

Улучшены свойства скольжения, желтый

TECAST TM (PA 6 C, MoS₂)

С содержанием MoS₂, улучшенная стойкость к износу, возможен для применения при воздействии УФ

TECARIM 1500 yellow

(PA 6 C, elastomer)

Идентифицирующий цвет - желтый, высокая ударная вязкость, хорошая прочность на удар при низких температурах

Примеры использования

Шкивы и направляющие ролики, компоненты цепей, рельсовые направляющие. Регулируемые ударно-вязкостные свойства TECAST T используются для изготовления демпфирующих пластин, работающих при ударах и вибрации и применяемых в молотах для забивки свай.

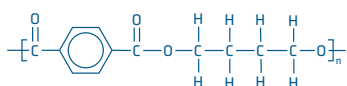
Благодаря своей высокой ударной вязкости TECARIM также используется при низких температурах (к примеру, зимой) и хорошо подходит для изготовления компонентов поддержки цепей, цепных буферов для бульдозеров. Блоки и пластины со сниженным внутренним напряжением в качестве подложек для штамповки, а также компоненты глубокой вытяжки в автомобильной промышленности, бытовая техника, строительные инструменты.

Резюме

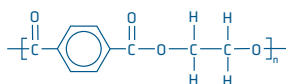
Из-за относительно высокого, но обратимого поглощения влаги, PA 6 имеет высокий уровень ударной вязкости, в результате чего TECAST T демонстрирует еще более высокую кристалличность и лучшую обрабатываемость, чем PA 6.

TECAST L и TECAGLIDE специальные виды с измененными свойствами скольжения для улучшения трения/скольжения и снижения износа.

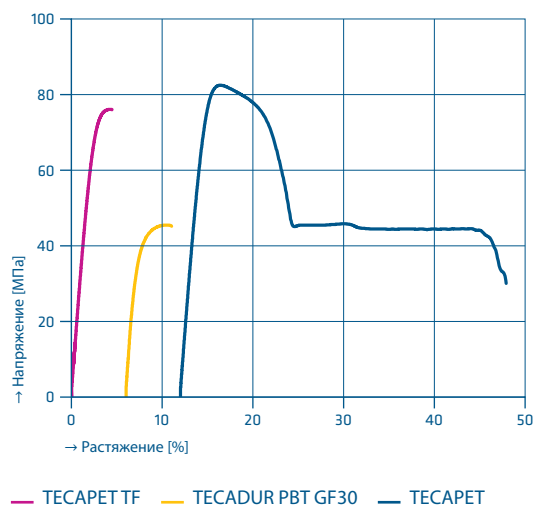
Свойства некоторых марок TECARIM можно варьировать в широких пределах (с точки зрения прочности, ползучести и ударной вязкости от жестко-упругих до жестких).



Структурная формула PBT



Структурная формула PET



TECADUR TECAPET

PET, PBT (DIN обозначение)

Полиэтилентерефталат (PET) производится при использовании реакции поликонденсации из терефталевой кислоты и этиленгликоля. PET относится к группе термопластичных линейных полиэфиров и включает в себя как TECAPET, так и связанные с ним нестандартные типы TECADUR PET. Другая марка представлена TECADUR PBT, который похож по характеристикам на PET, однако обладает более низкой прочностью, но особенно хорошей ударной вязкостью и стойкостью к износу.

Благодаря этим свойствам TECADUR PBT значительно легче модифицируется волокнами, чем PET, следовательно, доступен в армированном волокном виде - TECADUR PBT GF 30.

Свойства

- Полукристаллический
- Относительно высокая плотность
- Высокая степень прочности, "жесткость пружины"
- Хрупкий при низких температурах, ниже нуля градусов
- Высокая прочность, твердость и жесткость
- Очень хорошие показатели трения/скольжения и стойкость к износу
- Высокая химическая устойчивость, в особенности к разведенным кислотам
- Хорошая термостабильность
- Очень низкое поглощение влаги
- Минимальное тепловое расширение
- Очень хорошая стабильность размеров
- Чувствителен к гидролизу горячей водой и паром
- Очень хорошие свойства электрической изоляции

Показатели

	TECADUR PET (PET)	TECAPET (PET)	TECADUR PBT GF30 (PBT GF)
T _g	81 °C	81 °C	60 °C
Плотность	1.39 г/см ³	1.36 г/см ³	1.46 г/см ³
Модуль эластичности	3,300 МПа	3,100 МПа	3,400 МПа
Рабочая температура, длительная	110 °C	110 °C	110 °C
Рабочая температура, кратковрем.	170 °C	170 °C	200 °C
Минимальная рабочая температура (повышение хрупкости)	-20 °C	-20 °C	-20 °C

Идентифицирующие характеристики

- Белый цвет; хорошее качество поверхности; более интенсивен, чем POM
- Высокая воспламеняемость
- Горит со светящимся желтым пламенем
- Высокий уровень образования сажи
- Типичный сладковатый, раздражающий запах при термическом разложении

Продукция/Модификации

TECADUR PET (PET)

Основной тип, неармированный

TECAPET (PET)

Модифицированный для лучшей мехобработки

TECAPET schwarz (PET)

Улучшен для эксплуатации при атмосферных воздействиях

TECADUR PBT GF30 (PBT GF)

Усиленный стекловолокном, высокая прочность, жесткость, соответствует требованиям точности

TECAPET TF (PET TF)

Модифицирован путем добавления PTFE, отличные свойства трения/скольжения

Примеры использования

Скользкие детали, такие как подшипниковые втулки, ролики, направляющие рельсы, направляющие. Очень удобен для использования в переключающих устройствах, электрических изоляционных деталях, компонентах, контактирующих с холодной водой. В качестве различных частей приборов с раздвижным эффектом, устойчивых к царапинам и необходимым к обладанию глянцевой поверхностью. Инженерные пластмассы для универсального применения, компоненты для предприятий пищевой промышленности.

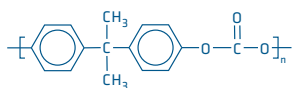
Резюме

Продукция на основе PET используется там, где нужно избежать поглощения влаги и где требуется сочетание стабильности формы с прочностью. Более низкое поглощение влаги и тепловое расширение, чем у PA и POM делают PET идеально подходящим для стабильных в размерах, точных деталях с минимальной зависимостью от воздействий окружающей среды. При использовании в устройствах, имеющих контакт с пищей, решающую роль играет устойчивость к типичным чистящим средствам. PET более устойчив к различным чистящим кислотам, чем PA и POM, но наоборот не терпит контакта с щелочными чистящими средствами (каустическая сода).

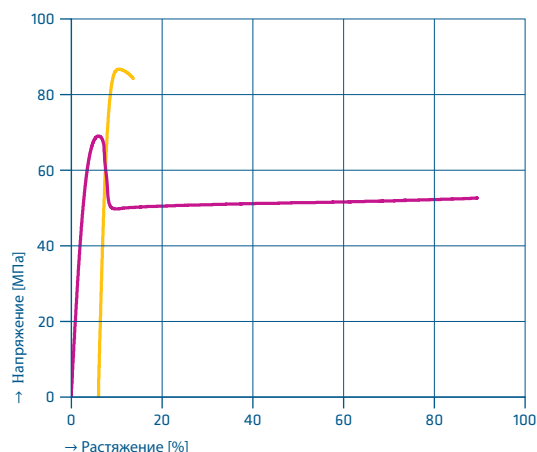
TECAPET представляет собой материал, специально модифицированный для обеспечения улучшенной ударной вязкости, лучших показателей трения/скольжения, со слегка более низкими показателями прочности и значительно увеличенной обрабатываемостью механическим способом.

TECAPET black - это черная версия материала с улучшенной УФ защитой для наружного применения.

TECAPET TF с добавлением полимера, имеющего твердую смазку - вариант с улучшенными показателями скольжения. TECADUR PBT GF 30 - это армированная стекловолокном модификация на основе родственного, но значительно более ударно-вязкого TECADUR PBT. Он подходит для требований высокой прочности, жесткости и низкого теплового расширения, что делает его идеальным материалом для использования в качестве структурных высокоточных деталей, применяющихся в электротехнических устройствах, точной механике и механической инженерии. В любом варианте PET крайне жесткий. Из-за высокого уровня хрупкости при добавлении стекловолокна, дальнейшая обработка не может быть осуществлена без повреждений.



Структурная формула PC



— TECANAT — TECANAT GF30

TECANAT

PC (DIN обозначение)

Поликарбонат (PC) производится посредством реакции бисфенола А с фосгеном и принадлежит к группе линейных термопластичных полиэфиров. Благодаря низкой кристалличности PC имеет высокий уровень прозрачности.

Пластик характеризуется высокой прочностью, жесткостью и твердостью, а также очень хорошей прочностью при ударе. В сравнении с его низкой химической стойкостью, поликарбонат очень стоек к воздействию факторов внешней среды, таких как погодные условия и УФ-излучение.

Свойства

- Аморфный
- Высокая степень прозрачности
- Низкая плотность
- Хорошая термостабильность
- Очень высокая ударная вязкость
- Очень хорошая прочность при ударе, даже при низких температурах
- Высокая прочность и твердость
- Сохраняет свою жесткость в широком диапазоне температур
- Очень высокая точность размеров
- Низкое поглощение влаги
- Умеренная химическая стойкость, чувствителен к воздействию растворителей и щелочей

- Тенденция к формированию трещин от напряжения
- Чувствителен к образованию насечек
- Неприменим при высоких механических нагрузках
- Чувствителен к гидролизу (при продолжающемся воздействии воды и в особенности перегретого пара)
- Низкий коэффициент рассеивания
- Хорошие электроизоляционные свойства
- Очень хорошая устойчивость к атмосферным воздействиям

Показатели

	TECANAT (PC)	TECANAT GF30 (PC GF)
T _g	149 °C	147 °C
Плотность	1.19 г/см ³	1.42 г/см ³
Модуль эластичности	2,200 МПа	4,400 МПа
Рабочая температура, длительная	120 °C	120 °C
Рабочая температура, кратковременная	140 °C	140 °C
Минимальная рабочая температура (повышение хрупкости)	-60 °C	-40 °C

Идентифицирующие характеристики

- Бесцветный
- Высоко прозрачный
- Высоко воспламеняемый
- Горит со светящимся желтым пламенем
- Высокий уровень образования сажи
- Сладковатый запах, раздражающий
- Плотность 1 г/см³ – плавают в солевом растворе
- Помутнение поверхности при быстром воздействии растворителей

Продукция/Модификации

TECANAT (PC)

Неармированная, базовая марка

TECANAT GF30 (PC GF)

Армирован стекловолокном для более высокой прочности и жесткости, стабильности размеров

TECANAT MT (PC)

Специальные марки для использования в медицинской отрасли

Примеры использования

Ключевыми областями применения являются те, где главную роль играет прозрачность и механические характеристики. Такие свойства как прочность при ударе, прочность и стабильность формы, к примеру, в таких как электрические компоненты различных аппаратов, CD и DVD, являются одними из основных факторов, определяющих выбор PC. Оптические и обзорные линзы, колпаки ламп, смотровые окна, используемые в пищевой промышленности или при обработке минерального сырья. Кроме того, линзы для автомобильных фар, иллюминаторы самолетов, защитные экраны, противовзломное остекление, корпуса для подводных камер, остекление зимних садов и оранжерей, солнечные панели, крышки, упаковки, чемоданы, защитные шлемы и щитки.

Также подходит для использования в качестве материала корпусов для камер, мобильных телефонов, ноутбуков и для других применений, а также для изготовления твердых документов, удостоверяющих личность.

Специальные марки PC могут быть использованы в качестве сырья для целого ряда одноразового медицинского инструментария.

Резюме

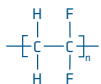
В сравнении с другими инженерными пластиками поликарбонаты демонстрируют великолепную прочность при ударе, в том числе при низких температурах, а также исключительную прозрачность. Из-за его высокой твердости PC менее подвержен образованию царапин, а также обеспечивает высокий уровень прозрачности деталей. Это отличает его от других материалов и открывает широкие спектры применения в самых различных областях.

Высокая прочность и ударная вязкость армированного стекловолокном TECANAT GF30 делает его особенно подходящим для использования в электроизоляционных компонентах, а также в структурных и корпусных компонентах, требующих высокого уровня стабильности формы, прочности и ударной вязкости. В отличие от немодифицированных марок, армированный стекловолокном PC не является прозрачным и имеет сероватый, непрозрачный цвет.

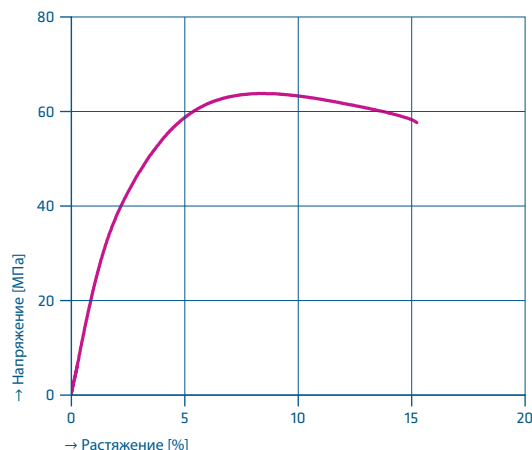
Особая марка TECANAT MT подходит для одноразовых изделий в медицинском секторе. Тем не менее этот весьма прозрачный материал имеет только минимальное сопротивление перегретому пару. Даже несколько циклов стерилизации и очистки оказывают значительное негативное воздействие на материал (трещины от напряжения, пожелтение, ломкость).



Структурная формула PTFE



Структурная формула PVDF



— TECAFLON PVDF

TECAFLON

PVDF, PTFE (DIN обозначение)

Поливинилиденфторид (PVDF) и Политетрафторэтилен (PTFE) относятся к группе фтортермопластов с превосходной стойкостью к воздействию химических веществ. Из-за их высокого молекулярного веса PTFE не может быть получен путем плавления, но может быть получен прессованием и спеканием с дальнейшим получением заготовок и полуобработанных деталей с отличной химической стойкостью. PVDF может быть произведен путем экструзии.

Свойства: PVDF

- Высокая плотность
- Прочный и вязкий
- Минимальная ударная вязкость при низких температурах
- Высокая химическая стойкость
- Стоек к гидролизу
- Очень низкое поглощение влаги
- Высокое тепловое расширение
- Высокий коэффициент диссипации, полярный, не подходит для применения в высокочастотных устройствах
- Высокая устойчивость к УФ излучению
- PVDF значительно более устойчив к активной радиации, чем другие представители фторполимеров
- Огнестойкий состав, самозатухание при возгорании
- Высвобождает высокотоксичный газ при горении

Свойства: PTFE

- Очень высокая кристалличность
- Самая высокая плотность среди всех полимеров
- Очень вязок вплоть до низких температур
- Минимальная прочность и твердость
- Плохая стойкость к ползучести
- Чрезвычайно высокая стойкость к химическим веществам, в том числе к окисляющим кислотам
- Устойчив к гидролизу
- Не формирует трещин при напряжении (нагрузке)
- Очень низкое поглощение влаги
- Высокая термическая стабильность, но низкая стабильность формы при температуре
- Антиадгезионные свойства, очень хорошие показатели скольжения, не проявляет прилипания при скольжении
- Очень высокая стойкость к УФ излучению
- Очень чувствителен к радиационным излучениям (гамма- и рентгеновские лучи)
- Не в состоянии склеиваться с традиционными материалами
- Высокое тепловое расширение
- Минимальный коэффициент рассеяния
- Очень хорошие электроизоляционные свойства в связи с низкой плотностью их микроструктуры. Материалы, экструдированные при помощи RAM, проявляют такие характеристики, как минимальная диэлектрическая прочность под высоким напряжением
- Огнестойкий состав, самозатухание при возгорании
- Газообразные продукты сгорания содержат фтор и высокотоксичные вещества

Показатели

	TECAFLON PVDF (PVDF)	TECAFLON PTFE (PTFE)
T _g	-40 °C	-20 °C
Плотность	1.78 г/см ³	2.15 г/см ³
Модуль эластичности	2,200 МПа	700 МПа
Рабочая температура, длительная	150 °C	260 °C
Рабочая температура, кратковременная	150 °C	260 °C
Минимальная рабочая температура	-30 °C	-200 °C (Исключения при t до -270 °C)

Идентифицирующие характеристики: PVDF

- Цвет мутный/молочно-белый
- Низкая воспламеняемость
- Горит со светящимся желтым пламенем
- Затухает после удаления огня
- Раздражающий запах
- Высокая плотность (ощутимая)
- Трудно поцарапать при помощи ногтя

Идентифицирующие характеристики: PTFE

- Ярко белый/мутный
- Низкая воспламеняемость
- Не горит
- Раздражающий запах
- Высокая плотность (ощутимая)
- Мягко, легко деформируется, можно поцарапать при помощи ногтя

Продукция/Модификации

TECAFLON PVDF (PVDF)

Неармированный, основной тип

TECAFLON PTFE (PTFE)

Неармированный, основной тип

TECAFLON PVDF ELS

(conductive carbon black)

Электропроводящий

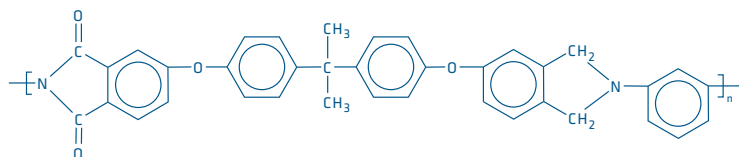
Примеры использования

PTFE один из наиболее часто используемых и важных фтортермопластов с наиболее обширными областями применения: инженерия химических предприятий, пищевая и фармацевтические технологии. PTFE предпочтителен для использования в скользящих устройствах, подверженных воздействию экстремальных химических нагрузок. PVDF идеален для изготовления деталей, подвергающихся воздействию высокого давления при повышенных температурах, для конструирования химических заводов, для клапанов, фильтровальных пластин, специальных деталей для установок со сверхчистыми водами.

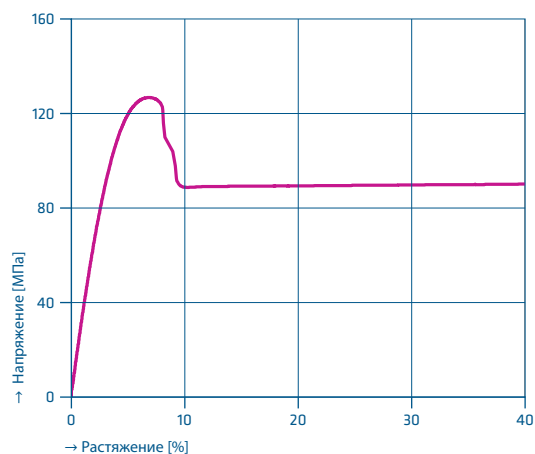
Резюме

При определении размера деталей из PTFE необходимо принять во внимание коэффициент теплового расширения. Результат микроструктурных изменений возникает в температурном диапазоне от 18 °C до 20 °C. Размеры должны быть определены в пределах воздействия температуры приблизительно 23 °C.

PVDF имеет более высокую прочность, которая при температурных воздействиях около 150 °C соответствует прочности PTFE при комнатной температуре. PVDF имеет более низкую химическую стойкость, чем PTFE. Укрепление PVDF и PTFE стекловолокном рекомендовано только при условии принятия специальных мер предосторожности и использовании специальных присадок, так как велика вероятность возникновения термической реакции деградации в результате выброса газа и дефлаграции.



Структурная формула PEI



— TECAPEI

TECAPEI

PEI (DIN обозначение)

Полиэфиримид (PEI) представляет собой аморфный термопласт с высокой механической прочностью и жесткостью. Благодаря своим характеристикам PEI имеет большое сходство с группой полиарилсульфо-нами (PSU, PPSU), но сам относится к группе термопластичных полиимидов. Материал проявляет удивительно высокое сопротивление ползучести в широком диапазоне температур. PEI также демонстрирует высокую постоянную рабочую температуру. Свойства материала дополняются его хорошей стойкостью к гидролизу и стабильностью формы. Благодаря аморфной структуре своих молекул PEI является прозрачным и имеет золотисто-желтый цвет.

Свойства

- Аморфный
- Прозрачный при тонкой толщине стенок и полированной поверхности
- Низкая плотность
- Высокая прочность, твердость и жесткость
- Высокая ударная вязкость
- Высокая термостабильность
- Очень высокая химическая стойкость
- Очень низкое поглощение влаги
- Минимальное тепловое расширение
- Стабильность размеров
- Осторожность требуется при контакте с сильными растворителями, возможно образование трещин
- Отличная стойкость к воздействию горячего пара и гидролизу
- Низкий коэффициент рассеивания, применим для высокочастотных устройств
- Проницаем для микроволнового излучения и стоек к нему
- Очень хорошие электроизоляционные свойства
- Огнестойкий состав, самозатухание при возгорании
- Высокие ограничения кислородного индекса
- Очень низкое выделение энергии и минимальное выделение токсичных газов в случае горения
- Хорошо поддается механической обработке

Показатели

	TECAPEI (PEI)
T _g	216 °C
Плотность	1.28 г/см ³
Модуль эластичности	3,200 МПа
Рабочая температура, постоянная	170 °C
Рабочая температура, кратковременная	200 °C
Минимальная рабочая температура (повышение хрупкости)	-50 °C

Идентифицирующие характеристики

- Прозрачно-янтарный цвет
- Горит со светящимся желтым пламенем
- Медленно затухает после удаления источника огня
- Растворяется в метиленхлориде

Продукция/Модификации

TECAPEI (PEI)

Неармированная базовая марка, применим для использования при контакте с пищевыми продуктами

TECAPEI MT (PEI)

Специальная марка для использования в медицинских устройствах, биосовместим

TECAPEI GF30 (PEI GF)

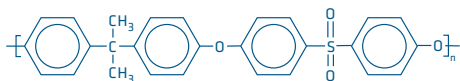
Изготавливается для производства нестандартной продукции, армирован стекловолокном для наилучшей прочности, заменяет металлы

Примеры использования

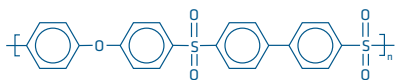
Пищевые и фармацевтические предприятия, химическое и лабораторное оборудование, компоненты штепселей, патроны для лампочек, специальные виды изделий для авиационно-космической промышленности, электротехника, высокочастотные воздушные держатели, индукционные катушки, микроволновое оборудование, микроэлектроника, тестовые адаптеры.

Резюме

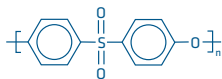
Аморфные высокотемпературные пластики PEI, PPSU, PES и PSU в целом имеют очень похожий набор свойств. Они отличаются друг от друга главным образом с точки зрения тепловых значений рабочей температуры и температуры стеклования. С другой стороны PEI имеет значительно более высокие механические характеристики, чем полисульфоны в отношении прочности, жесткости и твердости. Кроме того PEI имеет самую низкую выработку тепла в случае возгорания. Это является ключевым критерием для применения в аэрокосмической промышленности. С его нестандартными марками PEI является бесценным высокотемпературным пластиком для этих областей.



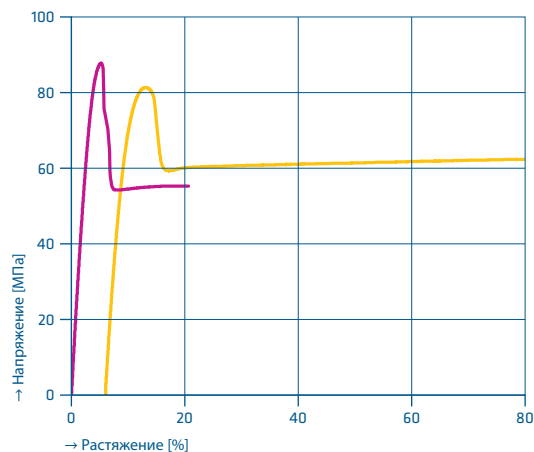
Структурная формула PSU



Структурная формула PPSU



Структурная формула PES



— TECASON S — TECASON P MT black

TECASON S, P, E

PSU, PPSU, PES (DIN обозначение)

Полиарилсульфоны - семейство термопластов аморфных и полярных полимеров. Благодаря своей аморфной молекулярной структуре, полиарилсульфоны являются полупрозрачными и имеют янтарный оттенок, желтовато-коричневый цвет. Даже при высокой температуре эти материалы демонстрируют высокий уровень прочности и стабильности размеров. Полифениленсульфон (PPSU) сочетает высокую температуру плавления с очень низким поглощением влаги, вдобавок этот полимер обеспечивает лучшую прочность при ударе и химическую стойкость, чем PSU и PES из группы полисульфонов. Наряду с этими характеристиками, по сравнению с другими представителями этого класса полимеров, PPSU гораздо лучше подвергается стерилизации горячим паром и более устойчив к различным дезинфицирующим и чистящим средствам.

Выдающиеся характеристики Полисульфона (PSU) включают в себя не только высокую постоянную рабочую температуру, но также и высокий предел ползучести в широком диапазоне температур. Перечень свойств этих материалов завершается стабильностью размеров и хорошей стойкостью к гидролизу. Характеристики Полиэфирсульфона (PES) аналогичны характеристикам PSU. PES представляет высокую механическую прочность и жесткость в сочетании с относительно низкой концентрацией напряжений. В дополнение к этому PES отличается хорошей химической стойкостью и стойкостью к гидролизу. По сравнению с PSU, PES имеет более высокую химическую стойкость и ударную вязкость.

Свойства

- Аморфный
- Прозрачный при тонкой толщине стенок и полированной поверхности
- Низкая плотность
- Высокая прочность, твердость и жесткость
- Высокая ударная вязкость
- Высокая термостабильность
- Высокая химическая стойкость
- Очень низкое поглощение влаги
- Хорошая стабильность размеров
- Осторожность требуется при контакте с сильными растворителями, возможно образование трещин от напряжения
- Отличная стойкость к горячему пару и гидролизу
- Низкий коэффициент рассеивания
- Проницаем и высокоустойчив для микроволнового излучения, применим для высокочастотных устройств
- Очень хорошие свойства электроизоляции
- Огнестойкий состав, самозатухание при возгорании
- Хорошо поддается механической обработке

Показатели

	TECASON P (PPSU)	TECASON S (PSU)
T _g	218 °C	188 °C
Плотность	1.31 г/см ³ (может отличаться от выбранного цвета)	1.24 г/см ³
Модуль эластичности	2,300 МПа	2,700 МПа
Рабочая температура, постоянная	170 °C	160 °C
Рабочая температура, кратковременная	190 °C	180 °C
Минимальная рабочая температура	-50 °C	-50 °C (Исключения при t до -100 °C)

Идентифицирующие характеристики

- Прозрачный цвет, янтарный цвет, PPSU темнеет при повышении температуры до точки стеклования
- Низкая воспламеняемость
- Горит с желтым светящимся пламенем, во время горения образуется сажа
- Медленно затухает после удаления источника огня
- Едкий запах
- Растворяется в метиленхлориде

Продукция/Модификации

TECASON P MT coloured (PPSU)

Специальная марка с различной цветовой гаммой для медицинских технологий, испытан на биосовместимость, подходит для контакта с пищей

TECASON P VF (PPSU)

Неармированная базовая марка, каландрированная для глубокой вытяжки продукции, прозрачные и непрозрачные цвета

TECASON P MT XRO coloured (PPSU)

Специальная марка для медицинских технологий, биосовместим, видимый при рентгеновском излучении

TECASON S (PSU)

Неармированная базовая марка, подходит для контакта с пищей

TECASON E GF30 (PES GF)

Нестандартная продукция, предпочтительнее для литья под давлением, укреплен стекловолокном для большей прочности, для электрических компонентов, огнестоек

Примеры использования

PPSU предпочтительнее использовать в медицине в области хирургии, протезирования суставов, для примерочных моделей, для ручек устройств, контейнеров для хранения и стерилизации, пищевых и фармацевтических предприятий.

PSU может применяться для химического и лабораторного оборудования, компонентов штепселей, держателей ламп, в электротехнике, для высокочастотных технологий, индукционных катушек, тестовых адаптеров, микроэлектроники, микроволнового оборудования.

PES GF используется в основном для литья под давлением высокопрочных, жестких, прецизионных деталей электрических компонентов с огнестойкими свойствами.

Резюме

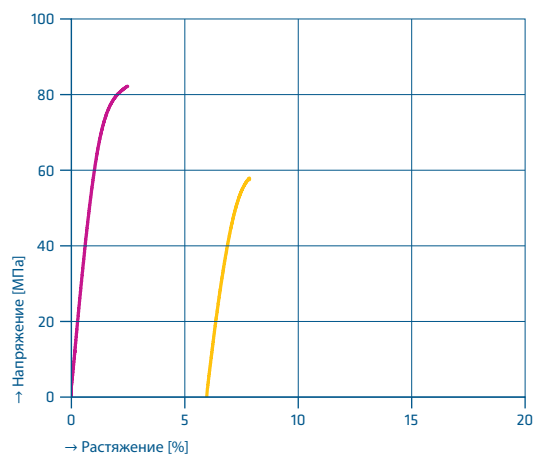
В настоящее время PES почти полностью заменен на PPSU благодаря развитию данного направления. В настоящее время PES имеет самостоятельное значение только при производстве специфичной продукции. Типичный набор свойств всех трех аморфных полимеров сульфона (PSU, PPS, PES) весьма схож. Главные различия заключаются в показателях длительной рабочей температуры и температуры стеклования.

Показатели прочности, ударной вязкости и химической стойкости для всех трех материалов отличаются только в деталях. Кроме того, как в случае с PEI, определенные свойства перекрываются. Тем не менее, он предлагает значительно более высокие механические показатели, а также отлично подходит для применения в устройствах, связанных с безопасностью, в авиации.

Благодаря своему относительно высокому поглощению влаги PES часто демонстрирует проблемное поведение в условиях стерилизации горячим паром с вакуумной фазой (образование трещин). Наряду с PEEK, PPSU является очень важным пластиком для использования в медицинских целях, например в устройствах визуализированной диагностики, медицинском оборудовании и ортопедических технологиях для замещения суставов.



Структурная формула PPS



— TECATRON GF40 — TECATRON PVX

TECATRON

PPS (DIN обозначение)

Полифениленсульфид (PPS) является полукристаллическим высокотемпературным термопластичным полимером. Его химическая структура делает PPS высокоустойчивым полимером с высокой прочностью и твердостью даже в верхних температурных пределах. Наряду с низким водопоглощением у него также имеется хорошая стабильность формы и великолепные электрические свойства. PPS сохраняет превосходную химическую стойкость даже при высоких температурах. В секторе полимерных заготовок PPS доступен на рынке в большей степени в укрепленной стекловолокном модификации.

Свойства

- Высокая кристалличность
- Высокая плотность
- Высокая прочность, твердость и жесткость
- Высокая термостабильность
- Очень высокая химическая устойчивость, даже при низких температурах
- Великолепная стойкость к растворителям
- Стойкий к гидролизу, не чувствителен к растрескиванию
- Очень низкое поглощение влаги
- Минимальное тепловое расширение
- Высокая стабильность формы у армированных стекловолокном марок
- Высокая стойкость к радиационным излучениям (гамма- и рентгеновские лучи)
- Очень хорошие электроизоляционные свойства
- Низкое ионное загрязнение в специальных марках
- Огнестойкий состав, самозатухает при возгорании

Показатели

	TECATRON (PPS)	TECATRON GF40 (PPS GF)
T _g	97 °C	93 °C
Плотность	1.36 г/см ³	1.63 г/см ³
Модуль эластичности	4,100 МПа	6,500 МПа
Рабочая температура, постоянная	230 °C	230 °C
Рабочая температура, кратковременная	260 °C	260 °C
Минимальная рабочая температура (повышение хрупкости)	-20 °C	-20 °C

Идентифицирующие характеристики

- Цвет бежевый/натуральный, под воздействием УФ излучения быстро покрывается локализованными коричневыми пятнами
- Низкая воспламеняемость
- Серный запах, запах тухлых яиц
- Затухает после удаления источника огня
- Жесткий, звонкий звук при ударе

Продукция/Модификации

TECATRON (PPS)

Базовая марка, только для специального применения

TECATRON GF40 (PPS GF)

Армирован стекловолокном для большей прочности и жесткости

TECATRON GF40 black (PPS GF)

Армирован стекловолокном, окрашен в черный цвет, улучшенная УФ защита для эксплуатации при атмосферных воздействиях

TECATRON PVX (PPS CS CF TF)

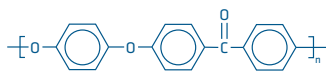
Специальная марка с модифицированными свойствами скольжения для удовлетворения требованиям скольжения при высоких температурах, нагрузках и воздействии химических веществ и пара

Примеры использования

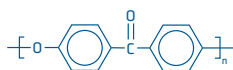
Структурные компоненты для применения в химических средах, клапана, корпуса фильтров, компоненты насосов и фитингов, колеса насосов, скользящие компоненты, подверженные воздействию химических веществ, а также горячей воды, роликовые подшипники для непрерывной сушки, электрические детали, штепселя, корпуса, корпуса ламп, неармированные специальные марки с низким ионным загрязнением, для полупроводниковой промышленности.

Резюме

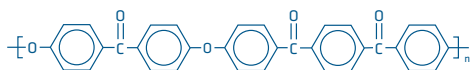
Использование изделий из материала TECATRON часто является оптимальным компромиссом в тех случаях, когда параметры производительности PA 66 GF30 достигли своих пределов, а возможность применения РЕЕК ограничивается бюджетом. В автомобильной промышленности, к примеру, PPS часто используется преимущественно для применения в отсеке двигателя там, где PA 66 GF30 уже не в состоянии обеспечить адекватных показателей. Наряду с высоким показателем механической прочности, другой выдающейся особенностью PPS является его отличная стабильность формы.



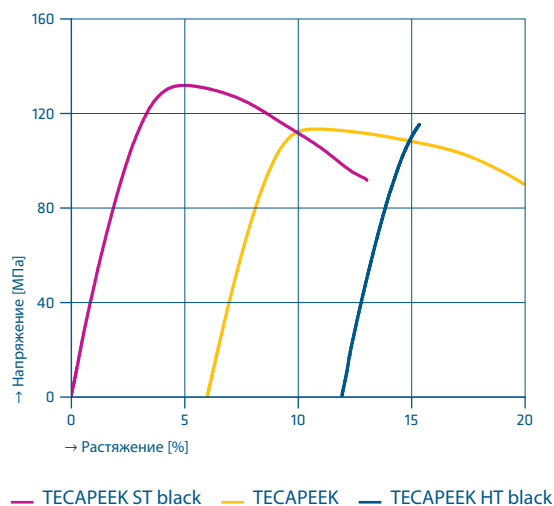
Структурная формула PEEK



Структурная формула PEK



Структурная формула PEKEKK



TECAPEEK

PAEK (DIN обозначение)

Группа полиарилэфиркетонов (PAEK) включает в себя следующие виды: PEEK, PEK, PEKEKK и PEKK. Молекулярная структура полимеров этой группы отличается количеством эфирных и кетонных групп. Следовательно, с увеличением числа кетонных групп основные различия касаются области показателей температуры стеклования и плавления. Производственные процессы, связанные с плавлением, становятся все труднее и постепенно замещаются методами прессования, которые являются технологией выбора в случае производства больших партий заготовок, компонентов больших размеров. Типичной характерной чертой этой группы материалов, которые классифицируются как термопластичные высокотемпературные пластики, является то, что их набор свойств в значительной степени сохраняется неизменным при воздействиях высоких температур выше 100°C. Большая часть характерных показателей изменяется лишь умеренно. Наиболее важным материалом, имеющим наибольшее количество технологических применений, является полиэфирэфиркетон (PEEK). Материалы, принадлежащие к группе полиарилэфиркетонов, отличаются сложным набором качеств с большим количеством превосходных индивидуальных особенностей.

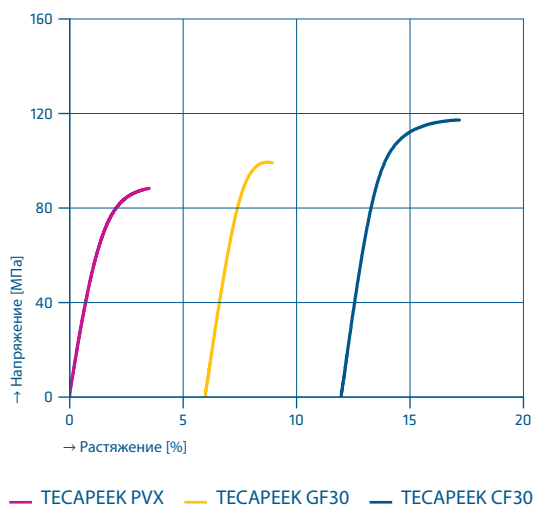
Свойства

- Полукристаллический
- Низкая плотность
- Высокая степень ударной вязкости
- Высокая прочность, твердость и жесткость
- Низкая тенденция к ползучести

- Хорошие показатели трения/скольжения, износостойкость
- Очень хорошая химическая стойкость в самых различных технологических сферах применения
- Стойкость к гидролизу, тенденция к формированию трещин от напряжения
- Высокая термостабильность
- Необычно высокая стойкость к радиации, к гамма- и рентгеновскому излучению
- Очень низкое поглощение влаги
- Минимальное тепловое расширение
- Хорошая пространственная стабильность
- Огнестойкий состав, самозатухание при возгорании
- Минимальное загрязнение ионами
- Очень низкая дегазация в условиях высокого вакуума
- Минимальное выделение низкотоксичного газа при горении

Показатели

	TECAPEEK (PEEK)	TECAPEEK HT (PEK)	TECAPEEK ST (PEKEKK)
T _g	150 °C	160 °C	165 °C
Плотность	1.31 г/см ³	1.31 г/см ³	1.32 г/см ³
Модуль эластичности	4,200 МПа	4,600 МПа	4,600 МПа
Рабочая температура, пост.	260 °C	260 °C	260 °C
Рабочая температура, крат.	300 °C	300 °C	300 °C
Минимальная рабочая темп. (Исключения при t до -100 °C, повышение хрупкости)	-40 °C	-40 °C	-40 °C



Идентифицирующие характеристики: PEEK natural colour

- Натуральный цвет - бежевый или характерный красителю
- Низкая воспламеняемость
- Затухает после удаления источника огня
- Минимальное образование сажи
- Чрезвычайная твердость и жесткость
- Плотность значительно больше $> 1 \text{ г/см}^3$, тонет в воде

Продукция/Модификации

TECAPEEK (PEEK)

Неармированная базовая марка

TECAPEEK black (PEEK)

Улучшенная стойкость при воздействии УФ излучения, для эксплуатации на открытом воздухе

TECAPEEK luminous red (PEEK)

Сигнальный и предупреждающий цвет, для рабочих деталей промышленного использования

TECAPEEK CF30 (PEEK CF)

Армирован углеродным волокном, высокая прочность и жесткость, отличные свойства скольжения

TECAPEEK ELS nano (PEEK CNT)

Проводит электричество, с CNT

TECAPEEK GF30 (PEEK GF)

Армирован стекловолокном для высокой прочности и жесткости

TECAPEEK PVX (PEEK CS, CF, TF)

С модифицированными свойствами скольжения, для высоконагруженных деталей скольжения

TECAPEEK HT black (PEK)

Неармированный, более высокая термомеханическая стойкость, чем PEEK

TECAPEEK ST black (PEKEKK)

Неармированный, более высокая термомеханическая стойкость, чем PEK

TECAPEEK CF30 MT (PEEK CF)

Специальная марка, армирована углеродным волокном, для большей прочности, биосовместим, черный

TECAPEEK CLASSIX white (PEEK)

Специальная марка для медицинских устройств, возможен контакт с биотканями на срок до 30 дней, биосовместим

TECAPEEK MT (PEEK)

Натуральная версия для медицинских технологий, биосовместим

TECAPEEK MT coloured (PEEK)

Специальные марки в различных цветовых решениях для медицинских технологий, биосовместим

TECAPEEK ID blue

(PEEK, detectable filler)

Модифицирован для индуктивного распознавания в пищевых и фармацевтических процессах, подходит для контакта с пищей

TECAPEEK TF10 (PEEK TF)

Скользкие свойства улучшены при помощи PTFE, подходит для контакта с пищей

TECAPEEK TS (PEEK, mineral)

С минеральным наполнителем, высокая прочность и жесткость, ударная вязкость, высокая твердость и низкое тепловое расширение

TECATEC PEEK CW50 (PEEK CF)

Усиленный углеродной тканью, характеристики прочности на фабричном уровне схожи с характеристиками стали, биосовместим

TECATEC PEKK CW60 (PEKK CF)

Усиленный углеродной тканью, характеристики прочности на фабричном уровне схожи с характеристиками стали, биосовместим

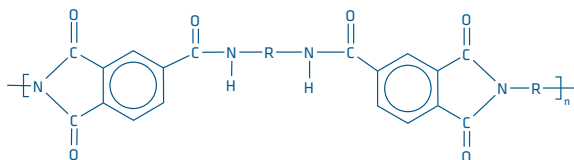
Примеры использования

Полиарилэфиркетоны являются группой высокоэффективных полимеров, каждый представитель которой имеет специфический набор необычных свойств и показателей. Это делает эти пластики крайне важным источником материалов для современной техники и промышленности. Видную роль в этой группе играет ТЕСАРЕЕК (РЕЕК). Он может применяться для изготовления различных деталей, работающих при движении, направляющих роликов, направляющих цепей в печах, накладок для баков, термоформованных частей, различных компонентов для применения в области производства пищи, питьевой воды, медицинской, фармацевтической и биотехнологической промышленности. Обшивка установок, полупроводниковые технологии и микроэлектроника, ядерная и рентген-технология, разведка и транспортировка нефти и газа, аэрокосмическая промышленность, зубчатые колеса и строительство двигателей.

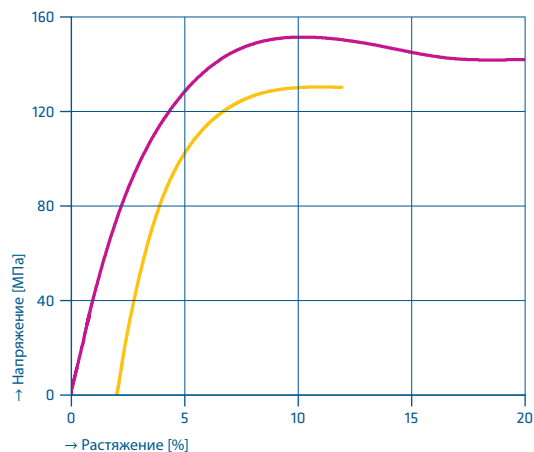
Резюме

По сравнению с ТЕСАРЕЕК (РЕЕК) точка плавления и стеклования, а также уровень прочности у ТЕСАРЕЕК НТ (РЕКЕКК) выше. Его стойкость к химическим веществам значительно лучше. Сопротивление полиарилэфиркетонов гидролизу в условиях стерилизации горячим паром больше, чем в случаях с высокотемпературными пластиками из ряда PI и PAI. В сравнении с PEI отличная стойкость к щелочам при высоких температурах является их отличительной чертой. Специальные материалы из семейства ТЕСАТЕС демонстрируют экстремальную механическую прочность, тепловую и размерную стабильность благодаря ткани из углеродного волокна. РАЕК на основе полимерной матрицы также обеспечивает высокую стойкость к воздействию горячего пара и химических веществ, что делает ТЕСАТЕС идеальным для применения в медицинских технологиях.





Структурная формула PAI



— TECATOR 5013 — TECATOR 5031 PVX

TECATOR

PAI (DIN обозначение)

Полиамидимиды (PAI) - аморфные, термопластичные высокоэффективные полимеры, характеризующиеся высокой термостабильностью. Их высокая молекулярная масса означает, что эти материалы не могут быть расплавлены, но подвергаются термическому разрушению при тестировании.

PAI принадлежит к группе термопластичных полиимидов. Данные полиимиды характеризуются необычно сложным набором свойств, с большим количеством выдающихся показателей. Высокий уровень ударной вязкости, жесткости и стойкости к ползучести сочетаются с низким тепловым расширением и стабильностью формы компонентов. В результате модифицирования путем добавлением графита или PTFE получается высоко-устойчивый к истиранию и износу материал с минимальным сопротивлением трению, который остается эффективным даже в условиях сухого хода.

Свойства

- Аморфный
- Высокая плотность
- Хорошие показатели трения/скольжения, высокая стойкость к износу
- Высокая степень ударной вязкости
- Очень высокая прочность и твердость
- Очень хорошая химическая стойкость
- Чувствительность к гидролизу при продолжительном воздействии воды при температурах выше 100 °C, горячему пару и щелочам
- Относительно высокое поглощение влаги негативно влияет на стабильность формы
- Высокая термостабильность
- Необычно высокая стойкость к радиации, к гамма- и рентгеновскому излучению
- Огнестойкий состав, самозатухание при возгорании

Показатели

	TECATOR 5013 (PAI)	TECATOR 5031 PVX (PAI)
T _g	280 °C	280 °C
Плотность	1.40 г/см ³	1.46 г/см ³
Модуль эластичности	3,800 МПа	5,900 МПа
Рабочая температура, постоянная	250 °C	250 °C
Рабочая температура, кратковр.	270 °C	270 °C
Минимальная рабочая температура	-150 °C	-150 °C

Идентифицирующие характеристики

- Типичные цвета: внешний слой коричневый, внутри желто-коричневый
- Низкая воспламеняемость
- Горит с синим пламенем с желтым кончиком
- Образование сажи минимально или отсутствует

Продукция/Модификации

TECATOR (PAI)

Базовый тип, жесткий, электроизоляционный

TECATOR 5031 PVX (PAI CS TF)

Свойства скольжения улучшены за счет введения графита и PTFE

TECATOR GF30 (PAI GF)

Высокопрочный, укрепленный стекловолокном, для литья под давлением

Примеры использования

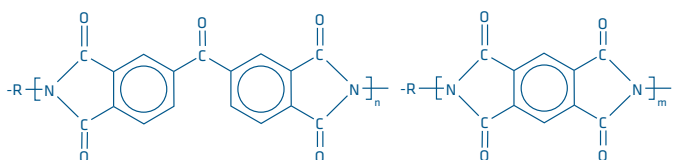
Скользкие компоненты, направляющие ролики, подшипники скольжения, шестерни, опорные шайбы (осевые подшипники скольжения) в производстве коробок передач, шары в гидравлических контроллерах. Армированные стекловолокном, высокопрочные и стабильные марки используются в аэрокосмической промышленности. А также бегунки, направляющие ролики, направляющие для бумаги в принтерах, копирках, офисной технике.

Детали штепселей и тестовые гнезда для тестирования чипов в микроэлектронной промышленности, патронах для ламп.

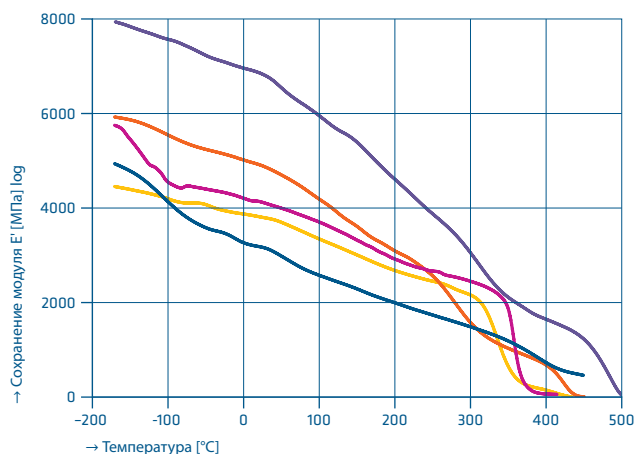
Резюме

Группа амидов имеет повышенное поглощение влаги, чем обеспечивается очень хорошая ударная вязкость, но демонстрируется отсутствие стабильности формы и ограничивается стойкость к гидролизу.

Для использования в более высоких температурных пределах рекомендуется предварительная сушка для того, чтобы предотвратить гидролитическое повреждение материала. Детали из заготовок проходят термическую обработку в конце процесса полимеризации, что придает им одновременно улучшенную стойкость к истиранию на рабочей поверхности в сочетании с окислением поверхности.



Структурная формула PI



— TECASINT 1011 — TECASINT 2011 — TECASINT 3011
 — TECASINT 4011 — TECASINT 4111

TECASINT

PI (DIN обозначение)

Полиимиды (PI) производятся путем поликонденсации. Они не являются плавкими в связи с большим количеством кольцевых, преимущественно ароматических, цепей и высоким молекулярным весом. Следовательно, производство заготовок или деталей прямым формованием осуществляется исключительно путем методов спекания.

Материалы, принадлежащие к группе полиимидов, характеризуются необычайно сложным набором свойств с большим количеством превосходных индивидуальных характеристик и потому они занимают позицию на вершине пирамиды полимерных материалов.

Свойства

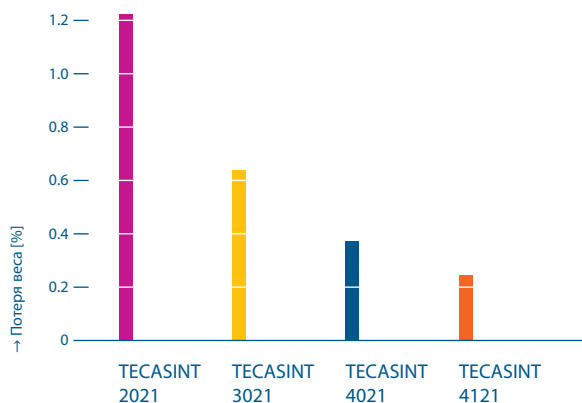
- Не плавкий, высокотемпературный полиимид
- Высокая прочность, модуль эластичности и жесткость, в том числе в диапазоне высоких температур
- Высокая прочность на сжатие и сопротивление ползучести
- Высокая чистота, низкая дегазация в вакууме
- Хорошая химическая стойкость
- Хорошая тепло- и электроизоляция
- Высокая стойкость к радиации
- Огнестойкий состав
- Высокая плотность
- Чувствительность к гидролизу при температуре воды > 100 °C и при воздействии горячего пара

Показатели

	TECASINT 2011 (PI)	TECASINT 4011 (PI)	TECASINT 4111 (PI)
T _g [°C]	370	260	n.a.
Плотность [г/см ³]	1.38	1.41	1.46
Модуль эластичности [МПа]	3,700	4,000	7,000
Рабочая температура, постоян. [°C]	300	300	300
Рабочая температура, кратк. [°C]	> 350	> 350	> 400
Минимальная рабочая темп. [°C]	-270	-270	-270

Идентифицирующие характеристики

- Низкая горючесть, не горит
- Плотность > 1 г/см³, тонет в воде
- Очень жесткий, жестко-мягкий в зависимости от типа
- Жесткий / приглушенный звук при ударе



Продукция

TECASINT 1000

Самый высокий модуль. Самая высокая твердость и жесткость. Предыдущее обозначение - SINTIMID.

TECASINT 2000

Очень высокий модуль упругости, высокая жесткость и твердость. По сравнению с TECASINT 1000 значительно снижено влагопоглощение. Обладает повышенной прочностью и лучше поддается мехобработке. Идеально подходит для изготовления компонентов прямым формованием.

TECASINT 4000

В сравнении с другими материалами TECASINT, TECASINT 4000 характеризуется следующими свойствами: минимальное поглощение воды, высочайшая стойкость к окислению на воздухе. Низкое трение. Оптимальная химическая стойкость.

Температура тепловой деформации до 470 °C.

Доступны различные марки с высокой разрушающей деформацией и ударной вязкостью, либо с высоким модулем упругости при изгибе.

TECASINT 5000

Чрезвычайно высокая стабильность формы и стойкость к нагрузкам при температурах до 300 °C.

TECASINT 8000

Матрикс из PTFE укрепленный порошком из PI. Снижение ползучести под нагрузкой. Великолепные показатели трения/скольжения. Идеально подходит для применения с мягкими сопряженными материалами (нержавеющая сталь, алюминий, латунь, бронза). Чрезвычайная химическая стойкость. Хорошо поддается механической обработке.

Модификации

Ненаполненный

Максимальная прочность и относительное удлинение. Высочайший модуль. Минимальная тепло- и электропроводимость. Высокая чистота. Низкая дегазация в соответствии с ESA ECSS-Q-70-20.

+ 30 % стекловолокно

Сниженное тепловое удлинение. Высокие показатели при термомеханических нагрузках. Хорошие электроизоляционные свойства.

+ 15 % графит

Улучшенная стойкость к износу и к тепловому старению. Самосмазывающийся, для смазываемых и сухих деталей.

+ 40 % графит

Уменьшенное тепловое удлинение. Максимальная стойкость к ползучести и к тепловому старению. Самосмазывающийся. Уменьшенная прочность.

+ 15 % графит + 10 % PTFE

Чрезвычайно низкое статическое трение и низкий коэффициент трения благодаря введению PTFE. Хорошие показатели, в том числе в условиях сухого хода, в следствии наличия «самосмазывания». Для деталей с требованиями низкого трения и износа при средних температурах и нагрузках (< 200 °C).

+ 15 % MoS₂

Наилучшие свойства скольжения и стойкости к износу в вакууме. Часто используется в аэрокосмических устройствах, в вакууме или инертных газах (тех. сухих). Низкая дегазация в соответствии с нормативами ESA ECSS-Q-70-20.

SD

Статически диссипативный/антистатичный, постоянное свободное перемещение. Поверхностное сопротивление 10^{9-11} или $10^{7-9} \Omega$. Для взрывозащиты оборудования и для применения в полупроводниковых технологиях (тестовые гнезда).

Примеры использования

Направляющие ролики, направляющие цепей в печах, обращение с горячим стеклом. Специальные марки без ионного загрязнения для полупроводниковой промышленности. Скользящие части с высокой термической и механической нагрузкой для использования в двигателях, приводах, аэротурбинах, тепло-электро изоляторах ускорителей частиц. Часто используется в качестве замены металла (по массе причин), а также в случаях, если PEEK не удовлетворяет предъявляемым жестким требованиям, в том числе температурным в качестве основного критерия. Устройства с жесткими требованиями к прочности, безопасности и надежности. Непременный атрибут группы материалов для аэрокосмической, стекольной промышленности, криогенных и вакуумных технологий, исследований и общего развития высоко- и низкотемпературной физики, фундаментальных исследований в области физики элементарных частиц, фундаментальных ядерных технологий.

Резюме

Использование полиимидов часто представляет собой либо единственное доступное решение, либо обеспечивает экономическую альтернативу металлам, керамике или другим инженерным пластмассам. Несколько различных модификаций материалов в каждой из групп, ориентированных на определенную область применения, удовлетворяют широкому набору требований:

- Скользящие марки твердые/мягкие
- Статически диссипативные марки
- Электроизоляционные марки
- Высокопрочные, армированные стекловолокном марки
- Высокопрочные неармированные марки





Для того, чтобы определить правильный материал для использования, важно обратить внимание на характеристики материала и как можно подробнее определить набор требований, предъявляемых к нему.

Чем больше информации доступно об условиях применения, тем наиболее точно можно подобрать подходящий материал. Следующий раздел разъясняет главные характеристики материалов и результаты проведенных испытаний. Мы также сопоставили наиболее важные материалы для того, чтобы облегчить Ваше сравнение.

Свойства

Модификации / Добавки

Термопласты могут быть модифицированы чрезвычайно большим набором способов, путем выборочной интеграции добавок и наполнителей. Это позволяет адаптировать свойства материала под конкретную область применения. Наиболее частыми модификациями в области инженерных и высокотемпературных пластиков являются:

Армирующие волокна

Стекловолокно

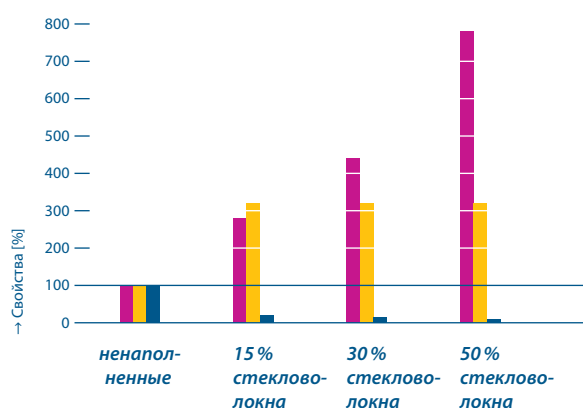
В первую очередь стекловолокно используется для улучшения прочностных характеристик.

- Повышенный предел прочности при растяжении, предел прочности при сжатии, а также жесткость
- Улучшенное сопротивление ползучести
- Повышенная термостабильность
- Снижение теплового расширения и усадки
- Сниженная ударная вязкость, прочность на изгиб

Пожалуйста, обратите внимание:

Стекловолокно обладает абразивным эффектом. По этой причине укрепленные стекловолокном материалы:

- наименее подходят для скользящих устройств (высокий износ сопряженной детали), а также при мехобработке приводят к повышению износа инструмента (сокращенный срок службы)



- Модуль эластичности
- Термостойкость
- Относительное удлинение при разрыве

Испытания проведены на тестовых образцах, полученных литьем под давлением

Углеродные волокна

Углеродные волокна имеют схожий эффект со стекловолокном, но

- углеродные волокна обеспечивают лучшее соотношение веса и прочности (низкая плотность с существенным увеличением прочности)
- углеродные волокна не такие абразивные, как из стекловолокна, а следовательно, возможны для применения в узлах скольжения
- влиянием углеродных волокон на электрические свойства можно пренебречь (включая неопределяемое электрическое сопротивление)
- углеродные волокна более дорогостоящие, чем стеклянные

Дополнительные укрепляющие волокна

- Арамидные волокна
 - Минеральные волокна
- могут быть предложены в качестве нестандартных опций

Добавки, снижающие трение

PTFE

При сжатии частицы PTFE заполняют основной полимер образуя тонкую полимерную пленку. В результате получается пластик с прекрасными антифрикционными свойствами работающей поверхности.

- Обычно наблюдаются антиадгезионные свойства
- Эффективное избегание эффекта прилипания при скольжении

UHMW-PE

Демонстрирует те же эффекты, что и PTFE, но в менее выраженной форме.

Силиконовые масла

Специальные масла, которые перемещаются на поверхность материала и образуют тонкую, самосмазываемую пленку на его поверхности.

Графит

Графит является чистым углеродом, который в определенных условиях демонстрирует заметные смазывающие свойства. Внося равномерно графит в пластик, добиваются снижения коэффициента трения. Смазочный эффект графита особенно заметен во влажной среде.

Дисульфид Молибдена (MoS_2)

Дисульфид Молибдена применяется в основном в качестве ядрообразующего агента и даже при добавлении небольших его количеств в материал формирует мелкокристаллическую структуру в нем. Следовательно, данная добавка увеличивает стойкость к износу и уменьшает трение.

Наполнители

В общем, наполнители приносят минимальное или вовсе не приносят технических преимуществ и служат главным образом для снижения цены или веса материала: мел, тальк, керамика, полые стеклянные сферы.

Другие добавки

Сульфат бария

Его добавляют, чтобы сделать термопласты непрозрачными для рентгеновских лучей. Это гарантирует то, что материалы будут видны во время медицинских процессов при воздействиях рентгеновских излучений.

Антипирены

Эта добавка может использоваться для определенных материалов с целью уменьшения их возгораемости. Самозатухающие свойства этих материалов - основное требование для таких областей как авиационная и железно-дорожная промышленности.

Модификаторы ударной вязкости

Они добавляются к жестким и хрупким материалам, чтобы увеличить их ударную вязкость.

Добавки, влияющие на электропроводимость

По своей сути термопласты являются диэлектриками, но могут быть модифицированы с целью обеспечения проведения электрического тока или антистатических свойств. Эти свойства достигаются путем добавления антистатиков, проводящей ток углеродной сажи и углеродных нанотрубок.

Цветные красители

Путем интеграции пигментов и красителей в инженерные пластики можно создавать свои собственные цветовые эффекты. Выбор пигментов для высокотемпературных пластмасс ограничен высокой температурой производственных процессов получения заготовок или деталей.

Общее

Важно иметь в виду, что добавление любой добавки в материал имеет несколько последствий. Наряду с позитивным эффектом необходимых ключевых характеристик, на другие характеристики добавки могут влиять отрицательно.

Портфолио продукции Ensinger предлагает большое количество модифицированных материалов со склада. Наряду с этими материалами, индивидуальные требования клиента могут быть удовлетворены продукцией, произведенной по специальному заказу.

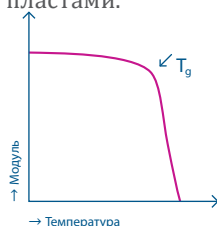
Добавка	Прочность	Эластичность	Поведение трения/скольжения	Ударная вязкость	Размерная стабильность	Огнестойкость
Армированные волокнами						
Добавки, снижающие трение						
Модификаторы ударной вязкости						
Огнезащитные составы						

Термические свойства

Характеристики температур

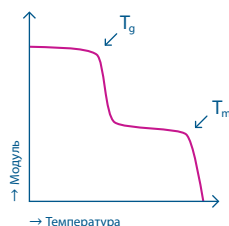
Температура стеклования

Температура стеклования (T_g) - это температура, при которой полимеры переходят из жестко-упругого и хрупкого состояния, в гибкое, резиноподобное, эластическое состояние. Следует проводить различие между аморфными и полукристаллическими термопластами.



аморфные

Аморфные материалы могут быть подвержены существенному износу при превышении T_g , так как их механическая прочность резко снижается после достижения этой точки. Полукристаллические материалы, напротив, после достижения T_g все еще продолжают демонстрировать определенную механическую прочность, в связи с наличием у них кристаллических областей в структуре, и поэтому они хорошо подходят для деталей, подверженных механическим нагрузкам, стрессу.



полукристаллические

Температура плавления

Температура плавления (T_m) - это температура, при которой материал начинает плавиться, т.е. переходит из твердого в жидкое агрегатное состояние и его кристаллические структуры разрушаются.

Рабочие температуры

Длительная рабочая температура

Длительная рабочая температура определяется максимальной температурой, при которой пластик теряет больше 50% своих изначальных свойств после 20,000 часов хранения на горячем воздухе (в соответствии с IEC 216).

Кратковременная рабочая температура

Кратковременная рабочая температура - это кратковременная, пиковая температура которую пластик может выдерживать на протяжении короткого периода времени (от нескольких минут, а иногда до часа), учитывая уровень стресса и продолжительность, не получая при этом повреждений.

Максимальная рабочая температура зависит от следующих факторов:

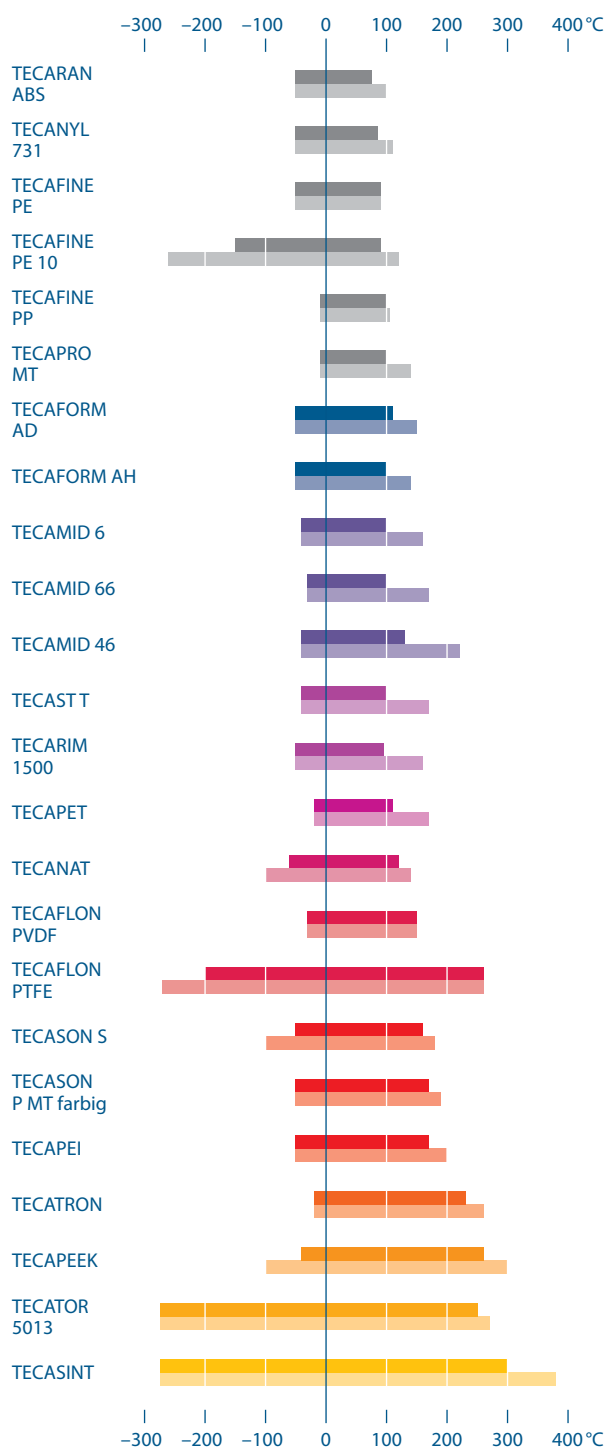
- Длительность воздействия температуры
- Максимально допустимая деформация
- Ухудшение показателей прочности вследствие термического окисления
- Условия окружающей среды

Отрицательная рабочая температура

Рабочая температура в отрицательном температурном диапазоне точно не определена и зависит от множества различных показателей и условий окружающей среды:

- Ударная вязкость/хрупкость материала
- Модифицирования: материалы, армированные волокнами, имеют тенденцию проявлять твердохрупкие свойства
- Температура
- Длительность нагрузки
- Вид нагрузки (к примеру, ударная или вибрационная нагрузка)

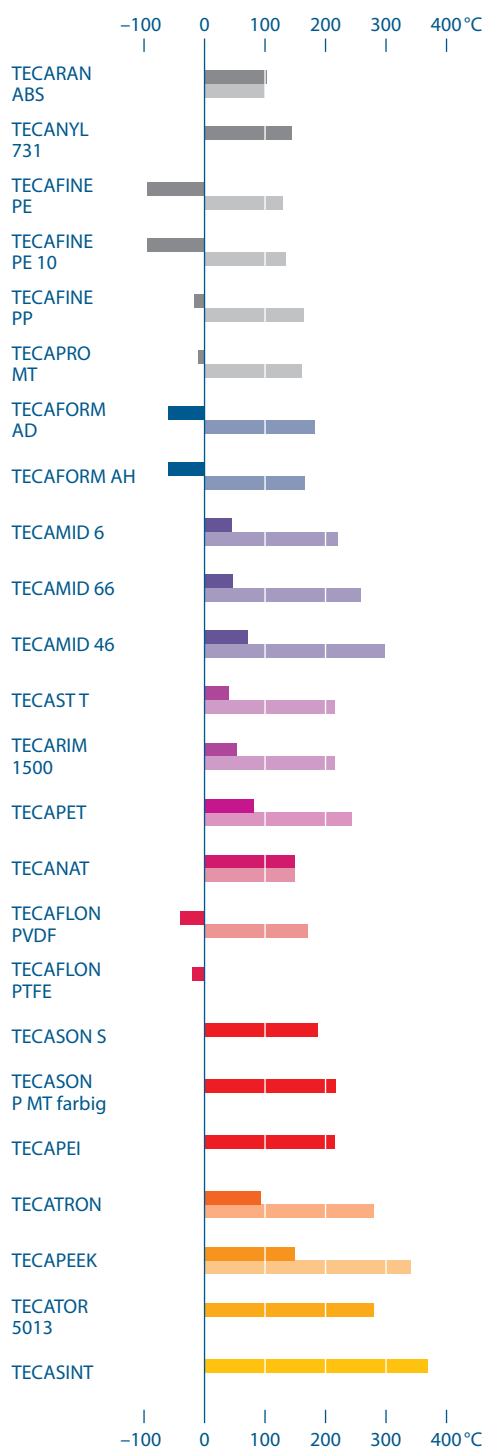
Рабочие температуры [°C]



Отрицательные температуры эксплуатации ← → Рабочие температуры эксплуатации
длительно длительно
кратковременно кратковременно

Температура стеклования [°C]

Температура плавления [°C]



Температура стеклования
Температура плавления

Другие тепловые характеристики

Температура стабильности формы

Температура стабильности формы является мерой возможной нагрузки на пластики при воздействии температуры. Этот показатель определяется путем воздействия на пластик нагрузкой при определенном увеличении температуры. Температурный показатель при наличии определенной деформации (удлинения) материала и является значением температуры стабильности формы. Температура стабильности формы не может быть использована для того, чтобы напрямую охарактеризовать материал, но может применяться для сравнения различных материалов между собой.

При определении тепловой стабильности должен учитываться вид производства материала и вид используемого тестирования. Исследования показали, что данные, определенные путем измерения фрезерованных из заготовок деталей, отличаются от данных, полученных испытаниями на образцах, полученных литьем под давлением.

Эти различия объясняются следующим:

- Различные технологии производства
- Различия в структуре полимеров
- Влияние процесса мехобработки на тестовый образец (мехобработка в сравнении с литьем под давлением)

Коэффициент линейного теплового расширения

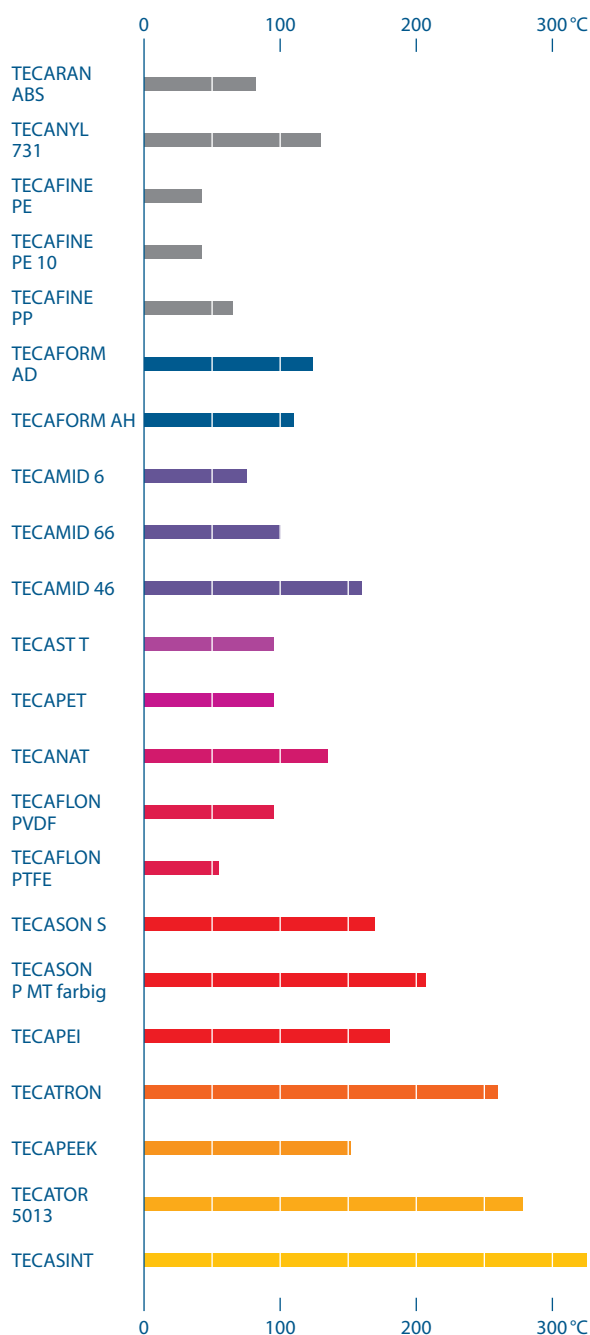
Коэффициент линейного теплового расширения определяет степень изменения длины материала в связи с повышением или снижением температуры.

Благодаря своей химической структуре, в целом, пластики имеют значительно больший коэффициент линейного расширения по сравнению с металлами. Это следует иметь в виду в следующих случаях:

- Необходимости получения деталей с очень точными допусками
- Высокие колебания температуры
- Детали, работающие в паре с металлами

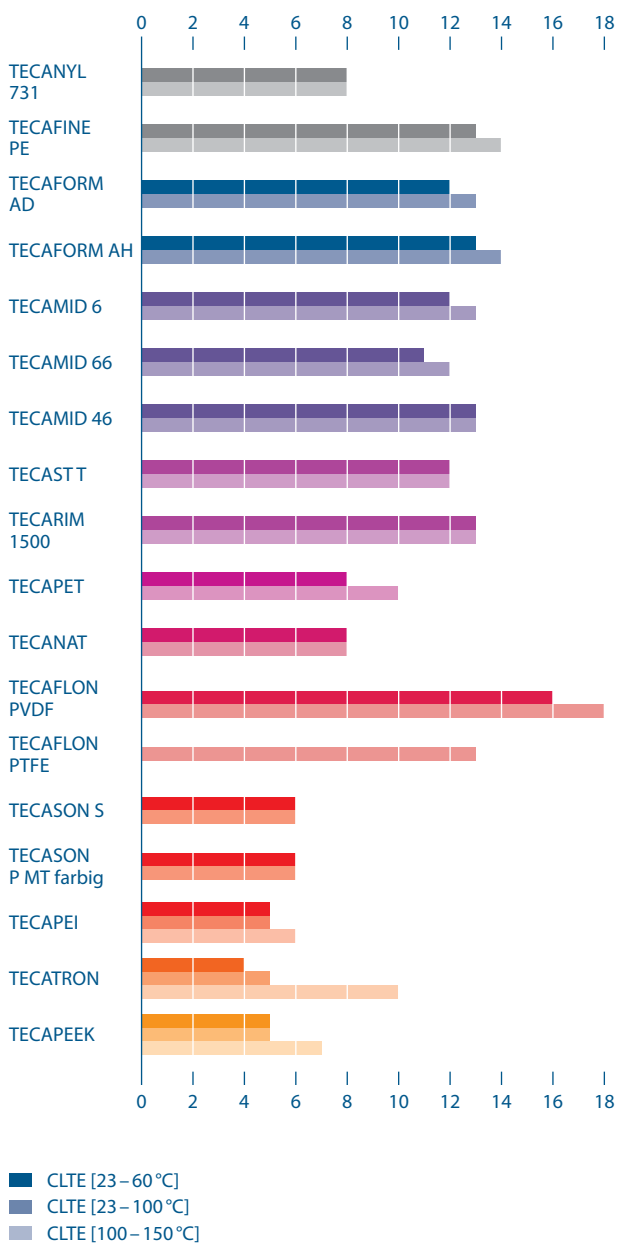
Коэффициент линейного теплового расширения может быть значительно уменьшен путем добавления в материал укрепляющих волокон. В этом случае могут быть достигнуты показатели, сравнимые с диапазоном показателей алюминия.

Температура стабильности формы, HDT/A [°C]

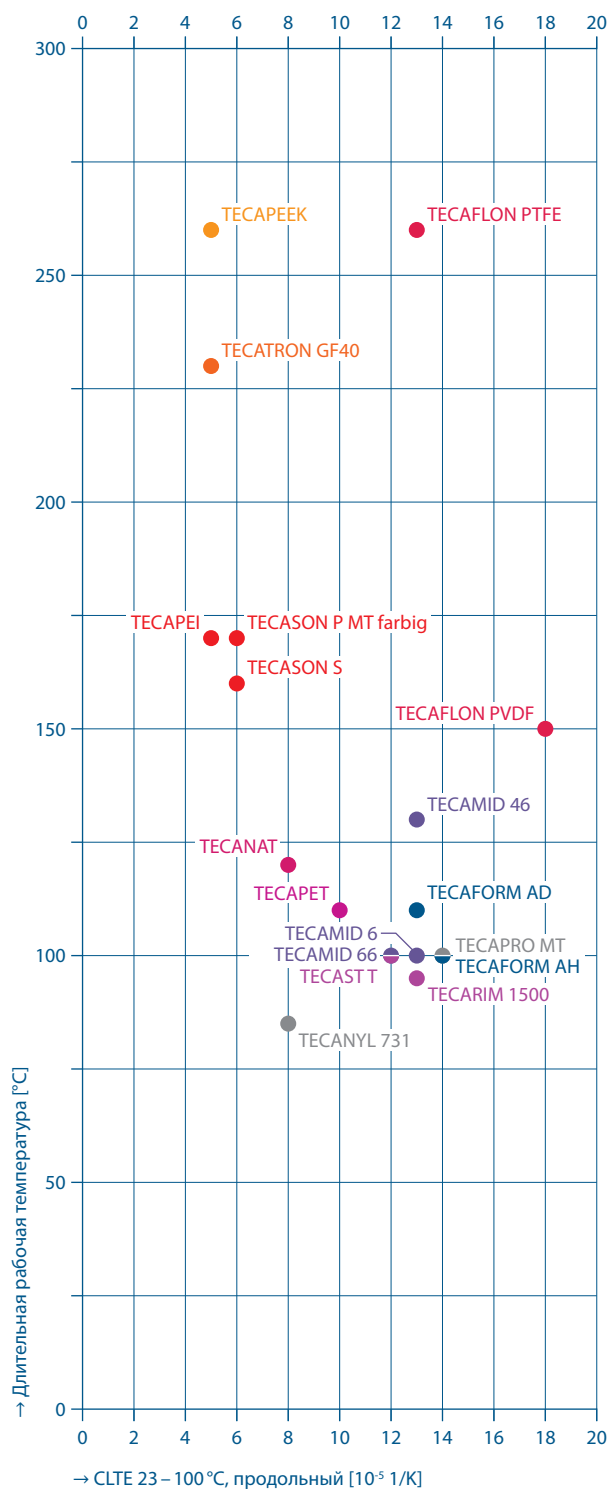


испытания проводились на образцах, полученных литьем под давлением

Коэффициент линейного теплового расширения,
продольный CLTE [10^{-5} 1/К]



Коэффициент линейного теплового расширения по отношению к длительной рабочей температуре

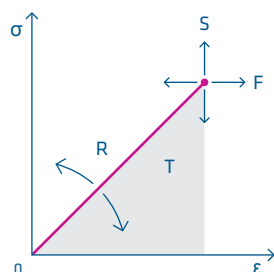


Механические свойства

Механические характеристики материала играют особую важную роль, когда пластиковые компоненты предназначены для того, чтобы выдерживать нагрузки. Основными механическими свойствами материалов являются:

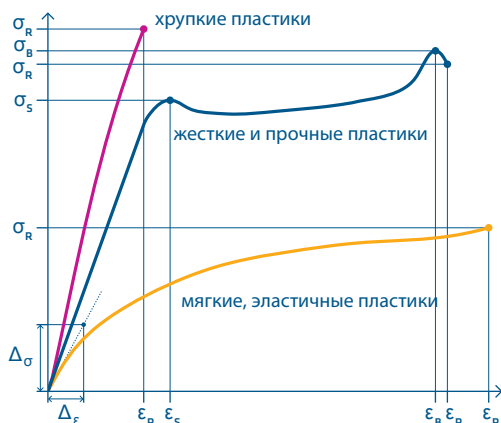
- Прочность: измерение сопротивления материала к внешнему воздействию
- Деформация: способность материала деформироваться под внешним воздействием
- Жесткость: измерение сопротивления материала деформации
- Ударная вязкость: измерение способности материала поглощать энергию при внешнем воздействии

S Прочность
F Деформация
R Жесткость
T Ударная вязкость



Source: J. Kunz, FHNW

Эти характеристики материала, как правило, определяются кратким применением растягивающих нагрузок в одном направлении с тестированием натяжения (например, в соответствии с DIN EN ISO 527):



σ_B Ультра высокое напряжение
σ_R Предел прочности при разрыве
σ_S Предел прочности при растяжении
ε_B Удлинение при ультра высоком напряжении
ε_R Относительное удлинение при разрыве
ε_S Относительное удлинение при растяжении

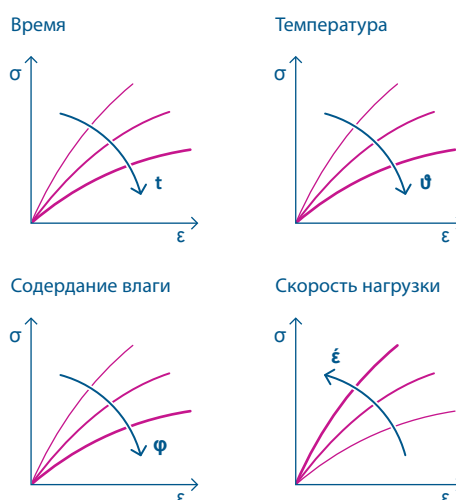
- Напряжение при растяжении σ - это сила растяжения, измеренная на самом маленьком поперечном сечении тестового образца в любой момент на протяжении теста.
- Предел прочности при разрыве σ_B - это напряжение при растяжении во время воздействия максимальной силы.

- Предел прочности при разрыве σ_R - это напряжение при растяжении в момент разрыва.
- Предел прочности при растяжении σ_S - это напряжение при растяжении, при котором кривая изменения прочности по отношению к длине кривой (смотрите график) равна нулю в первый раз.
- Удлинение ϵ - это изменение длины образца ΔL по отношению к изначальной длине L_0 в любой момент тестирования. Удлинение при максимальной силе описывается как ϵ_B , удлинение при разрыве как ϵ_R , предел прочности на растяжение как ϵ_S .
- Модуль упругости E : Линейная зависимость может наблюдаться только в нижнем диапазоне диаграммы деформации пластмасс. В этом диапазоне применим закон Гука, который говорит что отношение напряжения и деформации (модуль упругости) является константой. $E = \sigma / \epsilon$ в [МПа].

Основываясь на испытаниях на изгиб, сжатие и ударную вязкость, дополнительные методы испытаний возможно определить характеристики материалов и возможные нагрузки.

Однако для качественной разработки деталей необходимо учитывать соответствующие условия применения. Из-за макромолекулярной структуры пластиков их механические свойства зависят от факторов окружающей среды, таких как температура, период воздействия, типа и размера нагрузок и влажности.

Влияние различных факторов на поведение пластика

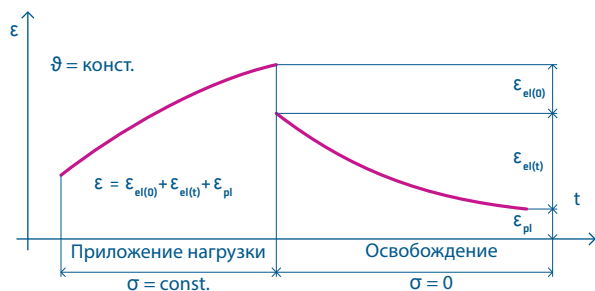


Влияние времени на механические показатели

Как было упомянуто выше, механические показатели пластиков зависят от прогрессирующих приложенных нагрузок с течением времени. Следовательно, для полной характеристики должны проводиться длительные испытания (статические тесты) наряду с краткосрочными (квазистатические тесты), а также динамические испытания на усталость (с периодическим приложением нагрузки) и испытания на удар (резкое приложение нагрузки).

С точки зрения деформационного поведения здесь преобладают три типа деформации:

- Упругая деформация (обратимая деформация)
- Вязкоупругая деформация (обратимая деформация с задержкой)
- Пластическая деформация (необратимая деформация)



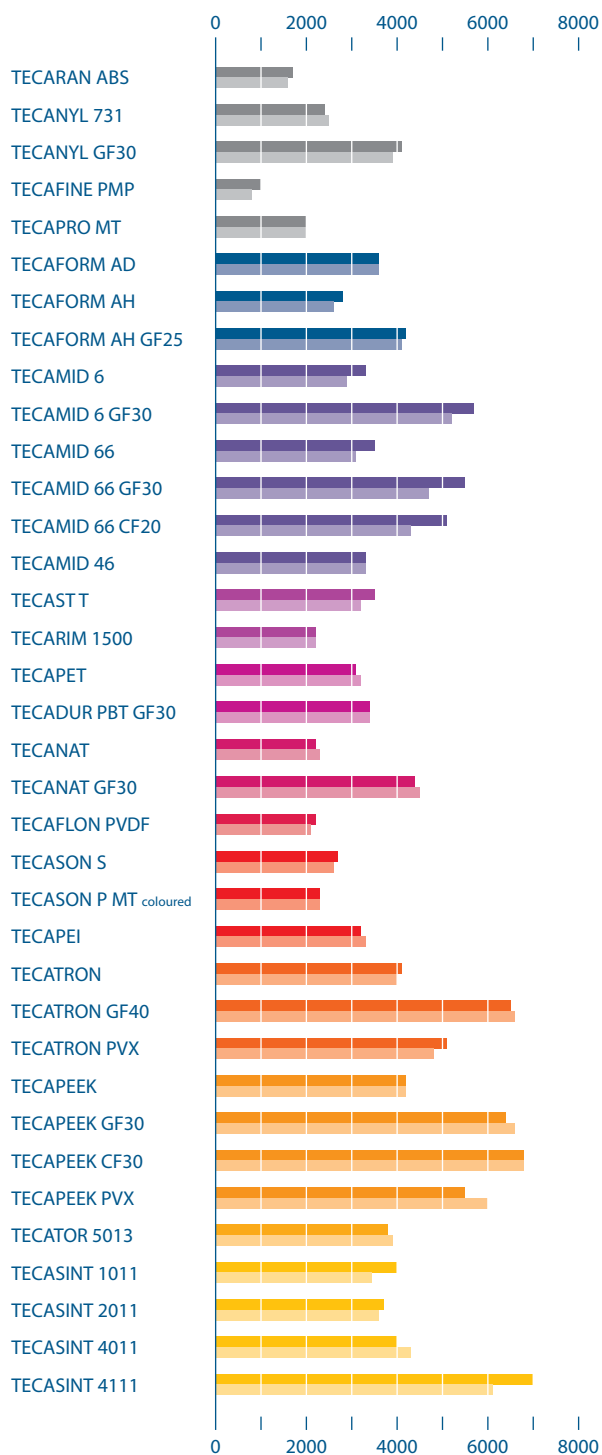
Деформация пластика как под постоянной нагрузкой, так и после удаления нагрузки

В данном контексте вязкоупругая деформация заслуживает особого внимания, так как здесь имеет место изменение макромолекулярной структуры. Эти изменения следуют вслед за воздействием нагрузки с задержкой по времени и существенно зависят от температуры. В зависимости от прогресса воздействия нагрузки, выделяют следующие характерные процессы вязкоупругой деформации:

- **Замедление:** увеличение деформации с течением времени под воздействием постоянной нагрузки
- **Расслабление:** уменьшение напряжения с течением времени под воздействием постоянной нагрузки
- **Восстановление:** уменьшение деформации с течением времени после удаления нагрузки

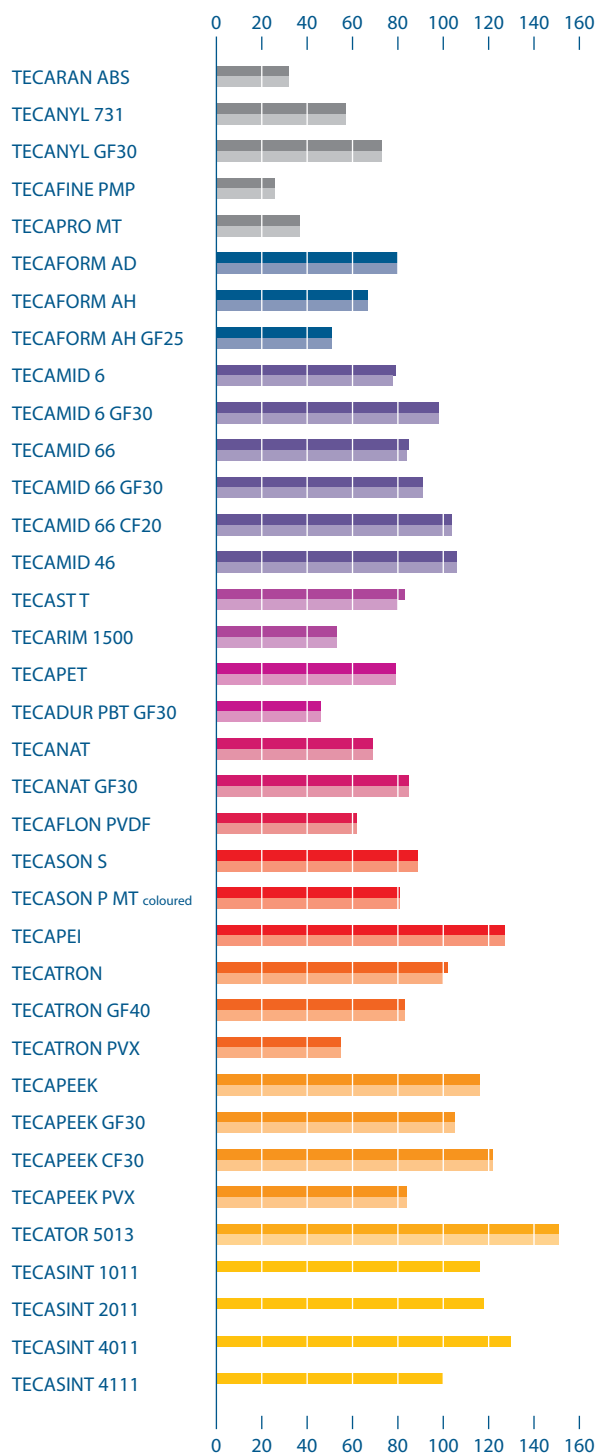
Эта зависимость деформационного поведения материала от времени проиллюстрирована на диаграммах зависимости разрывов от времени воздействия, диаграммах ползучести, изохронических диаграммах напряжения-деформации и диаграммах модуля ползучести. Учитывая вышеописанное, мы должны принимать во внимание, что детали не должны проектироваться исключительно на основе точечных характерных значений, полученных в результате проведения кратковременных тестов. С целью предотвращения ошибок при проектировании, в расчетах должны учитываться все возможные условия эксплуатации.

Модуль упругости [МПа]



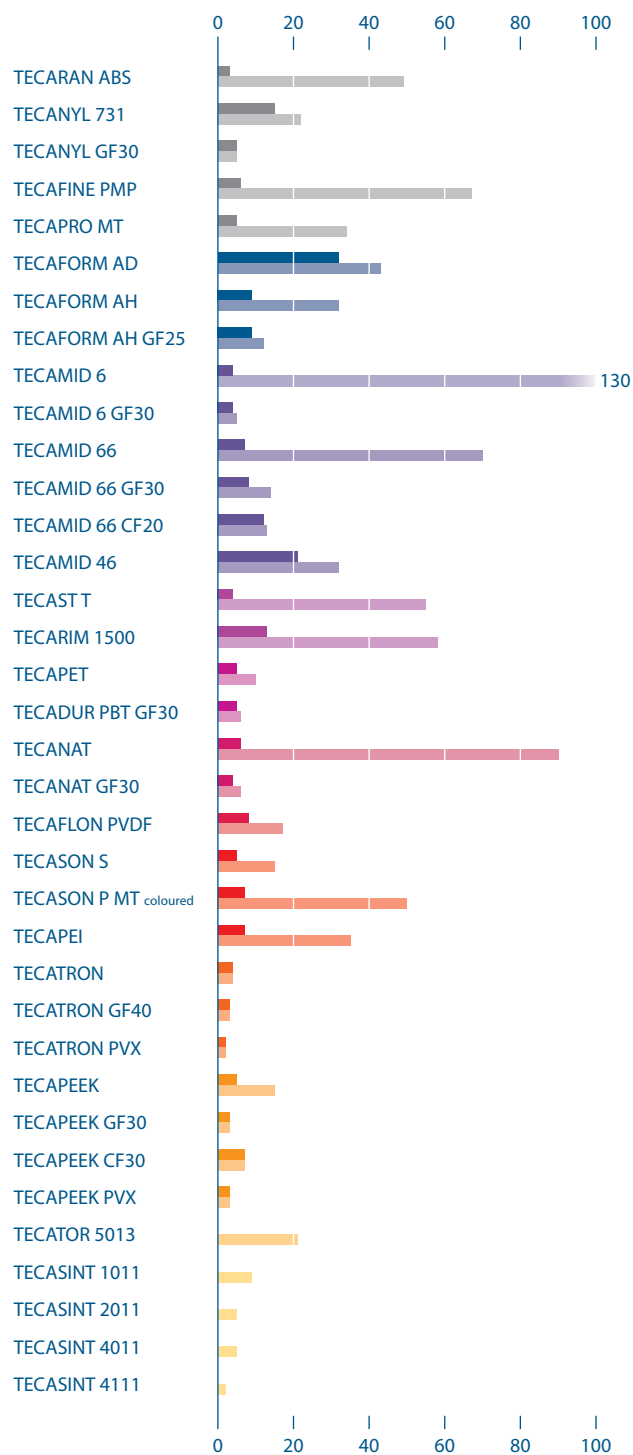
■ Модуль упругости при растяжении
■ Модуль упругости при изгибе

Сила / нагрузка [МПа]



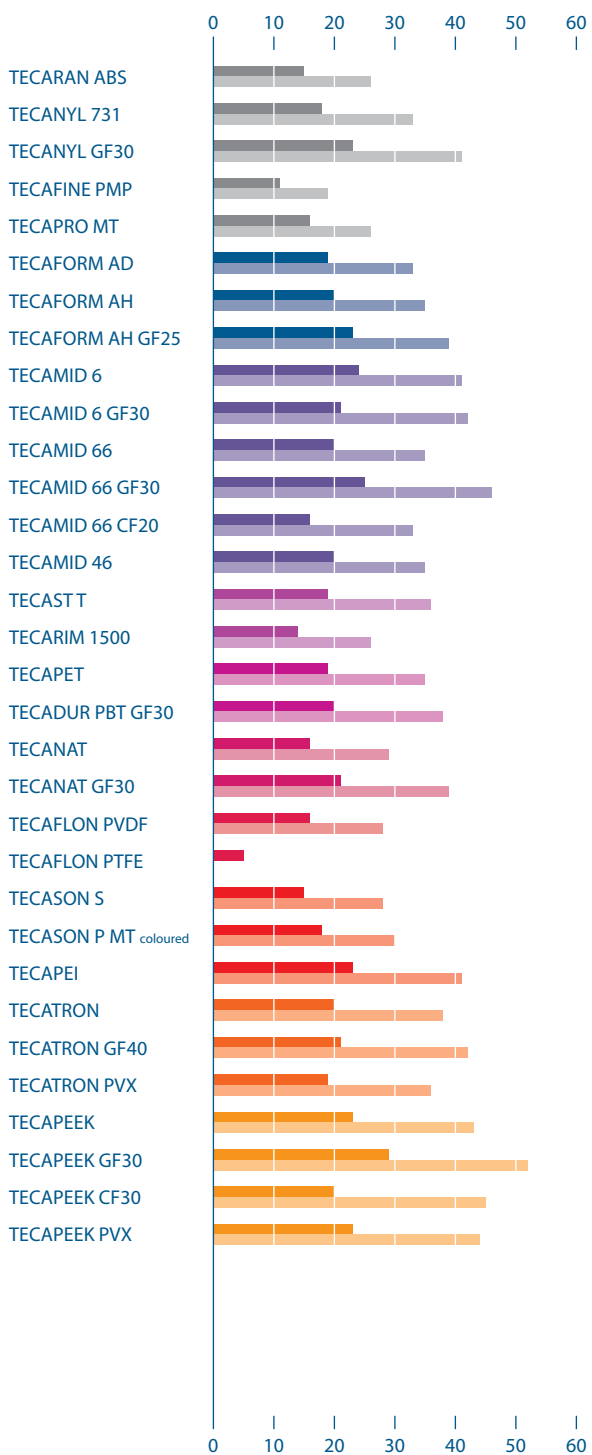
■ Предел прочности на разрыв
■ Предел прочности при растяжении

Растяжение [%]



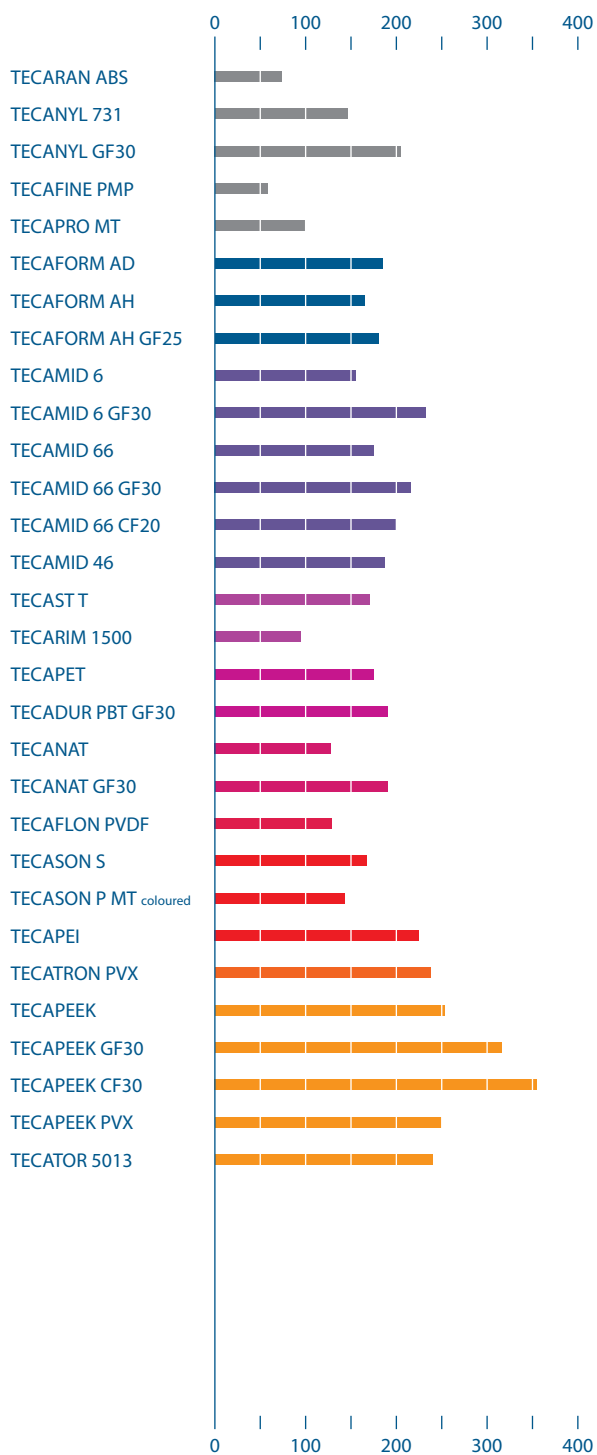
■ Относительное удлинение при растяжении
■ Относительное удлинение при разрыве

Прочность на сжатие [МПа]



■ Прочность на сжатие 1 %
■ Прочность на сжатие 2 %

Твердость вдавливания шарика [МПа]



Влияние обработки на результаты тестирования

Макроскопические характеристики термопластов зависят в большей степени от метода их получения. Из-за более высоких скоростей подачи, что является типичным для данного технологического процесса, при литье под давлением компоненты демонстрируют намного более выраженную ориентацию макромолекул или любых добавок в направлении наполнителя, чем например заготовки, изготовленные путем экструзии, которые подвергаются воздействию намного меньших скоростей подачи. Специальные добавки с высоким соотношением сторон (такие например, как стеклянные или углеродные волокна) имеют тенденцию к ориентации преимущественно в направлении потока при более высоких показателях скоростей подачи. Анизотропия, которая проявляется в результате этого, обеспечивает более высокую прочность в тестах напряжения, так как в этом случае направление потока соответствует направлению тестирования.



Тестовый образец изготовлен из экструдированного материала с последующей механической обработкой
Хаотическое распределение волокон и макромолекул



Образец получен литьем под давлением
Распределение волокон и макромолекул в направлении тестирования (параллельно направлению течения)

Тенденции влияния метода получения на характеристики

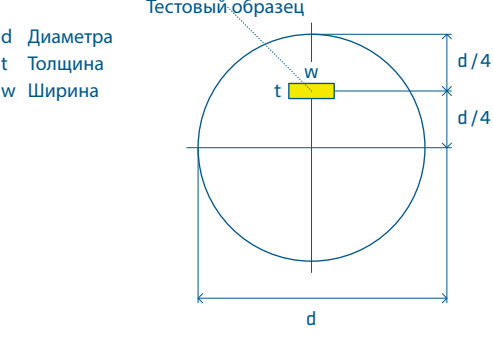
	неармированные термопласты		армированные термопласты	
	Литье под давлением	Экструзия	Литье под давлением	Экструзия
Прочность на разрыв	↓	↑	↑	↓
Модуль упругости	↓	↑	↑	↓
Удлинение при разрыве	↑	↓	↓	↑

История предшествующей термической обработки термопластов также имеет значительное влияние на значение соответствующих характеристик материала. Отлитые под давлением компоненты имеют тенденцию к более быстрому охлаждению, чем экструдированные заготовки. Следовательно, здесь имеется значительная разница в степени кристалличности, особенно в полукристаллических материалах.

Точно так же, как и методы обработки, на макроскопические свойства и характерные показатели влияет форма заготовок (стержни, плиты, трубы) и их различные размеры (диаметр и толщина).

В нижеприведенной таблице представлен схематический обзор влияния со стороны различных методов обработки на типовые характеристики.

Для того, чтобы сравнение результатов различных тестов было правомерным, в этом контексте в соответствии с DIN EN 15 860 "Термопластичные заготовки" тестовые образцы должны изготавливаться из стержней диаметром от 40-60 мм следующим образом:



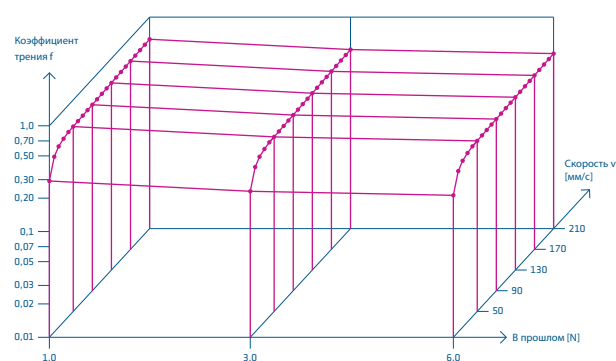
Трибологические характеристики

В общем, пластики обладают отличными свойствами скольжения, низким коэффициентом трения. С другой стороны, их стойкость к истиранию также высока в условиях сухого хода. Аналогично с механическими, трибологические характеристики зависят во многом от условий окружающей среды, говоря иначе, от системы скольжения. Значительное влияние здесь имеет нагрузка, скорость скольжения и тип движения (колеблющийся, вращающийся и т.д.). Кроме того, влияние на свойства системы скольжения также оказывает характеристика материала партнера по скольжению и свойства его поверхности.

К примеру, грубая поверхность более твердых партнеров (стали) наиболее вероятно вызовет износ менее твердых партнеров по скольжению. Кроме того, партнеры по скольжению подвержены более высокому уровню стресса в тех случаях, когда наблюдается сочетание высоких скоростей скольжения и высоких сжимающих сил при работе.

Учитывая эти обстоятельства, трибологические переменные (такие как коэффициент трения и износа) должны всегда учитываться с точки зрения используемой системы тестирования. Типичными методами измерения являются такие, как, тестирование при помощи призматического шара и иглы с диском, которые описаны в ISO 7148. Однако для осуществления расчетов сроков службы и простые, специфичные для области применения испытания также должны проводиться.

Следующая диаграмма иллюстрирует зависимости коэффициентов трения при нагрузке и объеме скольжения при различных условиях скольжения, используя в качестве примера TECAFORM AD (POM-H):

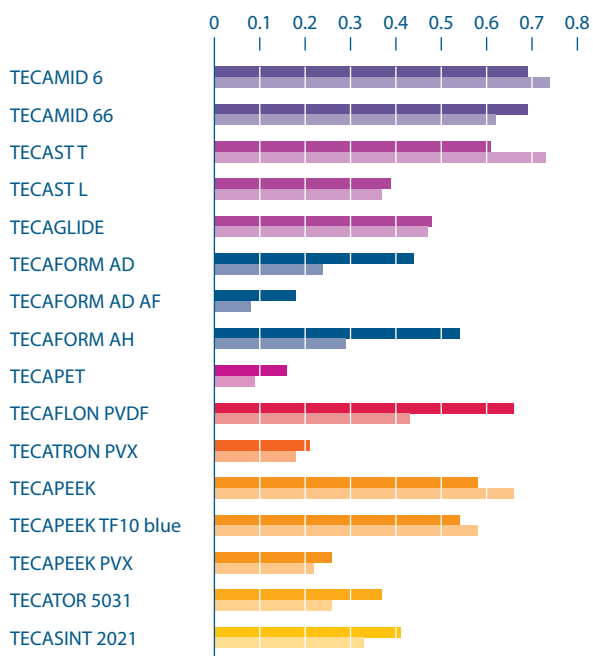


Тест призматическим шаром при различных степенях нагрузки и различных скоростях скольжения TECAFORM AD (POM-H)

Трибологическая система по H. Czichos

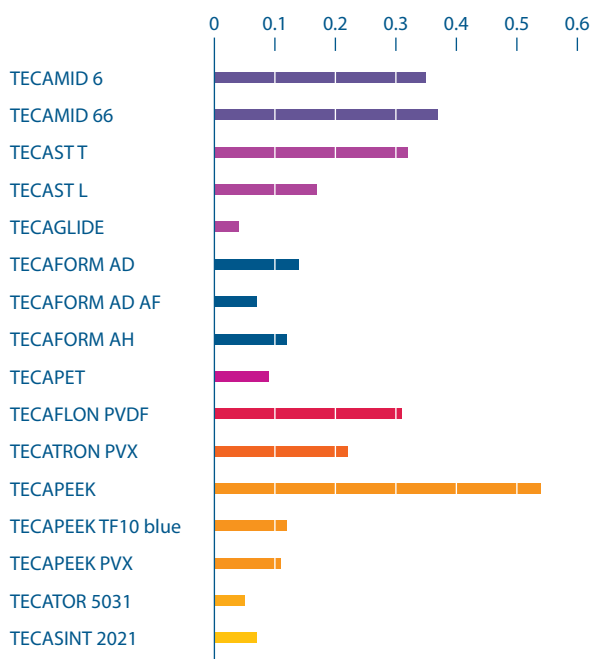
Сочетание трибологических нагрузок →	Трибологические системы испытаний →	Трибологические переменные измерений →
Форма движения Частота движения Нагрузка F_s Скорость v Температура T Время экспозиции t	a Тело b Контр-тело c Промежуточная среда d Окружающая среда Переменные поверхности: Шероховатость поверхности Состав покрытия	Сила трения F_R Коэффициент трения $\mu = F_R / F_s$ Отношение к истиранию S Температура трения T_R Электрическое сопротивление при контакте R_0 Уровень шума

Коэффициент трения



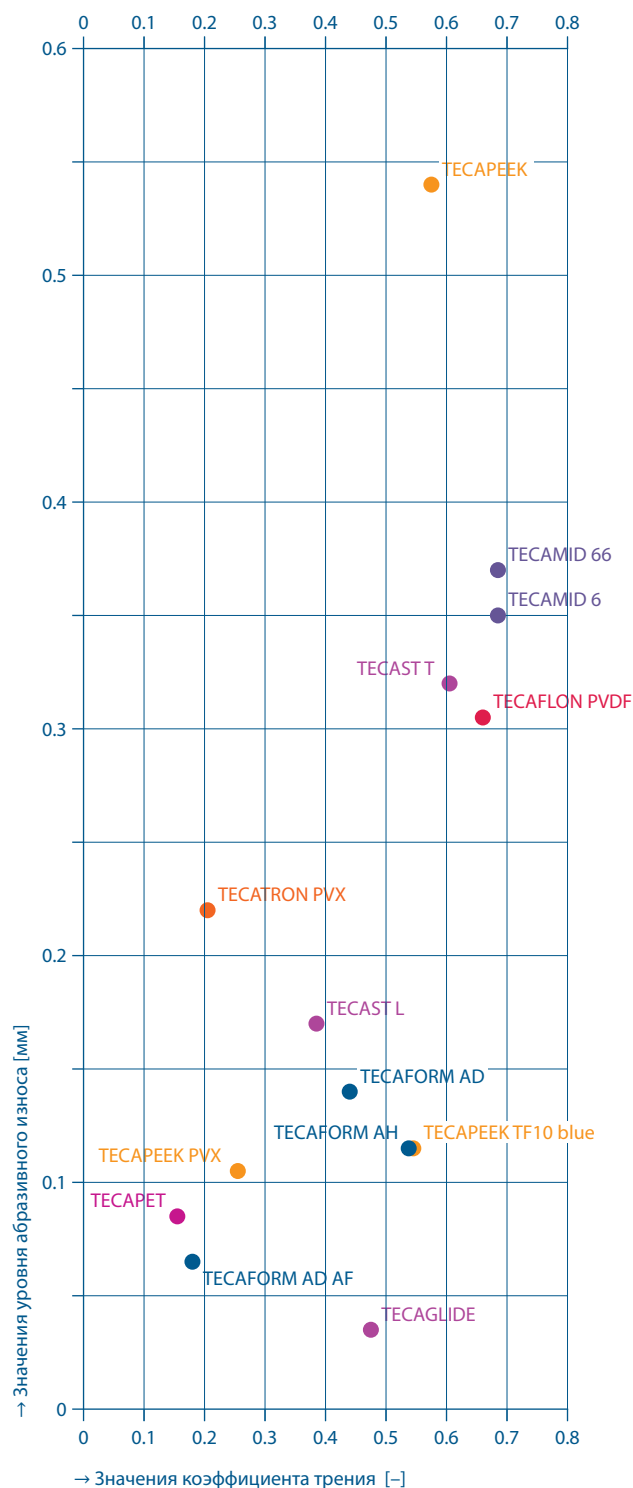
■ Значение коэффициента трения Тестовый образец против стального диска, сухой, RT; нагрузка: 3Н при средней скорости
 ■ Значение коэффициента трения статичного трения

Показатель абразивного износа



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

Коэффициент трения в соотношении с истиранием



Электрические свойства

Удельное поверхностное сопротивление

Удельное поверхностное сопротивление описывает сопротивление, которое материал оказывает на поток электричества, проходящий по его поверхности. Оно выражается с использованием закона Ома, путем отношения приложенного напряжения (в Вольтах) и генерированного тока (в Амперах). Следовательно, единицей для обозначения удельного поверхностного сопротивления является Ом ($1 \Omega = 1 \text{ В/А}$).

Так как удельное поверхностное сопротивление зависит от различных факторов, для измерения должен быть использован стандартный набор мер. Факторы, осуществляющие влияние:

- Материал
- Влажность
- Загрязненность поверхности
- Система измерений

Также невозможно предотвратить объемное удельное сопротивление от проникновения в уравнение с неопределенной степенью, когда определяют поверхностное сопротивление.

Удельное объемное сопротивление

Удельное объемное сопротивление описывает электрическое сопротивление однородного материала при протекании тока через образец. Так как объемное сопротивление многих материалов следует закону Ома, оно не зависит от приложенного напряжения и может быть указано пропорционально длине или наоборот сечению тестового образца. Единица измерения удельного объема сопротивления, следовательно, - $\Omega \text{ см}$.

Электрическая прочность

Электрическая прочность - это сопротивление изоляционных материалов высокому напряжению. Характерным показателем является значение уровня напряжения и толщина тестового образца (единица измерения кВт/мм). Электрическая прочность особенно важна при тонкостенных деталях.

Примечание: в случае, если черные материалы окрашены путем введения черной сажи, может произойти заметное снижение электрической прочности.

Коэффициент рассеивания

Коэффициент рассеивания представляет собой потерю энергии материала вследствие дипольного движения молекул в диэлектрических устройствах с переменным напряжением.

Высокий коэффициент рассеивания вызывает образование тепла в пластиковых деталях, играющих роль диэлектриков. Следовательно, коэффициент рассеивания в таких пластиковых изолирующих частях как высокочастотные устройства, радарные устройства, антенны и СВЧ устройства должен быть как можно более низким.

Коэффициент рассеивания зависит от:

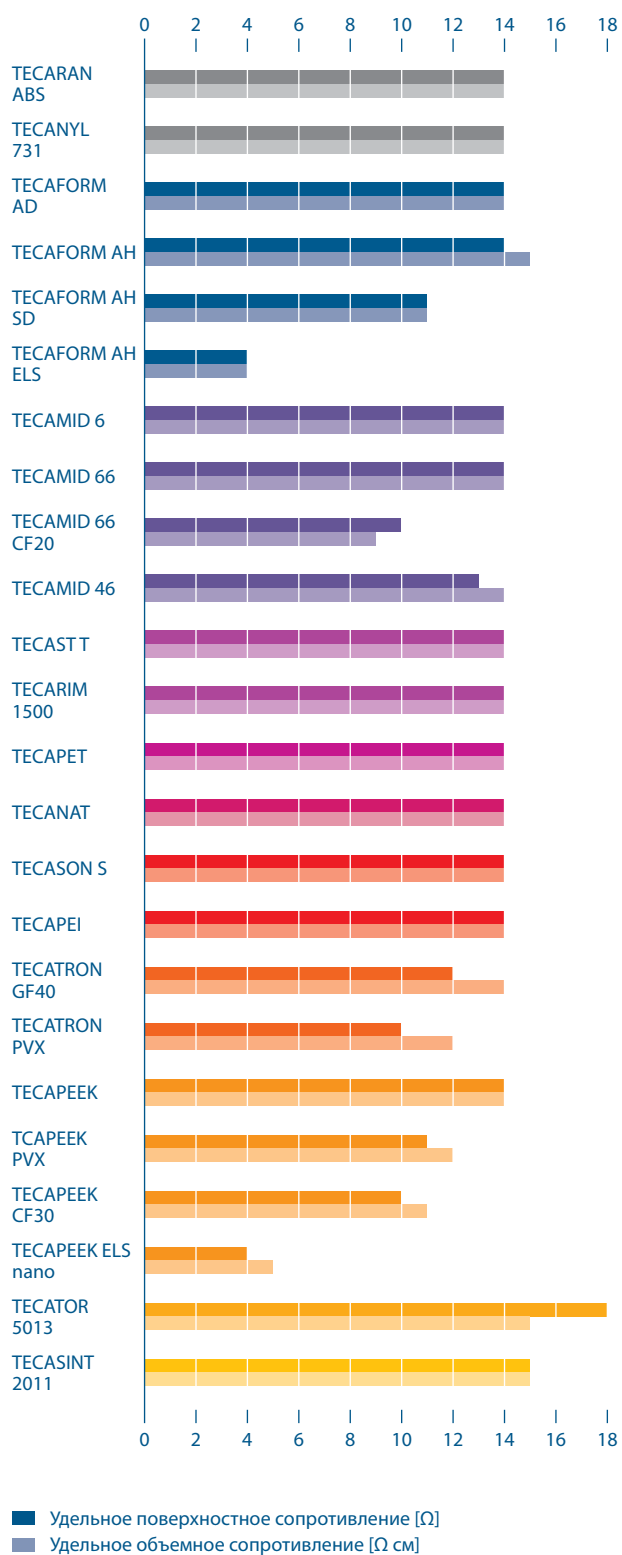
- Содержания влаги
- Температуры
- Частоты
- Напряжения

Сравнительный индекс трекинга

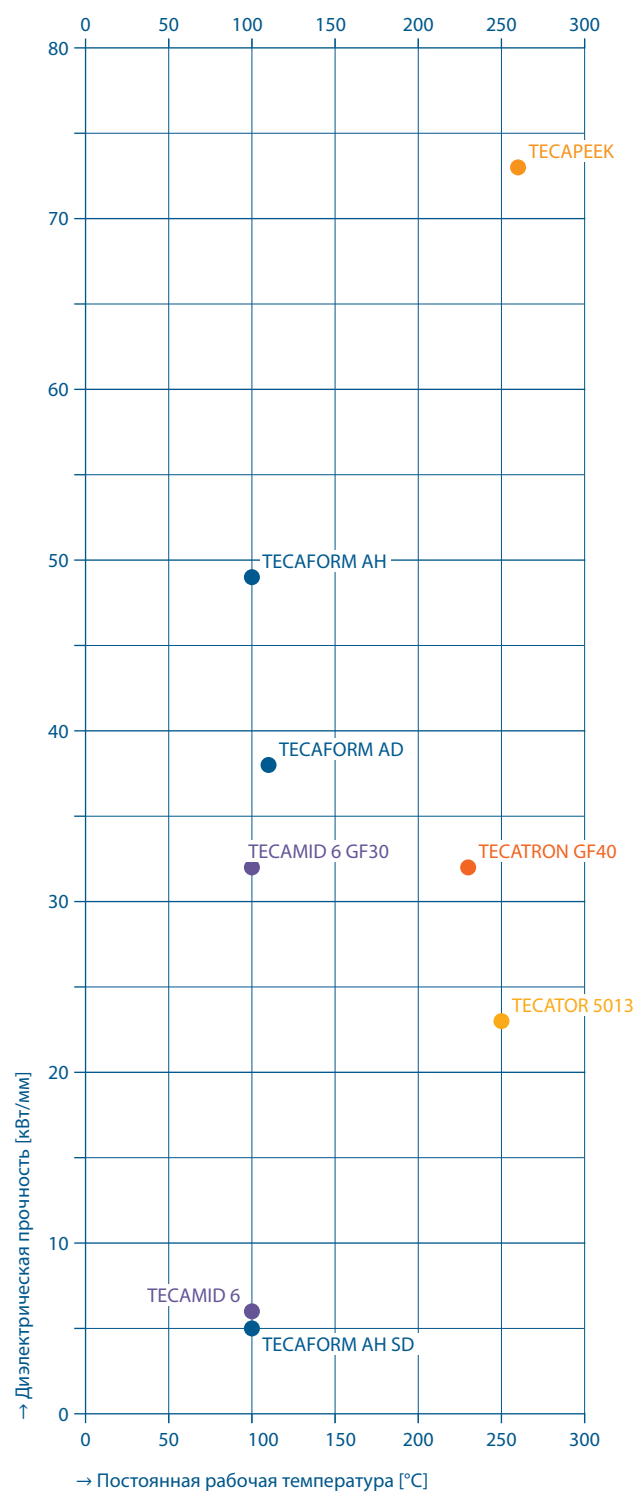
Сравнительный индекс трекинга (СТІ) часто используют, когда нужно определить изолирующую емкость материала. СТІ определяет сопротивление изоляции поверхности (дистанция удлинения) изоляционных материалов. Даже в случае применения хороших электроизоляционных пластиков, влажность и загрязнение их поверхности (даже временное) может привести к поломке изготовленных из них деталей. Часто утечка тока сопровождается появлением небольших световых дуг, которые могут преодолевать хорошо изолированные области, если загрязнение детали неравномерно. Это может привести к термическому разложению электроизоляционного материала, формированию следов повреждений. Если воздействие продолжается, образуются следы от повреждений. Этот след повреждения может достичь достаточного уровня проводимости, что приведет к короткому замыканию.

На сравнительный индекс трекинга можно значительно повлиять, используя различные комбинации материалов и добавок к ним, в частности цветных пигментов.

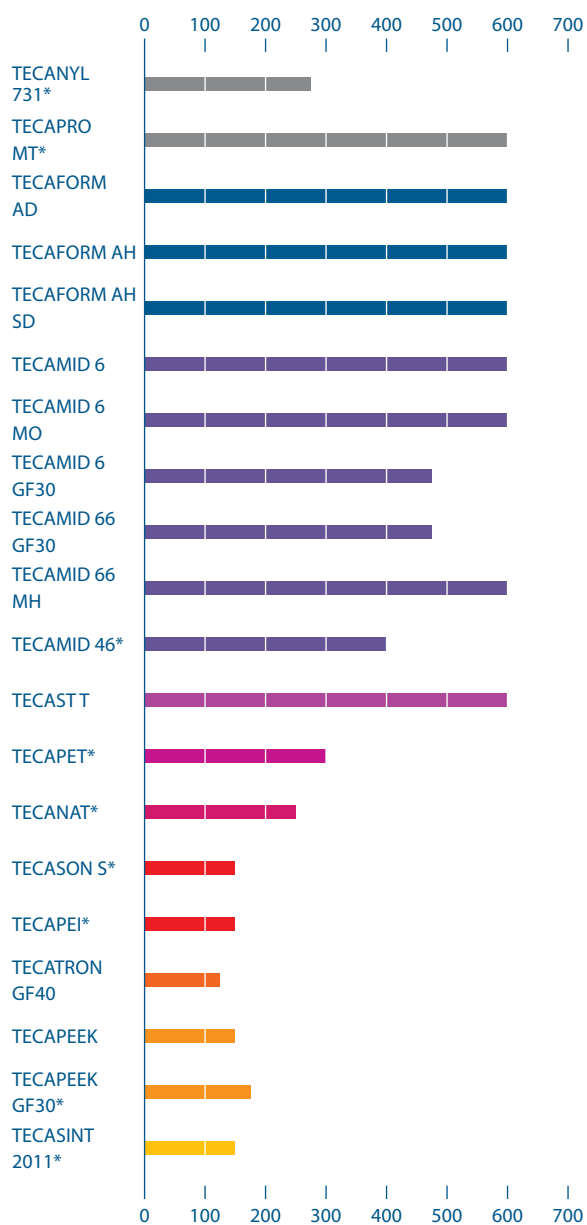
Электрическое сопротивление [Ω]



Диэлектрическая прочность [кВт/мм]



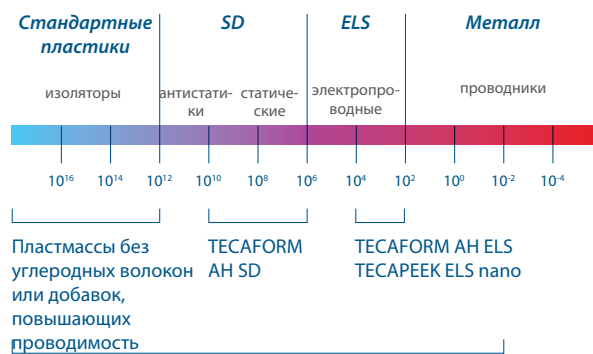
Сравнительный индекс трекинга [V]



* Опубликованные значения

Диапазоны проводимости

Поверхностное сопротивление [Ω]



Химическая стойкость

Известно, что температура, концентрация химических веществ, период воздействия, а также механическая нагрузка являются важными критериями при испытаниях материалов на их химическую стойкость. Следующая таблица показывает стойкость материалов к различным химическим веществам. Данная информация предоставлена на основе наших текущих знаний и предназначена для информирования о нашей продукции и возможностях её применения. Следовательно, она не предназначена для обеспечения гарантий или юридического заверения о химической

стойкости наших материалов или их возможности применения в отдельных специфических областях. Любые существующие права интеллектуальной собственности должны быть приняты во внимание. Для получения информации и возможности применения материала в индивидуальных условиях эксплуатации, мы рекомендуем проводить свою собственную проверку. Стандартные тесты проведены в нормальных климатических условиях 23°C/50 относительной влажности в соответствии с DIN 50 014.

	TECASINT (PI)	TECAPEEK HT, ST (PEK, PEKEKK)	TECAPEEK (PEEK)	TECATRON (PPS)	TECAPEI (PEI)	TECASON E (PES)	TECASON P (PPSU)	TECASON S (PSU)	TECAFLON PTFE (TF)	TECAFLON PVDF (PVDF)	TECAMID 6 (PA6)	TECAMID 46, 66 (PA46, 66)	TECAMID 11, 12 (PA11, 12)	TECARIM (PA6 C + Elastomer)	TECANAT (PC)	TECAPET (PET), TECADUR PBT (PBT)	TECAFORM AH (POM-C)	TECAFORM AD (POM-H)	TECAFINE PP (PP)	TECAFINE PE (PE)	TECARAN ABS (ABS)	TECANYL (PPE)
Ацетамид 50%			+						+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+
Ацетон	+	+	+	+	-	-	-	-	+	o	+	+	o	+	-	o	+	+	+	+	-	-
Муравьиная кислота, водный раствор, 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	o	-	-	+	+	+	+
Аммиак раствор 10%	-	+	+	+	-	o		o	+	+	o	o	o	o	-	-	+	o	+	+	+	+
Анон					-				+	o	+	+	+	+	-			+	+	o		
Бензин	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	o	o	o	-
Бензол	+		+	o	-	+	-	-	+	o	+	+	+	+	-	o	+	+	-	-	-	-
Битум	+		+						+		+	+	o		-		+	+	o	+		
Борная кислота, водный раствор, 10%		+	o			+		o	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+
Бутилацетат	+		+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	o	o	-	
Хлорид Кальция раствор, 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+	+	
Хлорбензол	+		+	o	o	-	-	-	+	o	+	+	+	+	-	-	+	+	o	-	-	
Хлороформ	+		+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	o	-	-	-
Циклогексан	+		+	+	+	+	+	o	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Циклогексано́л	+		+	+		-	-	-	+	o	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+
Дизельное топливо	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+	+	o	+	+	+
Диметилформамид	o		+	+		-	-	-	+	-	+	+	o	+	-	+	+	o	+	+	-	
Диоктилфталат			+	+	o	+	+	o	+	o	+	+	+	+	o	+	+	+	+	+	+	+
Диоксан	+		+	+	+	o	-	-	+	+	+	+	+	+	-	o	o	o	+	+	o	
Уксусная кислота, концентрированная	o		o	+	-	+	+	-	+	o	-	-	-	-	-	-	-	-	o	o	-	+
Уксусная кислота, водный раствор, 10%	+		+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	o	-	+	+	+	o	+	+	+	+
Уксусная кислота, водный раствор, 5%	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	o	+	+	+	+
Этанол 96%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o	o	+	+	+	+	+	+	+
Этилацетат	+		+	+	o	-	o	-	+	o	+	+	+	+	-	o	+	+	+	+		+
Этиловый эфир	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+		
Этиленхлорид	+			+					+	+	+	+	o	+	-	-	-	-	+	o	-	
Фосфорная кислота, 40%			-	o	-	-	-	-	o	+	-	-	-		-	-	-	-	+	+	o	+
Формальдегид, водный раствор 30%		+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o	+	+	+	+	+	+	+	+
Формамид			+						+	+	+	+	o	+	+	+	o		o			
Фреон, Фриген, жидкие	+	-	-	+		+		+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	o	o	+
Фруктовые соки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+	o	+	+	+	+
Гликоль	+	+	+	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o	+	+	+	+
Glysantin, вода 40%	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Глицерин	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Мочевина, водный раствор	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Топливо жидкое	+	+	+	+		+	+	o	+	+	+	+	+	+	o	+	+	+	o	+	+	+
Гептан, Гексан	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Изооктан	+		+		+	+	+	o	+		+	+	+					+	+	+	+	+
Изопропанол	+		+	+	+	+	+	o	+	+	+	+	o	+	-	o	+	+	+	+	o	+
Йода раствор, Спирта раствор	+		o				+	o	+	+	-	-	-	-	-			o	+	+	o	+
Калий едкий, водный раствор, 50%	-	+	+	+		+	+	o	+	o	o	o	o	o	-	-	+	-	+	+	+	+
Калий едкий, водный раствор, 10%	o		+	+	o	+	+	+	+	o	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
Дихромат Калия, водный раствор, 10%	-								+	+	+	+	o		+	+	+	o	+	+	+	+

	TECASINT (PI)	TECAPEEK HT, ST (PEK, PEKEK)	TECAPEEK (PEEK)	TECATRON (PPS)	TECAPEI (PEI)	TECASON E (PES)	TECASON P (PPSU)	TECASON S (PSU)	TECAFLON PTFE (TF)	TECAFLON PVDF (PVDF)	TECAMID 6 (PA6)	TECAMID 46, 66 (PA46, 66)	TECAMID 11, 12 (PA11, 12)	TECARIM (PA6 C + Elastomer)	TECANAT (PC)	TECAPET (PET), TECADUR PBT (PBT)	TECAFORM AH (POM-C)	TECAFORM AD (POM-H)	TECAFINE PP (PP)	TECAFINE PE (PE)	TECARAN ABS (ABS)	TECANYL (PPE)
Перманганат Калия, водный раствор 1%	+	+	+	+	+		+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	0	+
Сульфат Меди (II), 10%	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	-	+	+	+	+
Льняное масло	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Метанол	+		+	+	0	+	0	0	+	0	+	+	0	+	-	+	+	+	+	+	0	+
Метилэтилкетон	+	+	+	+	-	-	0	-	+	0	+	+	+	+	-	0	0	0	0	0	-	-
Метилхлорид	+		+	0			-	-	+	+	0	0	-	0	-	-	0	0	-	0	-	
Молоко	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Молочная кислота, водный раствор 90%	+		+	+	+	0			+	+	-	-	0	-	+		+	-	+	+	-	-
Молочная кислота, водный раствор 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+
Бисульфит Натрия, водный раствор, 10%	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+
Карбонат Натрия, водный раствор 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Хлорид Натрия, водный раствор, 10%	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	
Нитрат Натрия, водный раствор, 10%	+		+	+					+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+
Тиосульфат Натрия, 10%	+		+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Едкий Натрий, водный раствор, 5%	0		+	+	0	+	+	+	+	0	+	+	+	+	-	0	+	-	+	+		+
Едкий Натрий, водный раствор, 50%	-	+	+	+	-	+	+	+	0	0	0	0	0	0	-	-	+	-	+	+	+	+
Нитробензол	+		0	0		-			+	0	-	-	-	-	-	0	0	0	+	+	-	
Щавелевая кислота, водный раствор, 10%	+	+	+	+		+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	-		+	+	+	+
Озон	0		+				+	+	+	+	-	-	-	-	+	0	-	-		0		
Парафиновое масло	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Перхлорэтилен	+		+	+	+	-	0	-	+	+	0	0	-	0	-	0	0	0	-	-	0	
Нефть	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Фенол, водный раствор	+		0	+		-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0	
Фосфорная кислота, концентрированная	0	+	+	+			+	+	+	-	-	-	-	-		+			+	+	+	
Фосфорная кислота, водный раствор, 10%	0	+	+	+	+		+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	0	-	+	+	+	+
Пропанол	+		+		+		+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Пиридин	-		+	0	-	-			+	0	+	+	0	+	-		0	0	0	0	-	
Салициловая кислота	+		-						+	+	+	+	+	+		0		-		+	+	
Азотная кислота, водный раствор, 2%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	+	-	-	+	+	+	-
Соляная кислота, водный раствор, 2%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0	-	+	+	-	-	+	+	+	+
Соляная кислота, водный раствор, 36%	-	+	+	0	+	+	0		+	-	-	-	-	0	-	-	-	-	+	+	+	+
Двуокись Серы	+		+	+		0			+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	0	0	-	
Серная кислота, концентрированная 98%	-	-	-	+	-	-	-	-	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0	-	-
Серная кислота, водный раствор 2%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+
Сероводород жидкий		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	-	+
Мыльный раствор, водный раствор	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
Силиконовые масла	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Соды водный раствор, 10%	0								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Пищевые жиры, Пищевые масла	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
Стирол	+		+						+	0	+	+	+	+	-	0	+	+	0	0		-
Смола	+		+		+	+	+		+		0	0	0	0		+	+	+	+			
Четыреххлористый Углерод	+		+	+	+	+	0	-	+	+	+	+	-	+	-	+	0	0	-	-	-	-
Тетрагидрофуран	+		+	+	+	-	-		+	0	+	+	+	+	-	0	0	0	0	0	-	
Тетралин	+		+						+		+	+	+	+	-	+	0			0	-	
Толуол	+	+	+	0	-	-	0	-	+	+	+	+	+	+	-	0	+	0	+	0	-	
Трансформаторное масло	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Триэтанолламин	-		0	0					+	0	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	
Трихлорэтилен	+	+	+	0	-	-	-	-	+	+	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-
Вазелин	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	
Воск расплавленный	+	+	+		+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0		+
Вода холодная	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вода горячая	-	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	0	+	+
Перекись водорода, водный раствор, 30%	-	0		0		+	+	+	+	0	-	-	-	-	+	+	-	+	+		+	
Перекись водорода, водный раствор, 0,5%	+		+	+		+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	0	+	+	+	+
Вино, Коньяк	+		+			+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+
Винная кислота	+	+	+			+			+	+	+	+	+		+	+	0	0	+	+	+	+
Ксилол	+	+	+	+	-	0	0	-	+	+	+	+	0	+	-	0	+	+	-	-	-	-
Хлорид Цинка, водный раствор 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	-	+	+	+	+
Лимонная кислота, водный раствор, 10%	+	+	+		+	+	+	0	+	+	0	0	0	0	+	+	0	-	+	+	+	+

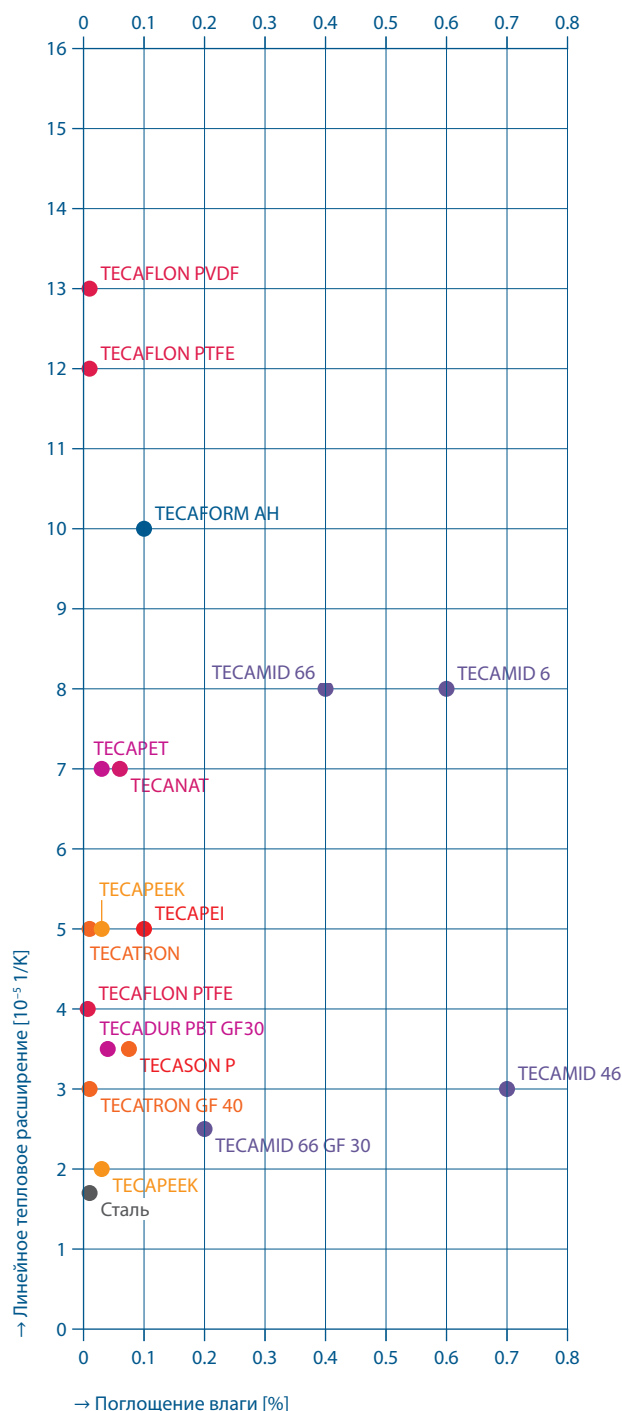
Поглощение влаги

Поглощение воды или влаги - это способность материала абсорбировать влагу из окружающей среды (воздуха, воды). Степень поглощения влаги зависит от марки пластика и условий окружающей среды, таких как температура, влажность и время контакта. Все это может влиять на первичные свойства материалов, такие как стабильность размеров, механическая прочность и электрические свойства, такие как электропроводимость и коэффициент рассеивания.

В частности, Полиамиды имеют тенденцию к поглощению большего количества влаги в сравнении с другими пластиками. Это свойство сказывается в изменении формы и более низких значениях показателей прочности готовых деталей. В дополнение к этому изменяются его электроизоляционные свойства. По этой причине возможность применения полиамидов должна исследоваться заранее, особенно в случаях с деталями, имеющими узкие допуски. Среди полиамидов почти все виды пластиков демонстрируют относительно высокое поглощение влаги.

Главным следствием этой характеристики в данной группе материалов является то, что все они имеют очень низкую стойкость к гидролизу (влажная среда при высоких температурах).

Поглощение влаги 96 часов [%]



Классификация огнестойкости

Что касается огнезащитной классификации, то здесь имеют значение самые различные характеристики. Горючесть определяется как химическое свойство материалов вступать в реакцию с кислородом с выделением лучистой энергии. Только горючие материалы могут гореть.

Воспламеняемость является еще одним важным свойством материала. Большинство органических составов являются горючими при прямом воздействии энергии. Однако, некоторые пластики, в частности высокоэффективные пластики, являются огнестойкими по своей природе или являются самозатухающими, что делает их применимыми там, где важна пожарная безопасность.

Существуют различные доступные стандарты, которые классифицируют горючесть полимеров. В целом, в большинстве случаев выполняется принятый на международном уровне тест UL94.

Классификация поведения материала при воздействии пламенем согласно UL94 имеет место в основном в соответствии со следующими критериями:

- UL94-HB (горизонтальное горение): Материал горит и капает.
- UL94-V2 (вертикальное горение): Период горения < 30 секунд.
После повторного возгорания:
период горения < 250 секунд, допустимы пылающие капли.
- UL94-V1 (вертикальное горение): Период горения < 30 секунд.
После повторного возгорания:
< 250 секунд, появление пылающих капель не допускается.
- UL94-V0 (вертикальное горение): Период горения < 10 секунд.
После повторного возгорания:
< 50 секунд, появление пылающих капель не допускается.

Тестирование горючести по UL94 обычно выполняется на сыром материале. Наряду с тестированием в соответствии со спецификациями UL или использованием лабораторий, аккредитованных UL, внесение в список (с использованием так называемых желтых карточек) также выполняется непосредственно UL. По этой причине должно проводиться различие между материалами, внесенными в список UL, и материалами, которые просто соответствуют требованиям соответствующих UL классификаций (не внесенных в список).

Наряду с огнезащитными классификациями в соответствии с UL существует широкий спектр других отраслевых испытаний, которые классифицирует характер горения пластика, а в зависимости от специфики отрасли не только характер горения, но в определенных условиях и оценку развития дыма, капель и токсичность дыма.

Примеры типичных дополнительных исследований классификации огнестойкости

Железнодорожные стандарты тестирования

- DIN ISO 5510-2
- CEN TS 45545-2
- NFF 16101

Аэрокосмонавтика

- FAR25-853

Автомобилестроение

- FMVSS 302

Радиационная стойкость

Радиационная стойкость

В зависимости от их области применения пластики могут вступать в контакт с различными видами излучения, которые при определенных обстоятельствах могут постоянно влиять на структуру пластиков. Спектр электромагнитных волн колеблется от радиоволн с их огромной длиной волны, нормального дневного света с УФ излучением короткой волной, до чрезвычайно коротковолновых рентгеновских и гамма излучений. Чем короче длина излучения, тем выше восприимчивость пластиков к повреждению.

Электромагнитное излучение

Важной характеристикой, сочетающейся с электромагнитными волнами, является коэффициент рассеивания. Он описывает долю энергии, которую может поглотить пластик. Пластики с высокими значениями коэффициента рассеивания существенно нагреваются в переменном электрическом поле и, следовательно, не подходят для применения в высокочастотных и СВЧ изолирующих устройствах. К примеру, Полиамиды могут разрушаться или взрываться при использовании в микроволновых устройствах из-за их высокого поглощения влаги (вследствие чрезвычайного расширения молекул воды в материале).

Ультрафиолетовое излучение

УФ излучение оказывает существенное влияние на пластики при незащищенной эксплуатации на открытом воздухе. Пластики, которые являются стойкими к УФ излучению по своей природе, могут быть найдены в группе фторсодержащих полимеров, к примеру, PTFE и PVDF. Без специальных защитных мер другие различные пластики начинают желтеть и становятся хрупкими в зависимости от уровня облучения. Защита от ультрафиолетового излучения, как правило, достигается при помощи использования специальных добавок (УФ стабилизаторов; углерода, окрашивающего пластики в черный цвет) или специального защитного покрытия поверхности (краски, металлизация). Введение углерода является недорогим и очень эффективным методом стабилизации многих пластиков.

В связи с этим, пожалуйста, обратитесь к нашим рекомендациям по стойкости пластиков к свету и атмосферным воздействиям и рекомендациям по обращению и хранению продукции (с. 86).

Ионизирующее излучение

Ионизирующее излучение, такое как гамма и рентгеновские лучи, часто применяется в медицинской диагностике, радиотерапии, при стерилизации одноразовых предметов, а также при тестировании материалов и испытательного оборудования. Радиоактивные элементы и окружающая среда также могут быть источником ионизирующего излучения.

Высокоэнергетическое излучение, применяемое в различных устройствах, часто ведет к снижению характеристик относительного удлинения и развитию хрупкости.

Общий срок службы пластиков зависит от общего количества поглощенного излучения. К примеру, PEEK HT, PEEK, PI и аморфные серосодержащие полимеры доказали свою очень высокую стойкость к воздействию гамма и рентгеновского излучения. Наоборот, PTFE и POM очень чувствительны к радиации и практически неприменимы при их воздействии.

Эффект от воздействия высокоэнергетического излучения проявляется в деградации сетевой структуры макромолекул большинства пластиков. Если присутствует атмосферный кислород во время воздействия высокоэнергетического излучения, как правило, возникает окислительная деградация материала. Во время этого процесса молекулы кислорода диффундируют в материал и занимают свободные связи, появившиеся после воздействия излучения.

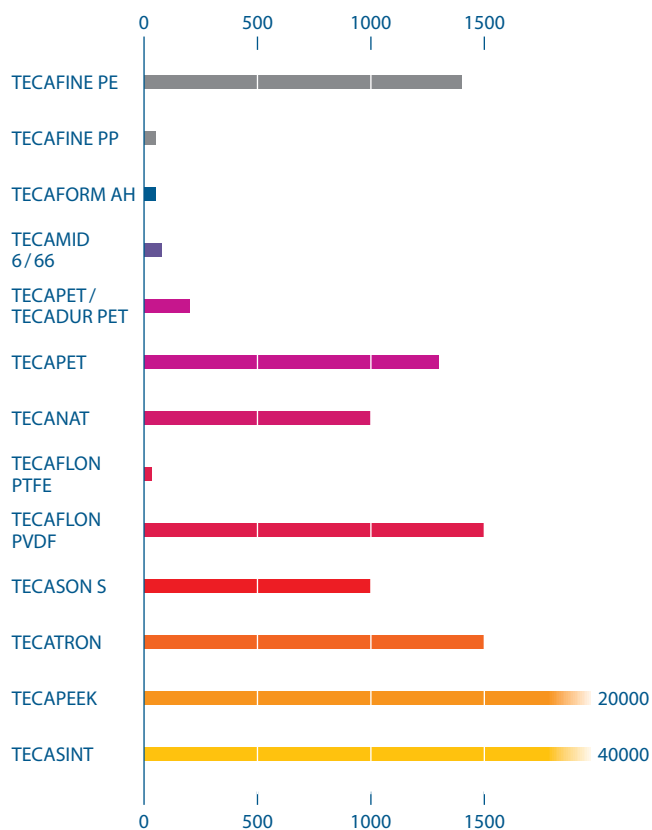
Если присутствия кислорода нет, излучение приведет скорее к расщеплению молекулярной цепи и дальнейшему перекрестному сшиванию. В целом, оба варианта происходят одновременно в разной степени. В любом случае, воздействие высокоэнергетического излучения приводит к изменению механических характеристик (прочности, твердости, жесткости или хрупкости). Влияние на механические свойства находится в строгой зависимости от дозы излучения. Следовательно, отсутствует внезапное возвращение в исходное состояние.

Информация, относящаяся к стойкости пластиков (как показано в последующей таблице), должна играть роль точки отсчета только тогда, когда разные параметры играют совместно определенную роль (например, геометрия деталей, диапазон дозы, механическое напряжение, температура или окружающая среда). По этой причине невозможно обеспечить общее заключение о различных повреждающих дозах излучения для индивидуальных пластиков.

Атмосферостойкость

Материал	Стойкость к атмосферным воздействиям
TECAFORM AH natural	—
TECAFORM AH black	(+)
TECAFORM AH ELS	(+)
TECAPET	—
TECAPET black	(+)
TECAMID 6	—
TECAM 6 MO	(+)
TECAMID 6 GF30 black	(+)
TECAST T	—
TECAST TM	(+)
TECAFLON PVDF	+
TECAFLON PTFE	+
TECASON S	—
TECAPEI	—
TECATRON GF40	—
TECATRON PVX	(+)
TECAPEEK	—
TECAPEEK black	—

Стойкость к радиации [кГр]



Доза радиации в кило Грех [кГр],
которая снижает удлинение менее, чем на 25 %

Сертификаты и разрешения

Для того, чтобы быть уверенным в том, что наша продукция соответствует самым последним действующим стандартам и правилам, необходимо исчерпывающее знание работы и непрерывная проверка и мониторинг соответствующих норм и правил. Обеспечение соответствия нашей продукции с этими правилами и обеспечение Вас соответствующими сертификатами является задачей нашего Отдела Соответствия Продукции.

Ensinger предоставляет материалы, которые являются основой для производства широкого спектра продукции и технологических процессов. В некоторых случаях это требует одобрения соответствующих регулирующих органов. Набор продукции Ensinger содержит материалы с широким рядом различных сертификатов, которые включают следующие области:

- Прямой контакт с пищей
(в соответствии с FDA, BfR, 10/2011/EC, 1935/2004/EC 2002/72/EC, 3A SSI кроме прочего)
- Биосовместимость (в соответствии с ISO 10993, USP класс VI среди прочих)
- Контакт с питьевой водой (включая KTW, WRAS, NSF61)
- Воспламеняемость (включая UL94, BAM)
- Ограничение использования ядовитых веществ (RoHS среди прочих)
- Другие сертификаты

Работая в тесном сотрудничестве с нашими поставщиками сырья, органами и институтами, мы проверяем возможные утверждения и при помощи использования регулярного тестирования материалов убеждаемся, что выпускаемая нами продукция в наибольшей степени соответствует наиболее значимым нормативным требованиям.

В зависимости от участвующего материала, мы предоставляем перечисленные подтверждения, сертификаты на наши материалы в том случае, если это требуется клиентам. В интересах обеспечения единого контроля данные подтверждения соответствия тому или иному требованию предоставляются исключительно компанией Ensinger непосредственно на фактически отгружаемую продукцию. Это сводит к минимуму риск того, что несоответствующая сторонняя продукция случайно будет обеспечена сертификатами и получит доступ на рынок. Это могло бы случиться, если бы мы разрешили неконтролируемое скачивание сертификатов соответствия с нашего вебсайта.

В настоящий момент отдельное внимание уделяется согласованиям в области медицинского и пищевого сектора. Из-за строгих ограничений в применении они заслуживают отдельного упоминания.

Пищевые сертификаты

Материалы, которые вступают в прямой контакт с пищевыми продуктами, должны быть произведены в соответствии с принципами надлежащего производственного процесса таким образом, чтобы они не выделяли никаких своих составных частей в пищу под воздействием нормальных или прогнозируемых условий, что может представлять угрозу для здоровья человека.

Это положение обуславливается пищевыми нормативными стандартами и гарантиями результатов тестов, контроля и соглашений. Значительными учреждениями в этой области являются FDA (Департамент Пищи и Лекарств) в США, BfR (Федеральный институт по оценке риска) в Германии и EFSA (Европейское Управление Пищевой Безопасности) для ЕС. Отдельное внимание уделяется правилам ЕС по (1935/2004/EC, 10/2011/EC, ...).

Ensinger предлагает широкий набор пластиков со склада, которые соответствуют требованиям для прямого контакта с пищей, обусловленными правилами BfR, FDA и EU.

Для получения подробной информации, пожалуйста, обратитесь к брошюре "Пластики для пищевых технологий" на www.ensinger-online.com



Сертификаты медицинской сферы

Биосовместимость материала является необходимым условием для его использования в медицинских устройствах (таких как кратковременные имплантаты, медицинское оборудование или лекарства), вступающих в прямой контакт с тканью человека. Биосовместимость - это атрибут материалов или конструкций, которые не вызывают токсических или аллергических реакций в человеческом теле.

Материалы Ensinger применимы для медицинских устройств (МТ продукция), соответствуют требованиям, относящимся к прямому контакту с человеческой тканью на срок до 24 часов. Специальные материалы также одобрены для применения в течение более длительного контакта. Ensinger предлагает биосовместимые, высокоэффективные пластики для медицинского применения с большим ассортиментом цветов.

Полимерные заготовки не являются медицинской или фармацевтической продукцией по определению, а служат своего рода сырьем для дальнейшего производства деталей, компонентов, изделий. Следовательно, не существует стандартизированной обусловленной оценки биологической пригодности полуобработанных материалов (заготовок). Поэтому компания Ensinger сделала свой собственный выбор из широкого спектра имеющихся тестов содержащихся в ISO 10993 и USP. Такое разнообразие тестов, производимых компанией Ensinger, предлагает нашим клиентам наибольшую возможную поддержку в процессе сертификации конечной продукции для медицинской и фармацевтической сферы. По этой причине полуобработанные материалы Ensinger для медицинских технологий возможны для изготовления медицинской продукции с периодом контакта <24 на основе комбинированного тестирования цитотоксичности/торможения роста (ISO 10993-5), гемолиза (ISO 10993-4) и химических анализов / «снятия отпечатков пальцев» (ISO 10993-18). Эти тесты получают биологическую и токсикологическую оценку (ISO 10993-1). Следовательно, Ensinger выполняет рекомендации ISO 10993-1 путем пошагового следования процессу биологической квалификации.

Однако, биосовместимость продемонстрированная Ensinger, обеспечивает подтверждение только полуобработанных материалов (заготовок). Готовые детали все еще нуждаются в тестировании и сертификации производителя конечной продукции.

Для получения подробной информации, пожалуйста, обратитесь к брошюре "Пластики для медицинских технологий" на www.ensinger-online.com



Рабочие сертификаты

Наряду сертификатами, предусмотренными в отдельных секторах промышленности, Ensinger также выдает рабочие сертификаты в соответствии с DIN ISO 10204.

Доступные следующие варианты:

Рабочий сертификат в соответствии с 2.1

Сертификат, в котором производитель подтверждает, что поставляемая продукция соответствует требованиям заказа. Нет никаких результатов испытаний.

Рабочий сертификат в соответствии с 2.2

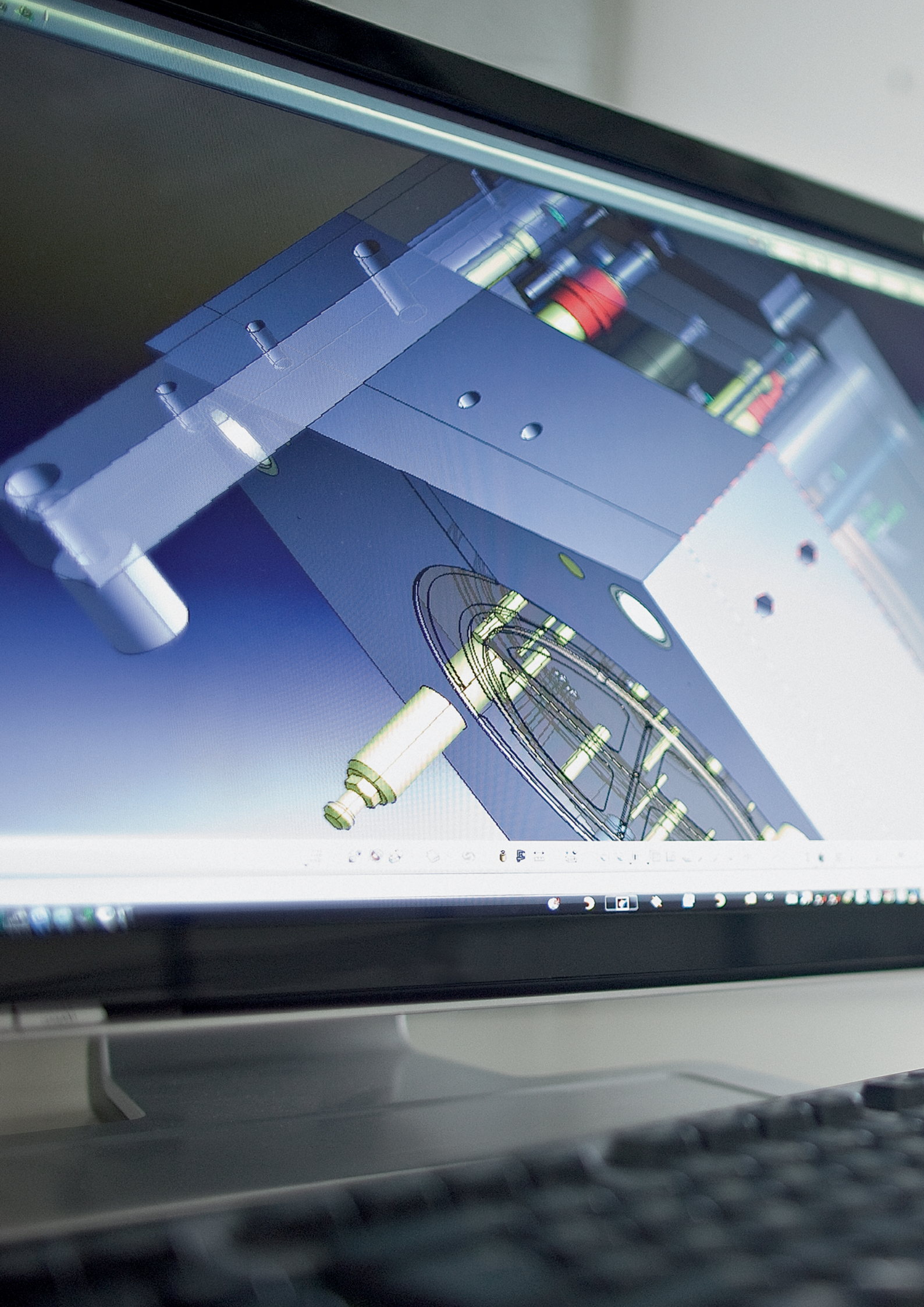
Сертификат, в котором производитель подтверждает, что поставляемая продукция соответствует требованиям заказа.

Дополнительные индикация и указания номеров конкретных тестов, которые предназначены для того, чтобы определить, была ли продукция произведена в соответствии с существующей спецификацией и использовался ли тот же метод, или продукция была произведена из сырья или заготовок и соответствует требованиям заказа клиента. Испытаниям может подвергаться тот же самый материал, но необязательно отгружаемый именно по этому заказу.

Испытания приема продукции в соответствии с 3.1

Сертификат, в котором производитель подтверждает, что поставляемая продукция соответствует требованиям заказа. С индикацией результатов тестирования связанного именно с этой партией.

В сертификате испытаний в соответствии с пунктом 3.1, производителю разрешается принимать результаты тестирований, произведенных непосредственно на данной партии сырья, заготовок для дальнейшей обработки или готовых деталях. Главным условием для данного подтверждения является прослеживаемость.





Только с правильно подобранным материалом можно достигнуть требуемой функциональности, безопасности и срока службы. Прежде всего, выбор материала определяют условия его применения. Наряду с глубоким вниманием к условиям эксплуатации, при выборе материала необходимо учитывать все далее перечисленные детальные требования.

При квалифицированных рекомендациях по материалам, предоставляемая информация сравнима с техническими и специфическими эмпирическими значениями из различных областей. Когда определен оптимальный материал для индивидуального применения, то во время создания дизайна детали проверка возможности ее эксплуатации в заданных условиях сравнивается на ранней стадии при помощи определенных расчетов. Это производится прежде, чем выбор материала будет подтвержден результатами практических испытаний.



Выбор материала и расчеты

Выбор материала

Критерий выбора материала

Условия эксплуатации определяют выбор материала. По этой причине должны быть известны и оценены самые различные конкретные условия, например, планируемая задача, область использования и дальнейшая обработка деталей, все, что относится к характеристикам и условиям применения. При помощи данной информации квалифицированные эксперты могут сравнивать требования с техническими значениями и производить оценку. Таким образом, на основе определенных критериев можно значительно сузить спектр подходящих материалов. Однако данный выбор может быть расценен только как рекомендация и не может заменить практического тестирования.



Основные вопросы, связанные с выбором материала

В первую очередь стоит думать о предпочтительной марке материала для соответствующего применения. Таким образом, встает целый ряд различных вопросов:

- Является ли в целом пластик подходящим решением для данного применения?
- Почему именно пластик: экономия веса, улучшение эксплуатационных характеристик?
- Что применялось до этого?
- Если применялись различные материалы, то какова причина их замены?
- Предыдущие материалы не подходят?
- Какие возникали проблемы?

Области применения/сектор промышленности

Когда встает вопрос сферы применения или области промышленности, это часто значительно ограничивает выбор материала. В целом, для некоторых секторов промышленности подходят только специальные материалы, к примеру, вследствие требуемых разрешений.

Яркими примерами являются медицинская и пищевая промышленность. Как правило, в медицинском секторе допустимо применение только тех материалов, которые соответствуют требованиям к прямому контакту с телом. Это означает, что данные материалы должны быть биосовместимы. С другой стороны, в области пищевых технологий требуется разрешение о соответствии FDA, а также Европейским стандартам (к примеру, 10/2011/EC, 1935/2004/EC).

Следовательно, для данных областей промышленности могут быть рассмотрены только те материалы, которые соответствуют предусмотренным требованиям.

Тепловые воздействия

Воздействие температуры является еще одним ключевым критерием к ограничению выбора материала. Всегда должна учитываться температура, передаваемая пластику вследствие условий его эксплуатации. Наряду с действием тепла, переданного материалу извне, должны учитываться системные эффекты, связанные с тепловыделением, такие как трение. Следующее необходимо знать о температурных воздействиях и характеристиках пластика при определении подходящего материала:

- Постоянная рабочая температура
- Кратковременная максимальная рабочая температура
- Отрицательная рабочая температура
- Температура стеклования
- Тепловая стабильность размеров
- Коэффициент линейного теплового расширения

Механические нагрузки

Для того, чтобы оценить возможность применения материала с позиции механических воздействий, необходимо получить наиболее подробную информацию из возможной. В большинстве случаев полезно иметь чертеж детали с информацией о возможных механических нагрузках. Решающими показателями здесь являются:

- Тип нагрузки (статическая, динамическая)
- Уровень приложенных нагрузок
- Точка и направление приложенной силы
- Тепловые воздействия во время приложения нагрузки
- Временная последовательность
- Скорость там, где это применимо
- Допустимое сжатие и удлинение

Воздействие химических веществ

Если деталь входит в контакт с химическими веществами, ее стойкость к этим веществам должна быть оценена в сочетании с условиями эксплуатации. Решающими факторами здесь являются:

- Температура при контакте
- Время контакта
- Концентрация вещества

Следует заметить, что воздействие химических веществ должно быть принято во внимание не только в процессе эксплуатации, но также в течение процесса мехобработки (охлаждающие смазки и т.д.). В дополнение к этому следует иметь в виду, что в случае смесей химических веществ их воздействия на материалы могут совершенно отличаться от тех, что проявляются при контакте с отдельными веществами.

Трибологические воздействия

Если деталь участвует в устройствах, участвующих при условиях трения/скольжения, тогда принципиально важны хорошие показатели трения и стойкости к истиранию эксплуатируемого материала. Тем не менее, эти характеристики обычно целиком зависят от условий эксплуатации. Кроме всего прочего, ключевую роль здесь играет система скольжения.

- Температура эксплуатации
- Скорость скольжения
- Давление
- Партнер скольжения
- Свойства поверхности

В принципе, оценить общую пригодность материала к трению/скольжению можно лишь условно. Параметры в деталях могут быть оценены только после проведения практических испытаний.

Необходимые сертификаты / Физиологическая безвредность

Условия применения часто дают ключ к необходимым для материала разрешениям и сертификатам. Так как соответствующие разрешения зависят от типа используемого сырьевого материала, то требуется подробное разъяснение относительно требуемых сертификатов.

- Пища (FDA, 10/2011, NSF 51 ...)
- Медицина (ISO 10993, USP class VI, ...)
- Питьевая вода (КТВ, NSF 61, ...)
- Аэрокосмонавтика (ABS, ABD, ...)

Электрические требования

В случае присутствия электрических требований к материалу, ключевой вопрос состоит в том, требуется ли рассеивающий/проводящий электричество материал или же электроизоляционный материал.

Рассеивающие или проводящие электрический ток мате-

риалы используются, к примеру, во время производства электронных компонентов для того, чтобы избежать разрядов статического электричества. Это относится также и к случаю использования в устройствах, связанных со сферой АТЕХ (Атмосферновзрывоопасные). А в случае необходимости использования компонентов, которые должны проявлять высокую диэлектрическую прочность, требуются материалы с хорошей электроизоляцией.

Оптические свойства

Часто к компонентам предъявляются оптические требования. Они могут варьироваться от простой окраски (к примеру, для отражения корпоративного дизайна) до прозрачных компонентов для смотровых окошек и оптических различий путем цветового обозначения (например, синий для связанного с пищей применения).

Требования, предъявляемые к поведению материала при воздействии пламенем

Во многих сферах, таких как аэрокосмическая область, железные дороги и т.д., предъявляются строгие требования к пожарной безопасности. Это важно для обеспечения гарантии безопасности эксплуатации. Здесь часто требуются материалы с самозатухающими свойствами. Необходимо соблюдение различных специальных разрешений, специфичных для каждой области применения.

Требования, предъявляемые к радиационной и атмосферной стойкости

Если компоненты предназначены для постоянной эксплуатации на открытом воздухе, для применения в радиологии или в устройствах, подверженных воздействию высокоэнергетического излучения (к примеру, электростанции), тогда они должны иметь приемлемую стойкость к радиации. Решающим фактором в выборе материала здесь является экспозиционная доза и значимые условия применения.

Каким образом будет произведена деталь?

Выбор материала также зависит от предполагаемого метода изготовления детали. Должно быть заранее известно, будет ли деталь произведена путем мехобработки, литьем под давлением, прямым формованием или схожими технологическими процессами.

Нестандартные требования

Наряду с вышеперечисленными требованиями может присутствовать целый набор дополнительных условий, характеристик или разрешений, которым материал должен соответствовать в определенных случаях применения. Соответствующие пункты должны быть отдельно протестированы и определены.

Расчеты

Для того, чтобы разъяснить корреляции описанные в главе "Механические свойства", сначала на простом примере будут детально раскрыты описанные факторы влияния:

Описание:

Давайте предположим, что мы должны произвести простую квадратную подложку для оборудования.

Подложка помещается своей поверхностью на уровень пола и подвергается воздействию нагрузки в 1 тонну на всю поверхность.

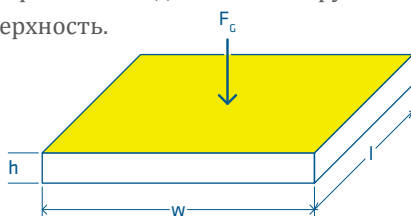
Дано:

$h = 10 \text{ мм}$

$w = 50 \text{ мм}$

$l = 50 \text{ мм}$

$m = 1,000 \text{ кг}$



1. Применяется следующее:

Для вычисления воздействия давления на поверхность прежде всего следует рассчитать силу тяжести: $F_g = m \times g = 1,000 \text{ кг} \times 10 \text{ м/с}^2 = 10,000 \text{ Н}$ (упрощенно ускорение свободного падения)

Эта сила далее должна быть спроецирована на контактную поверхность. Для простоты предположим, что сила идеально равномерно распределяется на контактной поверхности. Однако, первоначально необходимо рассчитать площадь контактной поверхности следующим способом:

$$A = w \times l = 50 \text{ мм} \times 50 \text{ мм} = 2,500 \text{ мм}^2$$

теперь вычисляем давление на поверхность следующим образом:

$$p = F / A = 10,000 \text{ Н} / 2,500 \text{ мм}^2 = 4.0 \text{ МПа}$$

В вышеприведенном примере (упрощенный расчет) определено давление на поверхность в 4 МПа.

Для того чтобы иметь возможность рекомендовать подходящий материал еще необходимо установить критерий разрушения. Различие можно провести между двумя различными критериями:

- Разрыв (воздействие нагрузки до момента разрыва материала)
- Растяжение (приложение нагрузки до предела текучести)
- Образование трещин (приложение нагрузки до появления необратимых повреждений в микро-

диапазоне, трещин)

→ Специфичная для применения максимально допустимая деформация

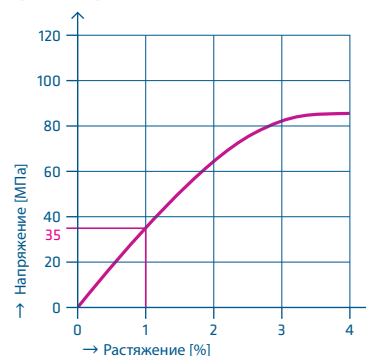
Для применения, описанного здесь, максимально допустимая деформация составляет 1%.

С данным значением допустимое сжатие поверхности может быть установлено при помощи квази-статической кривой напряжения-деформации. Даже если напряжение, вовлеченное в описываемый случай, является напряжением давления, можно прийти к этому результату от результатов испытаний на растяжение, так как только в некоторых исключительных случаях предел прочности на разрыв меньше, чем предел прочности при сжатии. В то же самое время должны приниматься во внимание определенные меры безопасности. Учитывая, что результаты испытаний на растяжения всегда доступны и легко тестируемые, это обеспечивает хорошую базу данных.

Рис. 1

Кривая растяжения под нагрузкой РА 66 (сухой)

— TECAMID 66



К примеру, с нагрузкой в 4МПа и возможной деформацией в 1%, материал TECAMID 66 может быть успешно использован. В этих условиях давление поверхности может быть увеличено приблизительно до 35 МПа.

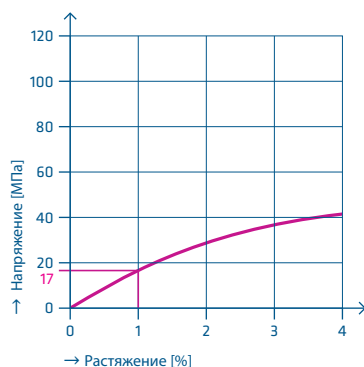
2. Влияние влажности

Данные, приведенные выше, относились к «свежим» тестовым образцам, только что отлитым. Однако эксплуатация деталей зачастую происходит в нормальных климатических условиях. По этой причине, особенно в случае с полиамидами (которые в целом имеют относительно высокое поглощение влаги), фактическая прочность при нормальных климатических условиях должна быть взята за основу для оценки возможности применения.

Рис. 2

Кривая растяжения
под нагрузкой
РА 66 (кондиционированный)

— TECAMID 66



В результате поглощения влаги механическая прочность значительно падает. Поверхностное давление в 4МПа при 1% допустимой деформации все еще возможно, но в этих условиях нагрузка приблизительно в 17МПа уже не выдерживается.

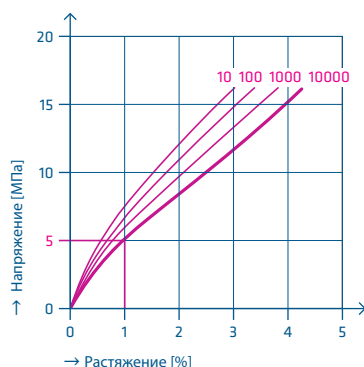
3. Воздействие времени

Оборудованию требуется воздействовать на подложку в течение длительного периода времени. Максимальная деформация подложки в 1% не должна быть превышена. Здесь мы принимаем показание времени в 10.000 часов. Это соответствует примерно одному году. Для этого типа оценки возможно использование изохронной кривой напряжения-деформации. Она показывает прогрессию напряжения-деформации для различных периодов нагрузки в одной диаграмме.

Рис. 3

Изохронная кривая
растяжения под нагрузкой
РА 66 (23 °С,
кондиционированный)

— TECAMID 66



Эта диаграмма показывает допустимую нагрузку в 5 МПа на поверхность для нагрузки продолжительностью в 10.000 часов при допустимой деформации в 1%. Подложка все еще будет удовлетворять возложенным на нее требованиям в этих условиях. Однако, факторы влияния влажности и времени значительно уменьшают допустимое давление на поверхность.

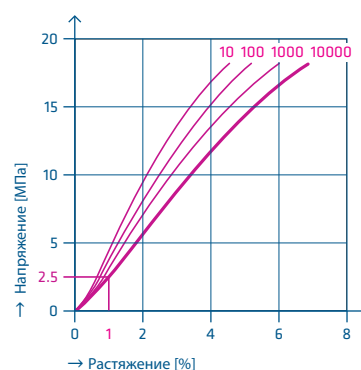
4. Воздействие температуры

Давайте предположим, что при эксплуатации оборудование поддерживает нагревание до температуры приблизительно в 60°C. Так как прочность и жесткость материала уменьшаются при увеличении температуры, а ударная вязкость возрастает, это обстоятельство должно учитываться в определении конфигурации подложки. Для этого могут быть использованы изохронные диаграммы напряжения-деформации, которые были определены при соответствующих температурах.

Рис. 4

Изохронная кривая
растяжения под нагрузкой
РА 66 (60 °С)

— TECAMID 66

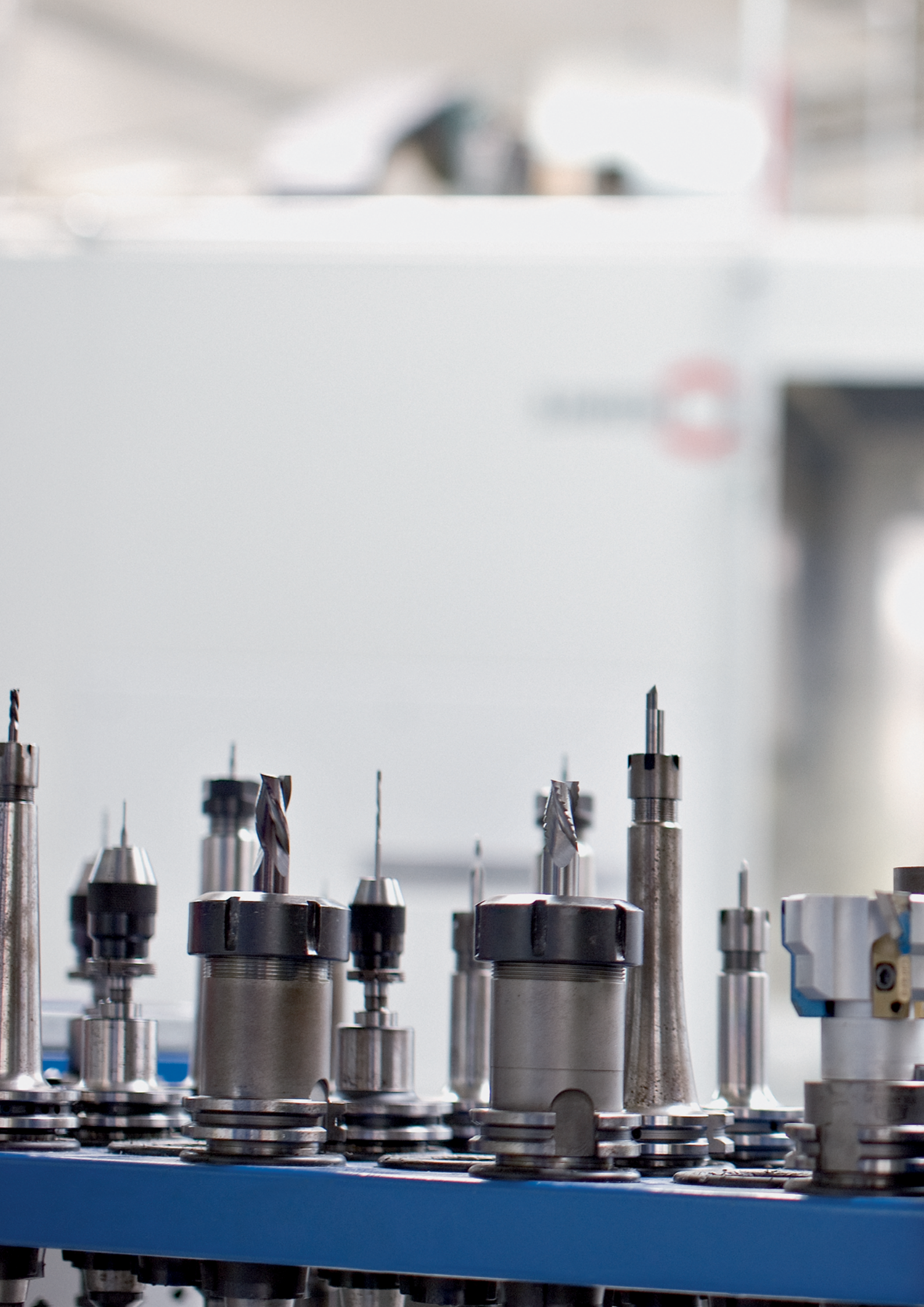


С нагрузкой продолжительностью в 10.000 ч и допустимой деформацией в 1% при повышенной до 60°C температуре, установлено допустимое давление на рабочую поверхность приблизительно в 2,5 МПа. Это меньше, чем фактическая, эффективная площадь давления. В этом случае должны быть приняты определенные меры для противодействия этому эффекту. Фактическая площадь воздействия давления может быть уменьшена, к примеру, путем корректировки дизайна (увеличение площади поддерживающей поверхности). Другая возможность улучшить характеристики материала состоит в укреплении материала стекловолокном или замене на другой материал.

Эти расчеты были упрощены рядом способов и предназначены только для демонстрации того, в какой степени характеристики пластиков зависят от условий окружающей среды. Чем больше доступно информации об условиях эксплуатации, тем более эффективно можно сделать правильный выбор нужного материала.

Во многих случаях не имеется обширной информации о материале.

Однако приблизительные расчеты могут быть осуществлены путем интерполяции или экстраполяции существующей информации.





Механическая обработка - это самый распространенный метод, используемый для дальнейшей работы с полимерными заготовками. Для производства высококачественных, высокоточных, безупречных деталей с длительным сроком эксплуатации необходимо уделять наибольшее внимание инструментам и параметрам механической обработки в соответствии с характеристиками и свойствами выбранных материалов.

В большинстве случаев, термопласты весьма успешно соединяются между собой (или с другими материалами) при помощи сварки и склеивания. Для всех последующих этапов обработки существует общее правило - детали должны быть тщательно очищены.

Следующие страницы содержат обзор различных дальнейших методов обработки полимерных материалов с указаниями на то, какие специфические различия между материалами должны здесь приниматься во внимание.



*Дальнейшая обработка
продукции*

Механическая обработка

Общие правила*

Ненаполненные термопласты можно обрабатывать при помощи быстрорежущих инструментов. Для обработки наполненных материалов необходимо использовать твердосплавные инструменты. В любых случаях должны использоваться только острозаточенные инструменты.

Из-за плохой теплопроводности полимеров необходимо обеспечить хороший отвод тепла. Наилучший отвод тепла происходит через стружку.

Размерная стабильность

Высокую размерную точность изделия возможно получить только при обработке отожженных заготовок. В противном случае нагрев полимера в процессе механической обработки может привести к деформации, короблению детали, как в процессе изготовления, так и при дальнейшей эксплуатации. Если необходимо снять (удалить) большое количество материала с заготовки необходимо производить также и межстадийный отжиг (после черновой мехобработки). Узнать о времени и температуре процесса отжига можно у технических специалистов Ensinger. Материалы с высоким уровнем поглощения влаги (например, полиамиды) могут быть выдержаны в воде перед мехобработкой. Пластмассы требуют более высокие производственные допуски, чем металлы. Кроме того необходимо принять во внимание более высокое тепловое расширение полимеров в сравнении с металлами.

Методы механической обработки

1. Точение. Основные значения геометрии инструмента приведены в таблице (с. 77). Для получения высокого качества поверхностей необходимо использовать широкий выглаживающий инструмент, как показано на Рисунке 1. Для предотвращения образования заусенец, токарный инструмент должен быть заточен, как показано на Рис.2. Для тонкостенных и особо гибких заготовок лучше подойдут резцы клиновидной формы (Рис. 3).

Рис. 1
Широкий выглаживающий инструмент

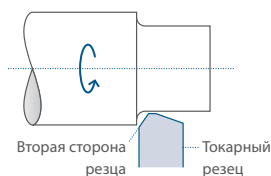


Рис. 2
Хорошая заточка предотвращает образование заусенец

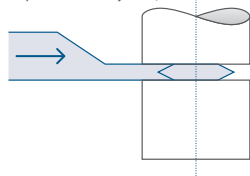
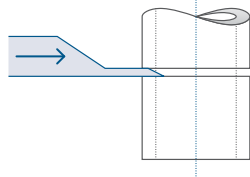
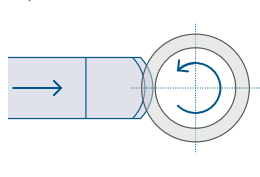


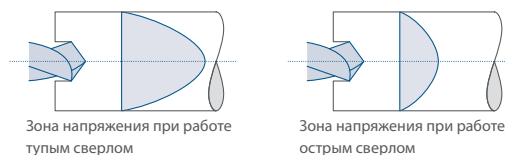
Рис. 3
Обработка гибких пластиков



* Наши советы, как письменные так и устные, предназначены помочь вам в вашей работе. Они должны рассматриваться в качестве рекомендаций без обязательств, а также с учетом возможных прав третьих лиц. Мы не несем никакой ответственности за любой ущерб, возникший в ходе осуществленной кем-либо обработки.

2. Фрезерование. Для ровных поверхностей более экономичным является торцевое фрезерование. Для снижения вибрации при периферийном и профильном фрезеровании на станке не должно стоять два и более резца, а также должен быть существенно увеличен шаг между резцами. Наилучшее качество резки и качество обработки поверхности достигаются на станке с одним резцом.

3. Сверление. Спиральные сверла из быстрорежущей стали хорошо подходят для полимеров, но из-за большого тепловыделения необходимо применение охлаждающей жидкости. Для хорошего теплоотвода и удаления стружки сверло следует регулярно вынимать из места сверления. В основном рекомендуется использовать спиральные сверла. Угол кручения должен составлять от 12° до 16°. Отверстия большого диаметра следует предварительно сверлить начерно с применением колонковой дрели или же вырезать. Особое внимание следует уделить тщательной заточке инструмента при работе с твердыми материалами.



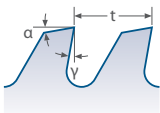
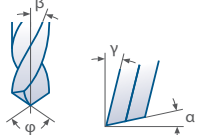
В противном случае, возникающее при сверлении внутреннее напряжение может привести к расколу детали. Армированные материалы обладают более высоким внутренним напряжением и меньшей ударопрочностью, чем ненаполненные полимеры, следовательно, более подвержены расколу при мехобработке. При возможности армированные материалы перед обработкой следует нагреть примерно до 120°C (температура выдержки примерно 1 час на каждые 10мм толщины стенки). Эту операцию также рекомендуется выполнять при термообработке Полиамида 66, Полиамида 6 литьевого, Полиэстера.

4. Резка пилой. Следует избегать излишнего нагрева, образующегося при трении. Наиболее подходящим является использование острозаточенных дисковых пил с большим шагом зубьев. Тонкостенные детали обычно режут сравнительно тонкими инструментами.

5. Нарезание резьбы. Резьбу лучше всего наносить резьбовой гребенкой. Образование заусенец можно избежать, используя гребенку с тонкими зубцами. Не рекомендуется использовать нарезные шайбы, так как при удалении шайбы происходит повторная нарезка. При использовании дрели под резьбу следует делать припуск на обработку (в зависимости от материала и диаметра, основной показатель 0,1мм).

6. Инструкция по безопасности. Несоблюдение рекомендаций по обработке может привести к локальному перегреву и, следовательно, к деформации материала. Выделяющиеся продукты распада (например, при перегреве фторопластовых заготовок) следует удалять с помощью специального оборудования.

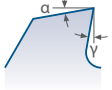
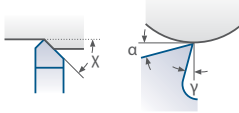
Основные параметры обработки

	Пиление				Сверление				
	 α задний угол [°] γ передний угол [°] t шаг зубьев [мм]				 α задний угол [°] β угол закручивания [°] γ передний угол [°] ϕ угол заострения [°]				
	задний угол	перед- ний угол	скорость резания	шаг зубьев	число зубьев	угол закру- чивания	угол заостре- ния	скорость резания	скорость подачи
TECAFINE PE, PP	20–30	2–5	500	3–8	Z2	25	90	50–150	0,1–0,3
TECAFINE PMP	20–30	2–5	500	3–8	Z2	25	90	50–150	0,1–0,3
TECARAN ABS	15–30	0–5	300	2–8	Z2	25	90	50–200	0,2–0,3
TECANYL	15–30	5–8	300	3–8	Z2	25	90	50–100	0,2–0,3
TECAFORM AD, AH	20–30	0–5	500–800	2–5	Z2	25	90	50–150	0,1–0,3
TECAMID, TECARIM, TECAST	20–30	2–5	500	3–8	Z2	25	90	50–150	0,1–0,3
TECADUR/TECAPET	15–30	5–8	300	3–8	Z2	25	90	50–100	0,2–0,3
TECANAT	15–30	5–8	300	3–8	Z2	25	90	50–100	0,2–0,3
TECAFLON PTFE, PVDF	20–30	5–8	300	2–5	Z2	25	90	150–200	0,1–0,3
TECAPEI	15–30	0–4	500	2–5	Z2	25	90	20–80	0,1–0,3
TECASON S, P, E	15–30	0–4	500	2–5	Z2	25	90	20–80	0,1–0,3
TECATRON	15–30	0–5	500–800	3–5	Z2	25	90	50–200	0,1–0,3
TECAPEEK	15–30	0–5	500–800	3–5	Z2	25	90	50–200	0,1–0,3
TECATOR	15–30	0–3	800–900	10–14	Z2	25	90	80–100	0,02–0,1
TECASINT	5–10	0–3	800–900	3–4	Z2	25	120	80–100	0,02–0,1
Армированные/наполненные полимеры TECA	15–30	10–15	200–300	3–5	Z2	25	100	80–100	0,1–0,3

* Армированные/наполненные:
стекловолокно, стеклянные шарики,
углеволокно, минеральный
наполнитель, графит, слюда, тальк и пр.

Нагревание до распиловки:
от $\varnothing$ 60 мм TECAPEEK GF/PVX, TECATRON GF/PVX
от $\varnothing$ 80 мм TECAMID 66 GF, TECAPET, TECADUR PBT GF
от $\varnothing$ 100 мм TECAMID 6 GF, 66, 66 MDS

Нагрев до начала сверления в центре:
от $\varnothing$ 60 мм TECAPEEK GF/PVX, TECATRON GF/PVX
от $\varnothing$ 80 мм TECAMID 66 MH, 66 GF, TECAPET, TECADUR PBT GF
от $\varnothing$ 100 мм TECAMID 6 GF, 66, TECAM 6 MQ, TECANYL GF

	Фрезерование			Точение				
	 α задний угол [°] γ передний угол [°] Тангенциальная подача Скорость подачи может быть до 0,5 мм / зуб			 α задний угол [°] γ передний угол [°] χ вспомогательный угол [°] Радиус закругления r должен быть не менее 0,5 мм				
	число зубьев	скорость резания	скорость подачи	задний угол	перед- ний угол	вспомо- гат. угол	скорость резания	скорость подачи
TECAFINE PE, PP	Z1–Z2	250–500	0,1–0,45	6–10	0–5	45–60	250–500	0,1–0,5
TECAFINE PMP	Z1–Z2	250–500	0,1–0,45	6–10	0–5	45–60	250–500	0,1–0,5
TECARAN ABS	Z1–Z2	300–500	0,1–0,45	5–15	25–30	15	200–500	0,2–0,5
TECANYL	Z1–Z2	300	0,15–0,5	5–10	6–8	45–60	300	0,1–0,5
TECAFORM AD, AH	Z1–Z2	300	0,15–0,5	6–8	0–5	45–60	300–600	0,1–0,4
TECAMID, TECARIM, TECAST	Z1–Z2	250–500	0,1–0,45	6–10	0–5	45–60	250–500	0,1–0,5
TECADUR/TECAPET	Z1–Z2	300	0,15–0,5	5–10	0–5	45–60	300–400	0,2–0,4
TECANAT	Z1–Z2	300	0,15–0,4	5–10	6–8	45–60	300	0,1–0,5
TECAFLON PTFE, PVDF	Z1–Z2	150–500	0,1–0,45	5–10	5–8	10	150–500	0,1–0,3
TECAPEI	Z1–Z2	250–500	0,1–0,45	10	0	45–60	350–400	0,1–0,3
TECASON S, P, E	Z1–Z2	250–500	0,1–0,45	6	0	45–60	350–400	0,1–0,3
TECATRON	Z1–Z2	250–500	0,1–0,45	6	0–5	45–60	250–500	0,1–0,5
TECAPEEK	Z1–Z2	250–500	0,1–0,45	6–8	0–5	45–60	250–500	0,1–0,5
TECATOR	Z1–Z2	60–100	0,05–0,35	6–8	0–5	7–10	100–120	0,05–0,08
TECASINT	Z1–Z2	90–100	0,05–0,35	2–5	0–5	7–10	100–120	0,05–0,08
Армированные/наполненные полимеры TECA	Z1–Z2	80–450	0,05–0,4	6–8	2–8	45–60	150–200	0,1–0,5

* Армированные/наполненные:
стекловолокно, стеклянные
шарики, углеволокно, минеральный
наполнитель, графит, слюда, тальк и
пр.

- Предварительный нагрев материала до 120°C
- Будьте осторожны при использовании
хладогентов: данные пластики восприимчивы
к растрескиванию под напряжением

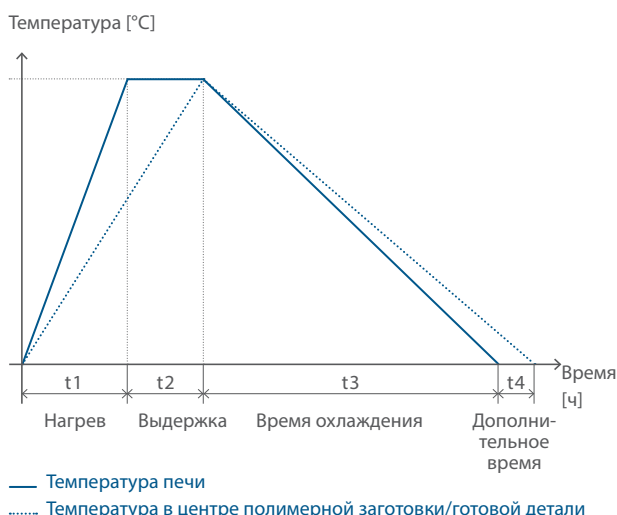
Подробную информацию вы можете
получить из брошюры "Рекомендации по
обработке конструкционных пластмасс
Ensinger" на www.ensinger-online.com



Отжиг

Процесс отжига включает термическую обработку заготовок, формованных или готовых деталей. Продукция медленно и равномерно нагревается до определенного, индивидуального для каждого материала уровня. Затем материал следует выдержать в течение определенного периода при заданной температуре для того, чтобы тщательно прогреть заготовку или черновую деталь. Длительность периода выдержки зависит от материала и его толщины. Впоследствии материал медленно и равномерно охлаждается до комнатной температуры.

Типовой процесс термообработки (отжига)



Отжиг для снижения внутренних напряжений

Для снижения внутренних напряжений, которые возникают в процессе производства, Ensinger всегда подвергает полимерные заготовки специальному отжигу сразу после процесса изготовления продукта. Отжиг (термообработка) производится в специальной духовке с рециркуляцией воздуха, но может также производиться в духовке с циркулирующим азотом или в масляной ванне.

Отжиг приводит к увеличению кристалличности, а также повышает прочность и химическую стойкость. Отжиг приводит к сокращению внутренних напряжений (описанных ранее) и увеличивает стабильность размеров в широком диапазоне температур. Отжиг обеспечивает гарантию, что материал будет иметь стабильную форму во время и после процесса обработки, а сама обработка станет существенно легче.

Преимущества, которые дает отжиг:

- Остаточные напряжения, которые возникли во время производства или обработки, могут быть в значительной степени уменьшены и практически полностью исключены путем использования отжига.
- Увеличение кристалличности материала приводит к оптимизации и механических характеристик материала.
- Формирование однородной кристаллической структуры материала.
- В некоторых случаях возможно улучшение химической стойкости.
- Снижение тенденции к деформациям и изменению размеров (во время или после обработки)
- Устойчивое улучшение стабильности размеров.

Материал	Аббревиатура полимера	Этапы нагрева	Фаза выдержки*	Фаза охлаждения
TECASINT	PI	2 ч до 160 °C	6 ч до 280 °C	2 ч при 160 °C / 10 ч при 280 °C
TECAPEEK	PEEK	3 ч до 120 °C	4 ч до 220 °C	1,5 ч на 1 см толщины стенки
TECATRON	PPS	3 ч до 120 °C	4 ч до 220 °C	1,5 ч на 1 см толщины стенки
TECASON E	PES	3 ч до 100 °C	4 ч до 200 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
TECASON P	PPSU	3 ч до 100 °C	4 ч до 200 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
TECASON S	PSU	3 ч до 100 °C	3 ч до 165 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
TECAFLON PVDF	PVDF	3 ч до 90 °C	3 ч до 150 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
TECANAT	PC	3 ч до 80 °C	3 ч до 130 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
TECAPET	PET	3 ч до 100 °C	4 ч до 180 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
HYDEX 4101	PBT	3 ч до 100 °C	4 ч до 180 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
TECAMID 6	PA6	3 ч до 90 °C	3 ч до 160 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
TECAMID 66	PA66	3 ч до 100 °C	4 ч до 180 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
TECAFORM AH	POM-C	3 ч до 90 °C	3 ч до 155 °C	1 ч на 1 см толщины стенки
TECAFORM AD	POM-H	3 ч до 90 °C	3 ч до 165 °C	1 ч на 1 см толщины стенки

* При максимальной температуре, если не указано иное.

Промежуточный отжиг

Также может быть разумным подвергать промежуточному отжигу критические детали во время их обработки. В особенности это относится:

- Если требуются узкие допуски
- Если должны быть произведены детали с сильной тенденцией к деформации, из-за требуемой их формы (асимметричные, узкое поперечное сечение, карманы и желобки)
- В случае с армированными волокнами/наполненными материалами (ориентация волокон может увеличить деформацию)
 - ↳ Механическая обработка может привести к дальнейшему увеличению напряжений в представленной детали.
- Использование тупого или неподходящего инструментария:
 - ↳ Является причиной образования напряжений
- Чрезмерный ввод тепла в компонент - следствие неадекватных скоростей и темпа подачи
- Высокие объемы снятия материала с заготовки - в основном вследствие односторонней обработки

Промежуточный отжиг может помочь уменьшить напряжение в материале и снизить риск деформации. Для соблюдения требуемых размеров и допусков следует отметить следующие:

- Перед этапом промежуточного отжига необходимо снять часть материала с заготовки (черновая обработка), оставив припуск, так как отжиг может привести к определенной степени усадки черновой детали.
- Чистовая обработка детали, все расчеты должны происходить только после отжига.
- Обеспечение надлежащей поддержки, фиксации компонента во время этапа промежуточного отжига:
 - ↳ Позволяет избежать деформации компонентов, возможных к проявлению в процессе отжига



Сварка

Сварка пластика, для соединения двух термопластов, является частой и высокоразвитой технологией соединения материалов. Доступны разнообразные процессы, которые работают как на безконтактной основе (нагревательный элемент, ультразвук, лазер, инфракрасное излучение, газовая конвекционная сварка), так и на контактной основе (трение, вибрационная сварка). На этапе проектирования для обеспечения гарантии оптимального соединения материалов должны соблюдаться определенные руководящие принципы в зависимости от используемого процесса. В случае с высокотемпературными пластиками должно быть принято во внимание, что для пластификации данных материалов требуется чрезвычайно высокий выход энергии. Подходящий метод сварки зависит от многочисленных факторов (формы и геометрии детали, размера, материала). Часто используемыми технологиями сварки для пластика являются:

- Сварка нагревательным элементом
- Инфракрасная сварка
- Конвекционная газовая сварка
- Фрикционная сварка
- Лазерная сварка
- Ультразвуковая сварка
- Тепловая контактная сварка
- Высокочастотная сварка

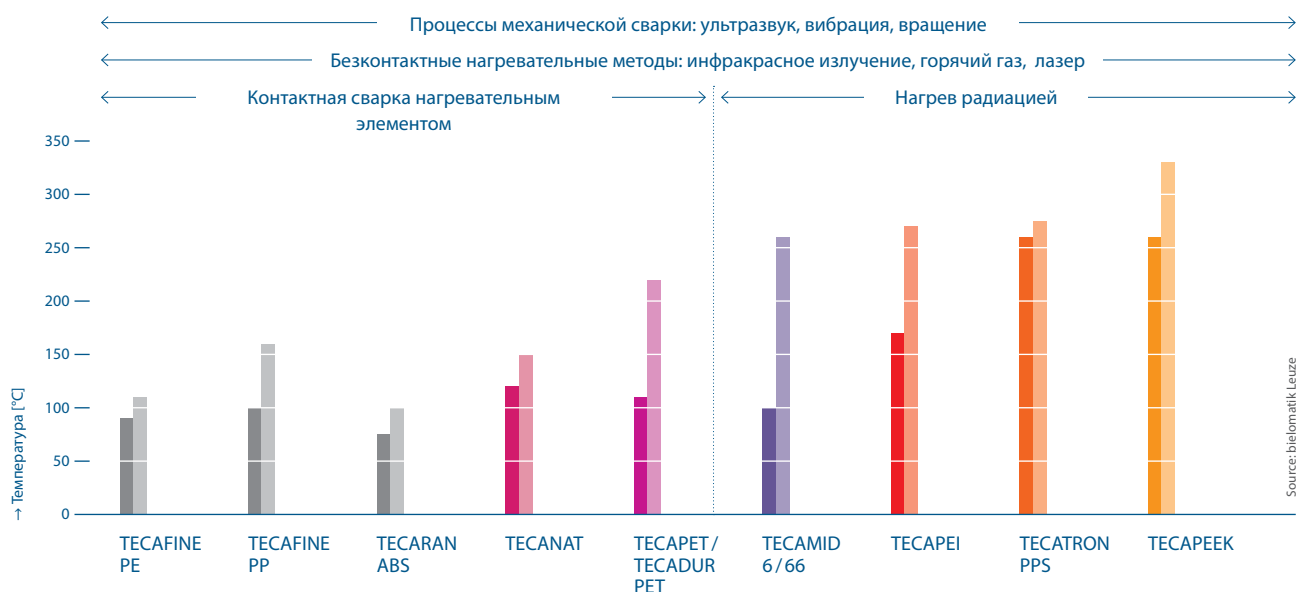
Контакты компаний занимающихся сваркой

**bielomatik Leuze
GmbH + Co. KG**
Daimlerstrasse 6 – 10
72639 Neuffen
Tel. +49 (0)7025 12 0
Fax +49 (0)7025 12 200
www.bielomatik.de

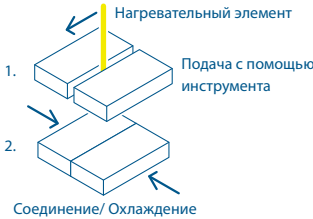
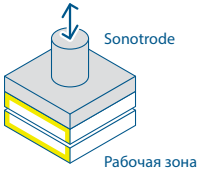
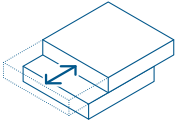
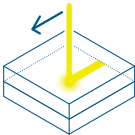
Kuypers Kunststofftechnik BV
Koningshoek 8
5094 CD Lage Mierde
Niederlande
Tel. +31 (0)13 509 66 11
Fax +31 (0)13 509 25 87
www.kuypers.com

Widos
Wilhelm Dommer Söhne GmbH
Einsteinstr. 5
71254 Ditzingen-Heimerdingen
Tel. +49 (0)7152 9939 0
Fax +49 (0)7152 9939 40
www.widos.de

Материалы и технологии сварки



Сварочный процесс

Метод	Сварка нагревательным элементом/ горячим газом	Ультразвуковая сварка	Вибрационная / фрикционная сварка	Лазерная сварка
				
Принцип	Нагревание соединяющихся материалов нагревательным элементом или горячим газом, соединение под давлением	Нагревание зоны соединения (со специфической геометрической формой) при помощи ультразвуковой вибрации	Нагревание соединяющихся материалов вибрацией или трением, соединение под давлением	Нагревание соединяющихся материалов лазерным пучком
Время сварки	от 20 до 40 сек.	от 0.1 до 2 сек.	от 0.2 до 10 сек.	
Результат	Высокая прочность, низкая цена	Минимальное время цикла, легкая автоматизация процесса	Подходит для больших деталей, возможна сварка чувствительных к окислению пластиков	Высокая прочность, практически любая геометрия шва, высокая точность.

Теплопроводность	Излучение	Конвекция	Трение
Сварка нагревательным элементом	Сварка нагревательным элементом	Сварка горячим газом	Внутреннее трение
Индукционная сварка металлическим нагревательным элементом (насадка)	Лазерная сварка	Экструзионная сварка	Внешнее трение
Сварка металлическим нагревательным элементом	ИК свет сварки	Участие горячего газа	Высокочастотная сварка
			Сварка вращением
			Ультразвуковая сварка
			Вибрационная сварка

Source: bielomatik Leuze

Склеивание

Склеивание - очень эффективный метод соединения, который позволяет соединять пластмассы между собой и с другими материалами. Химическое соединение (склеивание) компонентов представляет ряд преимуществ по сравнению с другими методами соединения:

- Равномерное распределение напряжения
- Нет повреждающих воздействий на материал
- Нет деформации соединенных деталей
- Могут быть соединены различные комбинации деталей
- Отдельные участки соединения склеиваются одновременно
- Требуется меньшее количество компонентов

Решающие факторы для хорошего клеевого соединения:

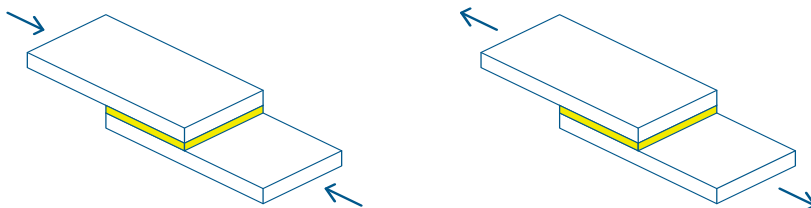
- Характеристики материала
- Адгезивность
- Адгезивный слой
- Поверхность (предварительная подготовка)
- Геометрическая форма склеиваемого соединения
- Условия применения и нагрузки

Чтобы увеличить прочность склеиваемого соединения, необходимо подготовить поверхности склеиваемых пластиков для повышения активности поверхности.

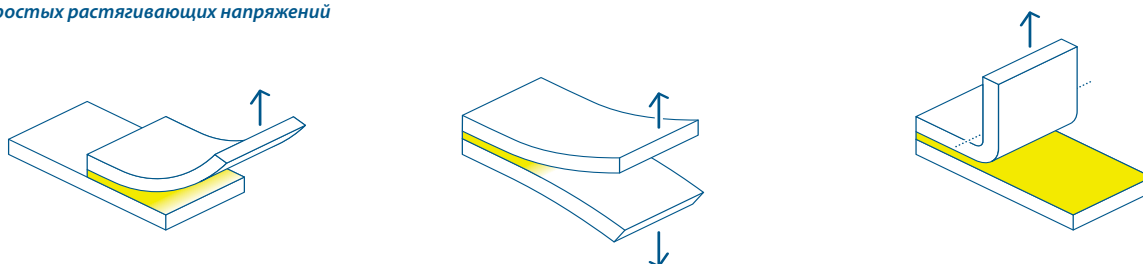
- Очистка и обезжиривание поверхности материала
- Увеличение шероховатости поверхности путем шлифования или пескоструйной обработкой (особенно рекомендуется)
- Физическая активация поверхности пламенем, плазмой или образованием короны
- Химическое травление для формирования определенного пограничного слоя
- Нанесение грунтовки

При склеивании пластиков следует избегать пиков напряжения, а сжатие, растяжение или поперечная нагрузка предпочтительнее должна воздействовать на область связи клеевого шва. Избегайте изгиба, отслаивания или простых растягивающих напряжений. В случае необходимости, дизайн должен быть отрегулирован таким образом, чтобы место склеивания можно было сконфигурировать для подходящего уровня напряжения.

Во время склеивания пластиков следует избегать растягивающих нагрузок, а сжатие, растяжение и поперечная нагрузка должны воздействовать на область клеевого шва.



Избегайте изгиба, отслаивания или простых растягивающих напряжений



Склеивание PEEK

Материал/ предварительная подготовка	Прочность на сжатие в соотв. со Стандартом 5	Прочность	Резюме
PEEK / PEEK Очистка при помощи Delothen EP	10 МПа	+	Склеивание PEEK с PEEK Хороший уровень прочности с адгезивами DELOMONOPOX; значительное увеличение прочности после обработки плазмой или пескоструйной.
PEEK / PEEK Плазма под атмосфер. давлением	23 МПа	++	
PEEK / PEEK Пескоструйная	25 МПа	++	
PEEK / алюминий Очистка при помощи Delothen EP	4 МПа	0	Склеивание PEEK и алюминия Без предварительной обработки наблюдаются низкие уровни прочности с клеями DELOMONOPOX, очень хорошие показатели прочности после пескоструйной обработки или плазменной.
PEEK / алюминий PEEK: Плазма под атмосфер. давлением	21 МПа	++	
PEEK / алюминий PEEK: Пескоструйная	22 МПа	++	
PEEK / сталь PEEK: Очистка с Delothen EP	3.5 МПа	0	Склеивание PEEK и стали Без предварительной обработки наблюдаются низкие уровни прочности с DELOMONOPOX, очень хорошие показатели прочности после пескоструйной обработки.
PEEK / сталь PEEK: Пескоструйная	21 МПа	++	

++ очень хорошая прочность + хорошая прочность 0 низкая прочность

Следующие производители предлагают адгезивные вещества для конструкционных и высокоэффективных пластмасс:

DELO Industrieklebstoffe GmbH & Co. KG
DELO-Allee 1
86949 Windach
Tel. 08193 9900 131
Fax 08193 9900 185
www.delo.de

3M Deutschland GmbH
Carl-Schurz-Str. 1
41453 Neuss
Tel. 02131 14 0
www.3Mdeutschland.de

Henkel Loctite Deutschland GmbH
Arabellastraße 17
81925 München
Tel. 089 9268 0
Fax 089 9101978
www.loctite.com

Source: DELO Industrieklebstoffe

Общие рекомендации по склеиванию

Ensinger обозначение	Обозначение полимера	Растворяющие адгезивы	Реакция клеев базирующаяся на ...		
			Эпоксидной см.	Полиуретане	Цианоакрилате
TECAFINE PE	PE		X	X	
TECAFINE PP	PP		X	X	
TECAFORM AD	POM-H	X		X	
TECAFORM AH	POM-C	X		X	
TECAMID 66	PA 66	X	X	X	X
TECAMID 6	PA 6	X	X	X	X
TECADUR PBT	PBT		X	X	X
TECAPET	PET		X	X	X
TECANAT	PC	X	X	X	X
TECAFLON PVDF	PVDF	X	X		X
TECASON S	PSU	X	X	X	X
TECASON P	PPSU	X	X	X	X
TECASON E	PES		X	X	X
TECATRON	PPS		X	X	X
TECAPEEK	PEEK		X	X	X
TECASINT	PI		X	X	X

X Подходящий клей

Материалы, которые не подходят или лишь условно подходят для склеивания:
TECAFLON PTFE, TECAFLON PVDF, TECAFORM AH / AD,
TECAFINE PE, TECAFINE PP / TECAPRO MT

Dymax Europe GmbH
Trakehner Straße 3
60487 Frankfurt
Tel. 069 7165 3568
Fax 069 7165 3830
www.dymax.de

Очистка пластиков

В соответствии с DIN 8592 очистка является химическим процессом, используемым в производстве для удаления следов и остатков обработки.

Четыре группы факторов имеют отношение к процессу очистки

Химические

- Тип очистки
- Чистящее вещество
- Концентрация

Механические

- Ультразвук
- Воздействие струи
- Распыление
- Соскабливание
- Регулировка геометрии

Температурные

- Температура очистки
- Температура промывки
- Температура сушки

Временные

- Время очистки
- Время промывки
- Время сушки

В зависимости от типа загрязнения соответствующие области загрязнения должны быть подготовлены для достижения оптимальной чистоты. Каждый процесс должен учитывать входные параметры (материал, форма, загрязнение) и выходные параметры (требования к очистке).

На процесс очистки влияет:

- Загрязнение
(пленки, частицы, покрытие, микроорганизмы)
- Геометрия детали
(массивный материал, отдельная часть, зачерпывающая и функциональная поверхность)
- Материал из которого изготовлена деталь
(пластик)
- Требования
(грубая очистка, очистка, тщательная очистка, очень тщательная очистка)

В частности, следующие методы очистки применимы для пластиков:

Влажная химическая очистка

- Также подходят для деталей с очень сложными формами деталей
- Применимы для большинства пластиков
- Отсутствует абразивное воздействие на компоненты
- Требуется внимание по поводу допусков к материалам, которые поглощают влагу (РА)
- Требуется внимание к материалам, чувствительным к образованию трещин от напряжения (аморфным), таким как PC, PSU, PPSU и т.д.

Механические процессы

- В первую очередь подходят для грубой очистки пластмасс (чистка, вытирание, ...)
- Осторожность требуется с мягкими пластиками из-за возможного повреждения поверхности (царапины)

CO₂ снег - очистка сухим льдом

- Очень удобен, так как очищаемый материал практически не подвергается негативным воздействиям или повреждениям.
- Процесс очистки сухой, не абразивный и не приводит к передаче тепла компоненту.
- Идеально подходит для мягких материалов и для тех, которые имеют высокие показатели поглощения (PTFE, PA, ...)

Плазменный метод

- Подходит для деталей с очень сложной геометрией
- Одновременно оказывает активирующее воздействие на поверхность пластика
- Отсутствует абразивное воздействие на поверхность, отсутствует влага в системе

Ситуация в секторе пищевых и медицинских технологий

Проблемные вопросы:

- Для этих секторов на данный момент отсутствует определение того, какое максимальное остаточное загрязнение может присутствовать на детали
- Нет деталей с определенным уровнем чистоты
- Производители индивидуально должны излагать/определять свои собственные предельные значения допустимых загрязнений
- Руководства FDA и ЕС определяют директивы и регуляции по миграции веществ из материалов в продукты, но не по степень загрязнения

Решения:

- "Ручное" определение предельных значений допустимого загрязнения
- Тщательная очистка
- Полимерные заготовки Ensinger:
 - ↳ Тестирование биосовместимости заготовок для сектора медицинской промышленности, которое предоставляет разрешение на контакт с телом
 - ↳ Полимерные заготовки, предназначенные для изготовления деталей, контактирующих с пищевыми продуктами, тестируются на миграцию определенных веществ в пищевые продукты
 - ↳ При механической обработке используются смазочно-охлаждающие жидкости, соответствующие требованиям пищевой промышленности
 - ↳ Ensinger работает в соответствии с правилами GMP для пищевого сектора

- ↳ Тестирование на цитотоксичность тех материалов, которые предназначены для применения в медицинской сфере
- ↳ Тестирование миграции веществ материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами
- ↳ Специальная упаковка полимерных заготовок, предназначенных для применения в медицине

Резюме

- Индивидуальным клиентам требуется устанавливать свое собственное определение технической чистоты
- Техническая чистота может быть измерена и оценена только на готовом компоненте, после завершения всех этапов обработки и очистки
- Полимерные заготовки Ensinger соответствуют конкретным требованиям чистоты настолько, насколько это возможно и осуществимо:
 - ↳ Производство в соответствии с требованиями чистоты
 - ↳ Использование специальных смазочно-охлаждающих жидкостей

У Вас возникли другие вопросы?

Наши технические консультации службы возможных применений будут рады помочь:
techservice.shapes@de.ensinger-online.com
или по телефону : +49 7032 819-101 / -116

Работа с продукцией

Полимеры Ensinger используются как сырье для изготовления широкого спектра высококачественных компонентов и деталей в таких областях как пищевая и медицинская техника, а также машиностроение и автомобилестроение, в полупроводниковых технологиях и аэрокосмической промышленности. Для соблюдения высокого стандарта качества и функциональности, а также обеспечения длительного времени хранения полимеров, должны быть приняты во внимание рекомендации по условиям хранения, транспортировки и обработке полимерных заготовок. Следуя рекомендациям производителя, Вы получаете высокую надёжность полимерных заготовок. В случае заказа готовых деталей, потребитель или заказчик должны заблаговременно сообщить необходимые требования, так как условия могут значительно отличаться в зависимости от места хранения или периода использования.

1. Хранение, транспортировка и предварительная обработка материала должны проводиться таким образом, чтобы обеспечить сохранность обозначения пластика и номера партии материала. Это позволяет идентифицировать продукцию, отследить процессы, определить причины возникших проблем в случае поступления жалоб или претензий.

2. Атмосферные воздействия могут оказать влияние на свойства материалов. Воздействие солнечного излучения (УФ-излучение), атмосферного кислорода и влаги (осадки, влажность) могут оказывать негативное влияние на характеристики материала. Результатами этих воздействий может быть изменение цвета пластика, окисление поверхности, набухание, искривление, хрупкость или даже изменение механических свойств. По этой причине, заготовки не должны подвергаться воздействию прямых солнечных лучей и воздействию погодных условий в течение длительного времени.

В идеале, заготовки должны храниться в закрытых помещениях в нормальных климатических условиях (температура 23°C и 50% относительная влажность).

В частности следующие материалы должны быть защищены от атмосферных воздействий:

→ TECAPEEK (PEEK)*

→ TECATRON (PPS)*

→ TECASON P (PPSU)*

→ TECASON S (PSU)*

→ TECASON E (PES)*

→ TECAFORM AH, AD (POM-C, POM-H)**

→ TECAPET (PET)**

→ TECAMID 6, 66, 11, 12, 46 (PA 6, 66, 11, 12, 46)**

→ TECAST (PA 6 C)**

→ TECAFINE (PE, PP)**

→ TECARAN ABS (ABS)*

* Все модификации должны быть защищены от атмосферных воздействий

** Должны быть защищены от атмосферных воздействий материалы не чёрного цвета

3. Везде, где это возможно, пластики не должны подвергаться воздействию низких температур на длительный период времени. В частности, следует избегать заметных колебаний температур, так как это может привести к деформации или хрупкости заготовок.

Следует избегать жестких ударов, а также в одинаковой степени бросания или отбрасывания, так как в противном случае возможно образование трещин и разломов.

Кроме того, заготовкам, хранящимся в холодных условиях, требуется достаточно времени для адаптации к комнатной температуре перед обработкой. Это может помочь предотвратить возникновение дефектов, таких как растрескивание во время обработки. Это также помогает компенсировать усадку или удлинение после контакта с горячей атмосферой, вызванную из-за высокого коэффициента линейного теплового расширения пластмасс.

Для хранения готовой или полуобработанной продукции (заготовок), предназначенной для высокоточного производства, рекомендуется хранение в нормальных климатических условиях (23°C / 50% отн. вл.). Это позволяет минимизировать внешние влияния и сохранять стабильность размеров на протяжении длительного времени.

Невозможно установить максимальный период хранения, так как это сильно зависит от материалов, условий хранения и внешних влияний.

4. Полимерные заготовки должны храниться в закрытых складских помещениях в горизонтальном положении и с максимально возможным контактом с поверхностью (особенно для стержней и втулок), дабы избежать возможную деформацию под воздействием собственной массы или тепла.

5. При обращении с полимерными заготовками убедитесь, что используется подходящее складское оборудование. Убедитесь, что складские помещения, стропы, направляющие и другое подъемное оборудование является стабильным и безопасным. Складские материалы должны храниться таким образом, чтобы устранить любую опасность опрокидывания или падения. Имейте в виду, что пластики имеют относительно низкий коэффициент трения и, следовательно, легко могут выскользнуть из устройств погрузки, что влечет за собой возможность серьезных травм сотрудников.

6. По возможности избегайте воздействия излучений высокой энергии (Гамма, Рентгеновское и т.п. излучений), так как это может привести к повреждению молекулярной структуры полимера.

7. В целях предотвращения возможных химических атак или поглощения влаги, пластиковые заготовки должны храниться вдали от всех видов химических веществ и воды. Контакт с химическими веществами или водой может привести к набуханию, химическому разложению или растрескиванию под воздействием внутренних напряжений.

8. Пластмассы являются органическими веществами и, следовательно, горючими. При горении и разложении полимеров могут выделяться токсичные вещества. При правильном хранении пластмассы не представляют опасности возгорания. Полимеры не должны храниться вместе с другими горючими веществами.

Перед началом использования заготовок внимательно ознакомьтесь с информационными листками на полимер.

9. При нормальных условиях пластиковые заготовки или готовые изделия не выделяют никаких токсичных веществ и не представляют никакой опасности при контакте с их поверхностью. Курение не должно быть разрешено вблизи мест обработки полимеров, так как частицы некоторых пластмасс (в частности фторполимеров), вступая в соединения с тлеющим табаком, могут образовывать токсичные вещества.

Для обеспечения охраны здоровья человека перед началом использования заготовок внимательно ознакомьтесь с информационными листками на полимер.

10. Если Вы соблюдаете приведённые выше рекомендации, то никаких существенных изменений первоначальных свойств полимеров не происходит. Возможно минимальное обесцвечивание поверхности пластика из-за влияний окружающей среды. Однако это не представляет какого-либо существенного ухудшения свойств материала, так как эти изменения затрагивают всего лишь нескольких микрон поверхности в глубину.

11. Обрезки пластиковых заготовок, стружка могут быть вторично переработаны специализированными компаниями. Также отходы могут быть утилизированы профессиональными компаниями в области переработки полимерных отходов с соответствующим контролем по выбросу загрязняющих веществ. В частности, это относится к случаям, где отходы полимеров, стружка загрязнены нефтепродуктами.

Эти рекомендации целесообразно скорректировать в соответствии с индивидуальными требованиями и обстоятельствами. Рекомендации не заменяют соответствующие законодательные акты и правила и не освобождают клиентов, использующих продукцию, от их ответственности или индивидуальных лиц от их обязанностей. Вышеприведенная информация предназначена только в качестве рекомендаций, составленных на основе текущих знаний. Рекомендации не несут под собой какую-либо общеприменимую гарантию.

Основные показатели материалов

Наименование		TECARAN ABS grey	TECANYL MT coloured	TECANYL GF30	TECANYL 731 grey	TECAFINE PMP	TECAPRO MT	TECAFORM AH natural	TECAFORM AH black	TECAFORM AH GF25	TECAFORM AH ELS
Химическое обозначение		ABS	PPE	PPE	PPE	PMP	PP	POM-C	POM-C	POM-C	POM-C
Наполнители				стеклово- локно			теплостаби- лизатор			стеклово- локно	токопрово- дящая черная сажа
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см ³]	1.04	1.04 – 1.10	1.3	1.1	0.83	0.93	1.41	1.41	1.59	1.41
Механические свойства											
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	1,700	2,400	4,100	2,400	1,000	2,000	2,800	2,800	4,200	1,800
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	32	65	73	57	26	34	67	67	51	42
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	32	67	73	57	26	34	67	67	51	42
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	3	4	5	15	6	5	9	9	9	11
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	49	8	5	22	67	67	32	32	12	11
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	1,600	2,400	3,900	2,500	800	1,800	2,600	2,600	4,100	1,500
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	49	95	116	85	31	54	91	91	88	56
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	1,400	2,100	3,300	2,100	1,000	1,600	2,300	2,300	3,600	1,500
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	15 / 26	17 / 30	23 / 41	18 / 33	11 / 19	16 / 26	20 / 35	20 / 35	23 / 39	16 / 25
Ударная вязкость (Шарли) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м ²]	n.b.	70	37	69	17	140	n.b.	150	36	74
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарли)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м ²]	34						8	6		
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	74	140	205	146	58	100	165	165	180	96
Температурные свойства											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	104	174	150	145		-10	-60	-60	-60	-60
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]		n.a.	n.a.	n.a.		165	166	166	170	169
Кратковременная рабочая температура	[°C]	100	110	110	110	170	140	140	140	140	140
Постоянная рабочая температура	[°C]	75	95	85	85	120	100	100	100	100	100
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]		8	4	8		13	13	13	8	13
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]		8	4	8		14	14	14	8	14
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]		1.3	1.2	1.3			1.4	1.4	1.2	1.3
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]		0.21	0.28	0.21			0.39	0.39	0.47	0.46
Электрические свойства											
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]		10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹³		10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹²	10 ¹⁴	10 ⁴
Прочие данные											
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0.07 / 0.2	0.02 / 0.04	0.01 / 0.02	0.02 / 0.04	<0.01 / <0.01	0.01 / 0.02	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.07 / 0.2	0.05 / 0.2
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

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)
n.b. без повреждений
n.a. не определено

(a) Температура стеклования тестировалась 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

Наименование		TECAFORM AH SD	TECAFORM AH ID	TECAFORM AH LA blue	TECAFORM AH SAN	TECAFORM AH MT coloured	TECAFORM AD	TECAFORM AD black	TECAFORM AD AF	TECAST T	TECAST TM
Химическое обозначение		POM-C	POM-C	POM-C	POM-C	POM-C	POM-H	POM-H	POM-H	PA 6 C	PA 6 C
Наполнители		антистатич- ная добавка	обнаружи- ваемая добавка	твердая смазка	антими- кробная добавка				PTFE		Дисульфид Молибдена
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см ³]	1.35	1.49	1.36	1.41	1.41	1.43	1.43	1.49	1.15	1.15
Механические свойства											
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	1,300	3,200	2,100	2,900	2,800	3,400	3,600	3,000	3,500	3,200
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	39	68	48	67	69	79	80	53	83	82
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	39	68	48	69	70	79	80	53	80	80
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	23	8	9	7	15	37	32	8	4	4
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	23	10	9	18	30	45	43	8	55	55
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	1,200	3,100	2,000	2,800	2,800	3,600	3,600	3,000	3,200	3,000
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	46	100	70	93	94	106	106	85	109	102
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	1,100	2,400	1,800	2,200	2,200	2,700	2,800	2,400	2,900	2,800
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	12 / 19	17 / 31	16 / 27	18 / 31	18 / 32	19 / 33	22 / 38	19 / 33	19 / 36	22 / 38
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м ²]	n.b.	59	27	102	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м ²]	9	11			9	15	14	25	4	4
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	74	174	120	163	158	185	185	166	170	170
Температурные свойства											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	40	43
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	165	169	166	166	169	182	182	179	215	217
Кратковременная рабочая температура	[°C]	140	140	140	140	140	150	150	150	170	170
Постоянная рабочая температура	[°C]	100	100	100	100	100	110	110	110	100	100
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	16	13	13	13	13	12	11	12	12	11
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	17	14	14	14	14	13	11	13	12	11
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]	1.6	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.7	1.6
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]	0.30	0.39	0.39	0.39	0.39	0.43	0.43	0.46	0.38	0.33
Электрические свойства											
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]	10 ¹¹	10 ¹³	10 ¹⁴		10 ¹²	10 ¹⁴	10 ¹²	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹²
Прочие данные											
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0.9 / 1.8	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.05 / 0.1	0.2 / 0.4	0.2 / 0.5
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

Указанные данные - это не минимальные или не максимальные значения, а контрольные цифры, которые могут использоваться прежде всего для сравнения тех или иных свойств пластиков 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.

Если не указано иное, эти значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-60 мм согласно DIN EN 15860) , полученных экструдированием, литьем, компрессионным формованием с последующей мехобработкой. Свойства материалов зависят от размеров изделия и 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.ensinger-online.com. Технические изменения защищены.

Основные показатели материалов

Наименование	TECAST L	TECAST L black	TECAST L yellow	TECAGLIDE green	TECARIM 1500 yellow	TECAMID 6	TECAM 6 MO	TECAMID 6 GF25 black	TECAMID 6 GF30 black	TECAMID 66
Химическое обозначение	PA 6 C	PA 6 C	PA 6 C	PA 6 C	PA 6 C	PA 6	PA 6	PA 6	PA 6	PA 66
Наполнители	масло	масло	масло	твердая смазка	эластомер		Дисульфид Молибдена	стеклово-локно	стеклово-локно	
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см ³] 1.13	1.14	1.14	1.13	1.11	1.14	1.14	1.33	1.36	1.15
Механические свойства										
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа] 2,900	3,100	3,100	3,200	2,200	3,300	3,300	5,100	5,700	3,500
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа] 69	70	70	76	53	79	84	96	98	85
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа] 66	68	68	76	53	78	82	96	98	84
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%] 8	4	4	14	13	4	5	9	4	7
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%] 50	50	50	18	58	130	37	11	5	70
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа] 2,900	2,900	2,900	3,100	2,200	2,900	3,100	4,900	5,200	3,100
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа] 95	95	95	103	73	100	110	143	140	110
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа] 2,700	2,700	2,700	2,500	2,100	2,700	2,900	3,900	4,200	2,700
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа] 19 / 35	21 / 37	21 / 37	18 / 34	14 / 26	24 / 41	17 / 32	21 / 42	21 / 42	20 / 35
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м ²] n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	78	60	n.b.
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м ²] 5	5	6	4	16	7	5			5
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа] 150	150	150	159	95	155	160	230	232	175
Температурные свойства										
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C] 48	42	42	45	53	45	51	49	49	47
Точка плавления (DIN 53765)	[°C] 218	216	216	218	216	221	220	217	218	258
Кратковременная рабочая температура	[°C] 170	170	170	130	160	160	160	180	180	170
Постоянная рабочая температура	[°C] 100	100	100	100	95	100	100	100	100	100
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹] 13	13	13	11	13	12	8	7	6	11
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹] 13	13	13	12	13	13	8	8	6	12
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)] 1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.3	1.5
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)] 0.37	0.37	0.37	0.38	0.32	0.37	0.37	0.40	0.41	0.36
Электрические свойства										
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω] 10 ¹⁴	10 ¹²	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹⁴
Прочие данные										
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%] 0.2 / 0.4	0.2 / 0.4	0.2 / 0.4	0.2 / 0.3	0.6 / 1.2	0.3 / 0.6	0.3 / 0.6	0.2 / 0.3	0.2 / 0.3	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

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)
n.b. без повреждений
n.a. не определено

(a) Температура стеклования тестировалась 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

Наименование		TECAMID 66 MH	TECAMID 66 GF30 black	TECAMID 66 CF20	TECAMID 66 HI	TECAMID 66 LA	TECAMID 66/X GF50 black	TECAMID 46 redbrown	TECAMID 12	TECAPET	TECAPET black
Химическое обозначение		PA 66	PA 66	PA 66	PA 66	PA 66	PA 66	PA 46	PA 12	PET	PET
Наполнители		Дисульфид Молибдена	стеклово- локно	углеволо- кно	термостаби- лизатор	смазка	стеклово- локно				
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см ³]	1.15	1.34	1.23	1.15	1.11	1.61	1.19	1.02	1.36	1.39
Механические свойства											
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	3,200	5,500	5,100	3,400	3,100	8,700	3,300	1,800	3,100	3,400
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	84	91	104	89	76	115	106	53	79	91
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	83	91	104	72	76	115	106	54	79	91
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	10	8	12	7	11	2	21	9	5	4
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	40	14	13	25	14	2	32	200	10	15
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	3,100	4,700	4,300	3,300	2,800	9,000	3,300	1,700	3,200	3,400
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	114	135	135	112	102	200	132	68	121	134
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	2,700	4,100	3,800	2,900	2,400	6,200	2,800	1,600	2,700	2,800
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	20 / 38	25 / 46	16 / 33	14 / 29	20 / 35	28 / 56	20 / 35	13 / 24	19 / 35	19 / 36
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м ²]	n.b.	97	116	n.b.	37		n.b.	n.b.	81	27
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м ²]	5			5			9	7	4	
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	168	216	200	191	145		187	105	175	195
Температурные свойства											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	52	48	48	57	54	78	72	37	81	81
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	253	254	251	263	261	256	299	180	244	244
Кратковременная рабочая температура	[°C]	170	170	170	180	120	200	220	150	170	170
Постоянная рабочая температура	[°C]	100	110	100	115	90	130	130	110	110	110
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	10	5	9	12	11		13	15	8	8
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	10	5	10	12	12		13	16	10	10
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]	1.5	1.2	1.4	1.5	1.6		1.7	1.8		
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]	0.36	0.39	0.72	0.36	0.36		0.37	0.30		
Электрические свойства											
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]	10 ¹²	10 ¹²	10 ⁸	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹²	10 ¹³	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹²
Прочие данные											
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0.2 / 0.4	0.1 / 0.2	0.1 / 0.3	0.2 / 0.3	0.2 / 0.4	0.1 / 0.2	0.4 / 0.7	0.04 / 0.07	0.02 / 0.03	0.02 / 0.03
Стойкость к горячей воде / основа	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	–	(+)	+	–	–
Стойкость к атмосферным воздействиям	(+)	(+)	(+)	(+)	–	–	(+)	–	–	–	(+)
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;)	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	V2	HB	HB	HB

Указанные данные - это не минимальные или не максимальные значения, а контрольные цифры, которые могут использоваться прежде всего для сравнения тех или иных свойств пластиков 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.

Если не указано иное, эти значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-60 мм согласно DIN EN 15860) , полученных экструдированием, литьем, компрессионным формованием с последующей мехобработкой. Свойства материалов зависят от размеров изделия и 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.ensinger-online.com. Технические изменения защищены.

Основные показатели материалов

Наименование	TECAPET TF	TECADUR PET	TECADUR PBT GF30	TECANAT	TECANAT GF30	TECAFLON PVDF	TECASON S	TECAPEI	TECASON P white	TECASON P MT coloured
Химическое обозначение	PET	PET	PBT	PC	PC	PVDF	PSU	PEI	PPSU	PPSU
Наполнители	твердая смазка		стеклово-локно		стеклово-локно					
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см ³] 1.43	1.39	1.46	1.19	1.42	1.78	1.24	1.28	1.31	1.31
Механические свойства										
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа] 3,200	3,300	3,400	2,200	4,400	2,200	2,700	3,200	2,300	2,300
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа] 78	91	46	69	85	62	89	127	81	81
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа] 78	91	46	69	87	62	89	127	81	81
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%] 4	4	5	6	4	8	5	7	7	7
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%] 6	14	6	90	6	17	15	35	50	50
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа] 3,300	3,400	3,400	2,300	4,500	2,100	2,600	3,300	2,300	2,300
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа] 119	134	78	97	138	77	122	164	107	107
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа] 2,700	2,800	2,800	2,000	3,300	1,900	2,300	2,800	2,000	2,000
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа] 21 / 38	21 / 38	20 / 38	16 / 29	21 / 39	16 / 28	15 / 28	23 / 41	18 / 30	18 / 30
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м ²] 42	150	37	n.b.	71	150	175	113	n.b.	n.b.
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м ²]			14			4		13	13
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа] 183	194	190	128	190	129	167	225	143	143
Температурные свойства										
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C] 82	81		149	147	-40	188	216	218	218
Точка плавления (DIN 53765)	[°C] 249	244	224	n.a.	n.a.	171	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Кратковременная рабочая температура	[°C] 170	170	200	140	140	150	180	200	190	190
Постоянная рабочая температура	[°C] 110	110	110	120	120	150	160	170	170	170
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹] 8	8	8	8	5	16	6	5	6	6
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹] 10	10	10	8	5	18	6	5	6	6
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]		1.2	1.3	1.1	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]		0.33	0.25	0.32	0.25	0.21	0.21	0.25	0.25
Электрические свойства										
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω] 10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹²
Прочие данные										
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%] 0.02 / 0.03	0.02 / 0.03	0.02 / 0.04	0.03 / 0.06	0.03 / 0.05	<0.01 / <0.01	0.06 / 0.1	0.05 / 0.1	0.1 / 0.2	0.1 / 0.2
Стойкость к горячей воде / основа	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+
Стойкость к атмосферным воздействиям	–	–	–	(+)	–	+	–	–	–	–
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10;)	HB	HB	HB	HB	HB	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)
n.b. без повреждений
n.a. не определено

(a) Температура стеклования тестировалась 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

Наименование		TECATRON	TECATRON GF40	TECATRON GF40 black	TECATRON PVX	TECAPEEK	TECAPEEK black	TECAPEEK bright red	TECAPEEK GF30	TECAPEEK CF30	TECAPEEK PVX
Химическое обозначение		PPS	PPS	PPS	PPS	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK
Наполнители			стеклово- локно	стеклово- локно	углеволо- гно, PTFE, графит				стеклово- локно	углеволо- гно	углеволо- гно, PTFE, графит
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см ³]	1.36	1.63	1.63	1.5	1.31	1.31	1.36	1.53	1.38	1.44
Механические свойства											
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	4,100	6,500	6,500	4,600	4,200	4,100	4,200	6,400	6,800	5,500
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	102	83	83	53	116	100	108	105	122	84
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	100	83	83	53	116	100	108	105	122	84
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	4	3	3	2	5	3	4	3	7	3
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	4	3	3	2	15	3	6	3	7	3
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	4,000	6,600	6,600	4,800	4,200	4,100	4,500	6,600	6,800	6,000
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	151	145	145	91	175	171	177	164	193	142
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	3,300	4,600	4,600	3,300	3,400	3,300	3,500	4,800	5,000	4,000
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	20 / 38	21 / 41	21 / 41	19 / 36	23 / 43	22 / 41	22 / 40	29 / 52	25 / 47	23 / 44
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м ²]	29	24	24	14	n.b.	75	50	33	62	28
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м ²]					4					
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]				238	253	253	244	316	355	250
Температурные свойства											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	97	93	93	94	150	151	151	147	147	146
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	281	280	280	281	341	341	341	341	341	341
Кратковременная рабочая температура	[°C]	260	260	260	260	300	300	300	300	300	300
Постоянная рабочая температура	[°C]	230	230	230	230	260	260	260	260	260	260
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	6	4	4	5	5	5	5	4	4	3
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	7	5	5	6	5	5	5	4	4	3
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]	1.0	1.0	0.9	0.9	1.1	1.1	1.1	1.0	1.2	1.1
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]	0.25	0.35	0.33	0.58	0.27	0.30	0.27	0.35	0.66	0.82
Электрические свойства											
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹²	10 ⁸	10 ¹⁴	10 ¹²	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ⁸	10 ⁸
Прочие данные											
Водопоглощение 24 ч / 96 ч (23 °C) (DIN EN ISO 62)	[%]	<0.01 / 0.01	<0.01 / 0.01	<0.01 / 0.01	<0.01 / 0.01	0.02 / 0.03	0.02 / 0.03	0.02 / 0.03	0.02 / 0.03	0.02 / 0.03	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

Указанные данные - это не минимальные или не максимальные значения, а контрольные цифры, которые могут использоваться прежде всего для сравнения тех или иных свойств пластиков 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.

Если не указано иное, эти значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-60 мм согласно DIN EN 15860) , полученных экструдированием, литьем, компрессионным формованием с последующей мехобработкой. Свойства материалов зависят от размеров изделия и 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.ensinger-online.com. Технические изменения защищены.

Основные показатели материалов

Наименование		TECAPEEK ELS nano	TECAPEEK TF10 blue	TECAPEEK ID	TECAPEEK MT	TECAPEEK MT black	TECAPEEK MT blue	TECAPEEK MT green	TECAPEEK MT yellow	TECAPEEK MT bright red	TECAPEEK MT ivory
Химическое обозначение		PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK
Наполнители		CNT	PTFE								
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см ³]	1.36	1.38	1.49	1.31	1.31	1.34	1.32	1.38	1.36	1.42
Механические свойства											
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	4,800	3,400	4,600	4,200	4,200	4,300	4,100	4,400	4,200	4,400
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	106	95	111	116	114	113	116	113	108	114
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	106	95	111	116	114	113	116	113	108	114
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	4	8	6	15	13	11	17	10	6	12
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	4,700	3,900	3,700	4,200	4,100	4,300	4,200	4,300	4,500	4,400
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	178	149	166	175	171	173	172	169	177	171
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	3,600	3,000	4,800	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,500	3,400
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	27 / 47	22 / 39	25 / 46	23 / 43	23 / 44	17 / 35	17 / 35	17 / 35	22 / 40	24 / 44
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м ²]	58	48	72	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	50	n.b.
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м ²]				4	5	7	4	5		4
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	253	220	260	253	243	248	250	257	244	250
Температурные свойства											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	147	157	150	150	151	151	151	151	151	150
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	341	340	341	342	341	341	341	341	341	340
Кратковременная рабочая температура	[°C]	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Постоянная рабочая температура	[°C]	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]	1.1		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]	0.46		0.27	0.27	0.3	0.28	0.28	0.28	0.27	
Электрические свойства											
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]	10 ⁴		10 ¹³	10 ¹⁴	10 ¹²	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴
Прочие данные											
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 / 0.03
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

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)
n.b. без повреждений
n.a. не определено

(a) Температура стеклования тестировалась 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

Наименование		TECAPEEK CF30 MT	TECAPEEK CLASSIX white	TECAPEEK TS	TECAPEEK CMF	TECAPEEK CMF grey	TECAPEEK HT black	TECAPEEK ST black	TECATEC PEEK CW50	TECATEC PEKK CW60	TECATOR 5013
Химическое обозначение		PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEK	PEKEKK	PEEK	PEKK	PAI
Наполнители		углеволо- но		минераль- ное волокно	керамика	керамика					
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см ³]	1.42	1.4	1.49	1.65	1.65	1.31	1.32	1.49	1.61	1.4
Механические свойства											
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	6,000	4,700	5,700	5,500	5,500	4,600	4,600	53,200	54,300	3,800
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	115	117	110	105	105	120	134	491	585	151
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	115	117	110	102	102	120	134			151
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	5	5	4	3	4	4	5			
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	5	11	4	4	5	5	13			21
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	6,000	4,400	5,900	5,500	5,500	4,600	4,600	48,900	50,900	3,900
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	188	177	175	170	170	192	193	813	960	
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	4,500	3,500	4,300	4,300	4,300	3,500	3,500	4,050	5,100	
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	23 / 44	25 / 45	17 / 34	25 / 46	25 / 46	25 / 45	24 / 42		51 / 509	
Ударная вязкость (Шарли) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м ²]	58	n.b.	n.b.	65	35	n.b.	n.b.			
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарли)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м ²]		5	7			4	4			13.2
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	318	263	290	286	286	282	275			240
Температурные свойства											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	146	150	151	151	151	160	165	143	165	280
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	341	341	339	339	339	375	384	343	380	n.a.
Кратковременная рабочая температура	[°C]	300	300	300	300	300	300	300			270
Постоянная рабочая температура	[°C]	260	260	260	260	260	260	260	260	260	250
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	5	5	4	5	5	5	5			
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	5	5	4	5	5	5	5			
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]	1.7	1.0		1.0	1.0					
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]	0.59	0.30		0.38	0.38					0.29 (c)
Электрические свойства											
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]	10 ⁸	10 ¹⁴	10 ¹³	10 ¹⁴	10 ¹³	10 ⁹	10 ⁹			10 ¹⁸ (d)
Прочие данные											
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 / 0.04	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

Указанные данные - это не минимальные или не максимальные значения, а контрольные цифры, которые могут использоваться прежде всего для сравнения тех или иных свойств пластиков 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.

Если не указано иное, эти значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-60 мм согласно DIN EN 15860) , полученных экструдированием, литьем, компрессионным формованием с последующей мехобработкой. Свойства материалов зависят от размеров изделия и 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.ensinger-online.com. Технические изменения защищены.

Основные показатели материалов

Наименование		TECATOR 5031 PVX	TECASINT 1011	TECASINT 1021	TECASINT 1031	TECASINT 1041	TECASINT 1061	TECASINT 1101	TECASINT 1611	TECASINT 2011	TECASINT 2021
Химическое обозначение		PAI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
Наполнители		графит, PTFE		15% графит	40% графит	30% Дисульфид Молибдена	15% графит, 10% PTFE		30% PTFE		15% графит
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см³]	1.46	1.34	1.42	1.57	1.67	1.48	1.34	1.51	1.38	1.45
Механические свойства											
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	5,900	4,000	4,000		4,340		4,000		3,700	4,400
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	135	116	97	65	82	77	153	82	118	101
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	135									
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]										
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	7	9.0	2.8	2.2	2.8	2.9	7.4	4.1	4.5	3.7
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	6,200	3,448	4,000		4,330		4,000		3,600	4,300
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]		210	150	88	126	120	209	122	177	145
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа]		4,000	1,880				4,000		1,713	1,900
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]		556	210	180	204	227	400	211	486	300
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м²]	87	75.8	35.1	16.5	29.6	25.8	67.6	–	87.9	20.6
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м²]	5.6	3.3	4.8	3.6	2.8	3.9	–	–	9.3	1.6
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	228									
Температурные свойства											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	280	368 (a)	330 (a)	330 (a)	330 (a)	330 (a)	330 (a)	330 (a)	370 (a)	370 (a)
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]	n.a.									
Кратковременная рабочая температура	[°C]	270									
Постоянная рабочая температура	[°C]	250	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]										
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]										
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]		1.04	1.13				1.04		0.925	
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]	0.60 (c)	0.22 (b)	0.53 (b)				0.22 (b)		0.22 (b)	
Электрические свойства											
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]	10 ¹⁷ (d)	10 ¹⁶	10 ⁷	10 ⁹			10 ¹⁵	10 ¹⁶	10 ¹⁵	
Прочие данные											
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	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)
n.b. без повреждений
n.a. не определено

(a) Температура стеклования тестировалась 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

Наименование	TECASINT 2031	TECASINT 2391	TECASINT 4011	TECASINT 4021	TECASINT 4111	TECASINT 4121	TECASINT 5051	TECASINT 5201 SD	TECASINT 8001
Химическое обозначение	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PAI	PAI	PTFE
Наполнители	40% графит	15% Дисульфид Молибдена		15% графит		15% графит	30% стекловолокно	углеволокно, стекловолокно	20% полиимид
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г / см ³] 1.59	1.54	1.41	1.49	1.46	1.53	1.57	1.54	1.88
Механические свойства									
Модуль эластичности (растяжение) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа] 6,300	4,400	4,000	4,943	7,000	6,600	5,800	4,500	
Прочность при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа] 65	95	130	93	100	34	94	85	15
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)	[%] 2.1	2.9	4.5	3	1.7	0.5	3.4	4.0	200
Модуль эластичности (изгиб) (DIN EN ISO 178)	[МПа] 5,200	4,136	4,300	4,930	6,100	6,100	6,625	4,200	
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа] 87.5	137	180	131	160	113	163	135	
Модуль сжатия (EN ISO 604)	[МПа] 2,027	2,200	2,100	2,067	2,500	2,200	2,590		
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа] 131	253	40	208	250	200	260	240	
Ударная вязкость (Шарпи) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж / м ²] 14.2		87	24.4	24	11	27.3	17.8	
Ударная вязкость образца с надрезом (Шарпи)(DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж / м ²] 3.3		9.6	4.8	1.1	1.4	5.1	2.8	
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]								
Температурные свойства									
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C] 370 (a)	370 (a)	260 (a)	260 (a)	n.a. (a)	n.a. (a)	340 (a)	340 (a)	20 (a)
Точка плавления (DIN 53765)	[°C]								
Кратковременная рабочая температура	[°C]								
Постоянная рабочая температура	[°C] –	–					300	300	250
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]								
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100°C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]								
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[J / (g*K)]		1.04						1
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт / (м*K)]		0.4 (b)		0.35 (b)				0.25 (b)
Электрические свойства									
Поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ω]		10 ¹⁶ (d)		10 ¹⁶ (d)		10 ¹⁴	10 ¹¹	
Прочие данные									
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

Указанные данные - это не минимальные или не максимальные значения, а контрольные цифры, которые могут использоваться прежде всего для сравнения тех или иных свойств пластиков 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.

Если не указано иное, эти значения были получены на стандартных образцах (обычно шайба диаметром 40-60 мм согласно DIN EN 15860), полученных экструдированием, литьем, компрессионным формованием с последующей мехобработкой. Свойства материалов зависят от размеров изделия и 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.ensinger-online.com. Технические изменения защищены.

Ограничение ответственности

Наша информация и заявления не являются обещаниями или гарантией, будь то выражение или предположение. Все данные основаны на сегодняшнем состоянии наших знаний и предназначены для информирования о продуктах Ensinger и возможностях их использования. Любая представленная здесь информация не является юридической гарантией или гарантией химической стойкости, технических свойств продуктов.

Пригодность продукции для конечного использования зависит от различных факторов, таких как выбор материала, дополнений к материалу, конструкций фасонных частей и инструментов, обработки или условий окружающей среды. Если не указано другое, то показатели испытаний получены путем лабораторных тестов при стандартных условиях окружающей среды. Представленная информация не образует достаточную основу для разработки и утверждения детали или инструмента. В любом случае необходимо индивидуальное тестирование. Решение о пригодности того или иного материала, детали, инструмента или процедуры для конкретной цели, а также ответственность за результаты этого решения лежат на клиенте. Пригодность для определённой цели или использования обеспечены и гарантированы на юридическом основании, если производитель был проинформирован в письменной форме о конкретных целях и условиях применения и подтвердил в письменной форме, что продукт подходит для этой цели и этих условий, путем направления официального уведомления.

Свойства продукции Ensinger соответствуют действующим законодательным положениям Германии на момент передачи товаров поскольку эти законодательные нормы содержат положения относительно природы этих продуктов. Заказчик должен четко указать в письменной форме, что он намерен экспортировать продукцию Ensinger после обработки и установки, если это применимо, только тогда Ensinger может подтвердить в письменной форме пригодность для экспорта этих материалов, а также обеспечить соблюдение требований экспортного законодательства Европейского Союза, его членов и других государств, которые подписали соглашение о Европейской Эконо-

мической Зоне (Норвегия, Исландия, Лихтенштейн и др.), Швейцарии и США. Производитель не обязан предпринимать какие-либо действия в соответствии с требованиями законодательства других государств.

Производитель ответственен за обеспечение того, что его продукты являются свободными от любых прав или притязаний третьих лиц, основанных на коммерческих или иных объектах интеллектуальной собственности (патенты, запатентованные конструкции, зарегистрированные промышленные образцы, авторские права и другие права). Это обязательство применяется для Германии и относится также к другим государствам - членам Европейского Союза и другим государствам, являющимся участниками соглашения о Европейской Экономической Зоне, а также Швейцарии и США. Если клиент чётко указывает производителю в письменной форме, что он намерен экспортировать эту продукцию после обработки и установки, и если это применимо, Ensinger чётко подтвердит в письменной форме, что продукция может быть экспортирована. Ensinger не несет никакой ответственности за другие государства помимо тех, которые перечислены выше.

Производитель оставляет за собой право вносить изменения в дизайн, форму, оттенки цветов, а также изменения объемов поставок или ассортимента производства, если изменения или отклонения приемлемы, учитывая интересы производителя и клиента.

Продукты Ensinger не предназначены для использования в медицинских и стоматологических имплантатах.

PEEK-CLASSIX™ und Invibio® sind eingetragene Warenzeichen von Invibio Ltd.

PEEK® ist ein eingetragenes Warenzeichen von Victrex plc.

Ensinger®, TECA®, TECADUR®, TECAFLON®, TECAFORM®, TECAM®, TECAMID®, TECANAT®, TECANYL®, TECAPEEK®, TECAPET®, TECAPRO®, TECASINT®, TECASON®, TECAST®, TECATRON® sind eingetragene Warenzeichen der Ensinger GmbH.

TECATOR® ist ein eingetragenes Warenzeichen von Ensinger Inc.

Ensinger: Facts and figures

Головное предприятие
Нуфринген, Германия

Численность сотрудников
прибл. 2000

Год основания
1966

**Производственные компании в
Германии**
3

**Производственные компании и
филиалы по всему миру**
27

Директора
Klaus Ensinger, Dr. Roland Reber

Продукция

- Компаунды
- Заготовки
(экструзия, литье, спекание)
- Профили
- Готовые детали
(механическая обработка,
литье под давлением)
- Литье под заказ
(прямое формование, литье
полиамида)

Применение

- → Машиностроение и
производство оборудования
- → Строительные технологии
- → Автомобилестроение
- → Медицинские технологии
- → Аэрокосмонавтика
- → Нефтяная и газовая
промышленность
- → Электротехника и полупро-
водниковые технологии
- Множество других сфер
применения

Ensinger Germany

Ensinger GmbH
Rudolf-Diesel-Straße 8
71154 Nufringen
Tel. +49 7032 819 0
Fax +49 7032 819 100
www.ensinger-online.com

Ensinger GmbH
Mercedesstraße 21
72108 Rottenburg a. N.
Tel. +49 7457 9467 100
Fax +49 7457 9467 122
www.ensinger-online.com

Ensinger GmbH
Wilfried-Ensinger-Straße 1
93413 Cham
Tel. +49 9971 396 0
Fax +49 9971 396 570
www.ensinger-online.com

Ensinger GmbH
Borsigstraße 7
59609 Anröchte
Tel. +49 2947 9722 0
Fax +49 2947 9722 77
www.ensinger-online.com

Ensinger GmbH
Mooswiesen 13
88214 Ravensburg
Tel. +49 751 35452 0
Fax +49 751 35452 22
www.thermix.de

Ensinger worldwide

Austria
Ensinger Sintimid GmbH
Werkstraße 3
4860 Lenzing
Tel. +43 7672 7012800
Fax +43 7672 96865
www.ensinger-sintimid.at

Brazil
Ensinger Indústria de
Plásticos Técnicos Ltda.
Av. São Borja 3185
93.032-000 São Leopoldo-RS
Tel. +55 51 35798800
Fax +55 51 35882804
www.ensinger.com.br

China
Ensinger (China) Co., Ltd.
1F, Building A3
No. 1528 Gumei Road
Shanghai 200233
P.R.China
Tel. +86 21 52285111
Fax +86 21 52285222
www.ensinger-china.com

Czech Republic
Ensinger s.r.o.
Průmyslová 991
P.O. Box 15
33441 Dobřany
Tel. +420 37 7972056
Fax +420 37 7972059
www.ensinger.cz

Denmark
Ensinger Danmark Ltd.
Rugvænget 6B
4100 Ringsted
Tel. +45 7810 4410
Fax +45 7810 4420
www.ensinger.dk

France
Ensinger France S.A.R.L.
ZAC les Batterses
ZI Nord
01700 Beynost
Tel. +33 4 78554574
Fax +33 4 78556841
www.ensinger.fr

Italy
Ensinger Italia S.r.l.
Via Franco Tosi 1/3
20020 Olcella di Busto
Garolfo
Tel. +39 0331 568348
Fax +39 0331 567822
www.ensinger.it

Japan
Ensinger Japan Co., Ltd.
3-5-1, Rinkaicho,
Edogawa-ku, Tokyo
134-0086, Japan
Tel. +81 3 5878 1903
Fax +81 3 5878 1904
www.ensinger.jp

Poland
Ensinger Polska Sp. z o.o.
ul. Geodetów 2
64-100 Leszno
Tel. +48 65 5295810
Fax +48 65 5295811
www.ensinger.pl

Singapur
Ensinger International GmbH
(Singapore Branch)
63 Hillview Avenue # 04-07
Lam Soon Industrial Building
Singapore 669569
Tel. +65 65524177
Fax +65 65525177
info@ensinger.com.sg

Spain
Ensinger S.A.
Girona, 21-27
08120 La Llagosta
Barcelona
Tel. +34 93 5745726
Fax +34 93 5742730
www.ensinger.es

Sweden
Ensinger Sweden AB
Stenvretsgatan 5
SE-749 40 Enköping
Tel. +46 171 477 050
Fax +46 171 440 418
www.ensinger.se

United Kingdom
Ensinger Limited
Wilfried Way
Tonyrefail
Mid Glamorgan CF39 8JQ
Tel. +44 1443 678400
Fax +44 1443 675777
www.ensinger.co.uk

USA
Ensinger Inc.
365 Meadowlands Boulevard
Washington, PA 15301
Tel. +1 724 746 6050
Fax +1 724 746 9209
www.ensinger-inc.com

Инженерные и высокоэффективные термопласты
Ensinger сегодня используются во многих важных отраслях
промышленности. Их экономичность и производительность
- достоинства которые часто вытесняют привычные нам
классические материалы.

