



Полимерные заготовки

Пластики для аэрокосмических технологий

Содержание



- 4 Пластики в применении
- 6 Ассортимент продукции
- 7 Специальные материалы
- 8 Примеры использования
- 10 Механические характеристики
- 12 Температурные характеристики
- 14 Электрические характеристики
- 15 Стойкость к радиации
- 16 Воспламеняемость
- 17 Химическая стойкость
- 18 Влияние обработки на итоговые показатели
- 19 Часто задаваемые вопросы
- 20 Управление качеством
- 22 Основные показатели материалов

Ensinger®, TECA®, TECADUR®, TECAFLON®, TECAFORM®, TECAM®, TECAMID®, TECANAT®, TECANYL®, TECAPEEK®, TECAPET®, TECAPRO®, TECASINT®, TECASON®, TECAST®, TECATRON® являются зарегистрированными торговыми марками Ensinger GmbH. TECATOR® является зарегистрированной торговой маркой Ensinger Inc. VICTREX® является зарегистрированной торговой маркой Victrex Manufacturing Ltd. TECAPEEK изготавливается совместно с VICTREX® PEEK Polymer.



Технические пластики вносят существенный вклад в повышение эффективности и конкурентоспособности во многих областях промышленности. В аэрокосмических технологиях предъявляются высокие требования к материалам. Здесь преимущество высокоэффективных пластиков - низкий вес и огнестойкость.

Краткий обзор преимуществ

- Экономия в весе до 60 % по сравнению с алюминием приводит к снижению энергозатрат
- Пластики лучше подвергаются обработке, чем другие материалы
- Более высокая свобода в проектировании деталей приводит к уменьшению стоимости производства и монтажа
- Хорошая химическая стойкость
- Огнестойкость: высокоэффективные пластики соответствуют требованиям UL 94 - V0 и стандартам по пожаробезопасности в соответствии с FAR 25.853
- Поведение при воздействии пламени в части: плотности дымовых газов, токсичности дымовых газов, выделения тепла
- Высокая удельная прочность материалов, армированных волокнами (модифицированных)
- Отличные свойства скольжения в сочетании с превосходными показателями сухого хода и отсутствием необходимости в обслуживании
- Низкое выделение газов в вакууме
- Хорошая стойкость к излучениям

Характеристики полимерных заготовок соответствуют требованиям, предъявляемым к материалам, предназначенным к эксплуатации в аэрокосмической отрасли. Здесь первостепенное значение - безопасность и снижение энергопотребления.

Качество Ensinger в аэрокосмической технике

По просьбе наших клиентов мы проверяем и квалифицируем огромное количество наших материалов в соответствии с поставленными требованиями. Мы имеем возможность проводить дополнительные испытания материалов по запросу заказчика.

Благодаря специальным требованиям в аэрокосмической промышленности Ensinger берет на себя ответственность за: входной контроль получаемого сырья, спецификации сырья, спецификации по составу продукта (в отдельных случаях), контроль готовой продукции, выдачу актов проверки и многое другое.

В дополнение к этому Ensinger может предложить полный пакет документации и прослеживаемость для всех материалов и процессов производства. Каждый этап производства (компаундирование, экструзия полимерных заготовок, производство готовых деталей путем литья под давлением и механической обработки) подвергается жесткому контролю и документированию.

Ensinger строго следует международным стандартам, постоянно реализует и закрепляет их, в том числе Ensinger сертифицирован в соответствии с ISO 9001:2008 (система контроля за качеством).



Применение пластиков

Конструкционные и высокоэффективные полимеры, применяемые в авиационно-космической технике, должны соответствовать чрезвычайно жестким требованиям.

Работая в тесном сотрудничестве с предприятиями авиационной промышленности, специалисты Ensinger разработали целый ряд оптимальных решений.

Авиационные детали

Планера самолета, обтекатели, крылья, нос, фюзеляж состоят из множества деталей. Используемые для этого материалы должны иметь хорошие температурные и механические свойства, а также хорошую стойкость к старению.



Материалы и детали

Пластики, используемые для изготовления фиксаторов, шариковых подшипников, уплотнителей и подшипников скольжения, обладают отличными механическими характеристиками.



Оборудование и системы

Материалы, применяемые для изготовления элементов двигателей, блоков управления и шасси, обладают хорошими электрическими и температурными свойствами, а также контролируемой огнестойкостью, низкой токсичностью дыма, хорошими показателями скольжения и высокой химической стойкостью.



Интерьер салона

Пластики применяются в системах освещения, в креслах, в «бортовых кухнях» и системах охлаждения, в системах снабжения кислородом, питьевой водой и удаления отходов, а также в погрузочных устройствах. В таких случаях применяются полимеры, к которым предъявляются дополнительные требования, к примеру, такие как FDA, стойкость к грибкам и специальные разрешения для контакта с питьевой водой.

Системы движения

Помимо всего прочего материалы должны иметь хорошую термостойкость и отличные свойства скольжения при использовании в машинах, компонентах или корпусах.



	TECAFORM AH natural (POM-C)	TECAFORM AD natural (POM-H)	TECAMID 66 natural (PA 66)	TECAFLOX PTFE natural (PTFE)	TECATRON GF40 natural (PPS)	TECAPEEK PVX black (PEEK)	TECAPEEK GF30 natural (PEEK)	TECAPEEK natural (PEEK)	TECATOR natural (PAI)	TECASINT (PI)	
Авиация	Конструкции самолета										
	Обтекатели дверей			•							
	Детали фюзеляжа и хвоста самолета										
	Крылья:										
	Закрылки, предкрылки, ящики, панели		•	•					•		
	Корпус:										
	Детали дверей, электрика, кабельная проводка	•				•	•	•	•		
	Детали										
	Крепеж	•	•	•					•		
	Подшипники						•		•		•
	Уплотнители	•	•	•	•				•		•
	Втулки						•		•		•
	Системы заправки и детали топливных систем	•	•		•	•	•	•	•		•
	Оборудование, системы и поддержка										
	Системы управления и контроля:										
Управление вентиляцией и температурными режимами управления двигателем, электрические системы посадки датчики, электронные пускорегулирующие устройства, управление освещением, борьбы с обледенением и системы управления полетом, системы контроля откр./закрытия дверей.	•	•	•	•		•		•		•	
Шасси:											
Главная и передняя стойки шасси, рулевое управление, система уборки/выпуска шасси, система укорачивания стоек шасси, колеса и тормоза.	•	•	•	•				•			
Интерьер салона											
Кресла, освещение салона, кухня, система охлаждения, кислородные системы, системы питьевой воды, системы вакуумного удаления отходов, погрузочное оборудование	•	•	•					•			
Компоненты двигателей											
Двигатели и компоненты:											
Системы пропеллеров и турбин	•	•	•	•					•	•	
Втулки подшипников для направляющих лопаток										•	
Обтекатели								•	•	•	
Космос	Спутники										
	Покрытие антенн (обтекатели)	•	•	•	•				•	•	•
	Втулки подшипников, элементы скольжения										
	Изоляционные элементы										
	Уплотнительные кольца								•	•	•
	Покрытие радаров										•
	Крутящие элементы цилиндров				•	•			•		
Фиксирующие детали				•	•			•			

Коротко о главном

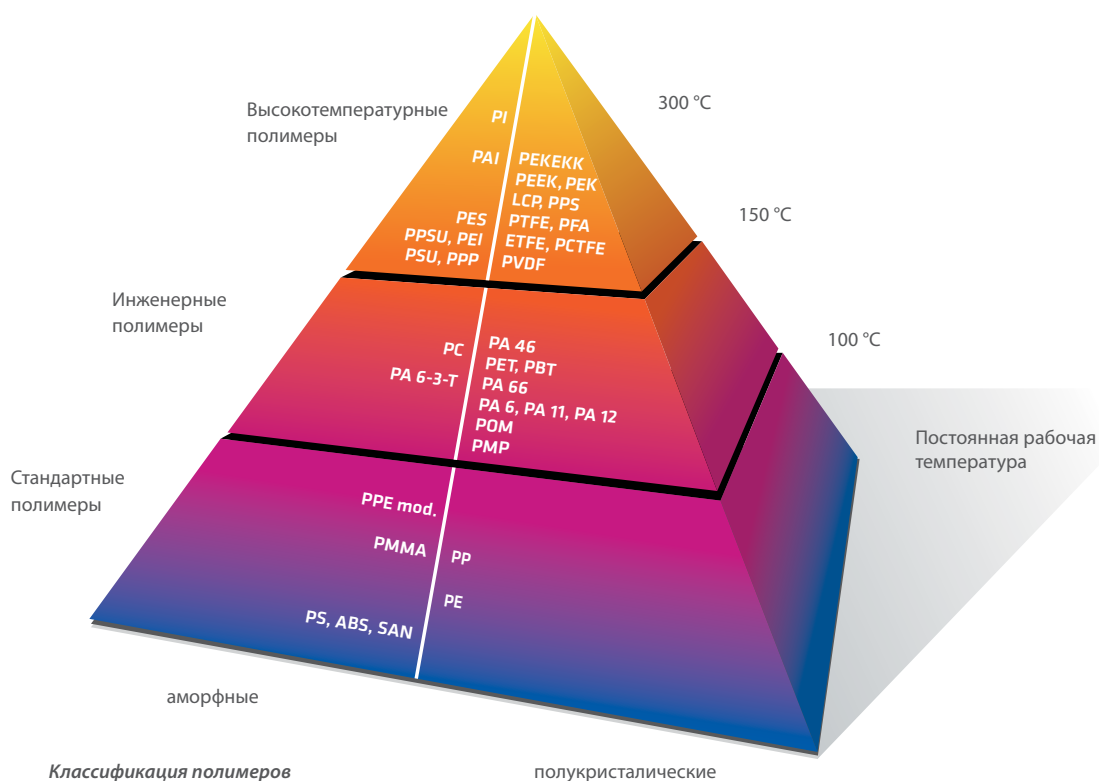
Благодаря своим выдающимся свойствам технические пластики предоставляют широкий спектр возможностей применения для аэрокосмической промышленности.

Ассортимент продукции

Основные материалы для широкого спектра применений

На протяжении последних лет потребление технических пластиков увеличивается с поразительной скоростью. Мы предлагаем широкий спектр инженерных и высокотехнологичных материалов из стандартного ассортимента поставки для применения в аэрокосмической промышленности:

- TECAFINE (PE)
- TECAFORM (POM)
- TECAPET (PET)
- TECAMID (PA 6/66, PA 11/12)
- TECAST (PA 6 C)
- TECANAT (PC)
- TECAFLON (PTFE, PVDF)
- TECASON (PSU, PPSU)
- TECAPEEK (PEEK)
- TECATRON (PPS)
- TECATOR (PAI)
- TECASINT (PI)



Специальные материалы для аэрокосмических технологий

TECASINT 4121 / TECASINT 2021 (PI)

- Низкое трение и высокая стойкость к износу
- Температура стабильности формы (HDT) до +470°C

TECASINT 4111 (PI)

- Высокая жесткость, модуль 6.700 МПа
- Температура стабильности формы HDT/A = 470°C
- Низкое газовыделение в вакууме

TECASINT 2391 (PI)

- Модифицирован MoS₂
- Наилучшие показатели скольжения в вакууме
- Низкая газовыделение в вакууме

TECASINT 2011 natural (PI)

- Максимальная прочность и относительное удлинение
- Оптимальные электроизоляционные характеристики
- Самый высокий модуль упругости и минимальная теплопроводность

TECAPEEK natural (PEEK)

- Постоянная рабочая температура 260°C
- Отличные механические характеристики

TECAPEEK CF30 black (PEEK CF)

- Очень высокий показатель прочности благодаря армированию углеродом
- Стойкий к абразивному износу

TECAPEEK GF30 natural (PEEK GF)

- Усиленный стекловолокном
- Улучшенная прочность
- Очень стоек к истиранию

TECAPEEK ELS nano (PEEK CNT)

- Электропроводный
- Выдающаяся химическая стойкость
- Хорошо поддается механической обработке

TECATRON GF40 natural (PPS GF)

- Чрезвычайно высокая прочность благодаря армированию стекловолокном
- Очень хорошая химстойкость

TECASON P natural (PPSU)

- Высокая термостабильность и стабильность размеров
- Высокопрочный

TECAPEI natural (PEI)

- Длительный срок службы при температуре 170°C
- Стойкий к излучениям высокой энергии

TECAFLON PTFE natural (PTFE)

- Исключительная химическая стойкость
- Очень низкий коэффициент трения
- Идеально подходит для мягких сопряженных поверхностей

TECAMID 66 natural (PA 66)

- Легко клеится и сваривается
- Электроизоляционный, хорошо поддается механической обработке

TECAMID 66 MO black (PA 66 MoS₂)

- Хорошая стойкость к УФ - излучению
- Низкий уровень износа

TECAMID 66 GF35 natural (PA 66 GF)

- Укреплен стекловолокном
- Высокая прочность

TECAFORM AH natural (POM-C)

- Хорошая химическая стойкость
- Высокая ударная вязкость

TECAFORM AH ELS (POM-C, проводящий углерод)

- Электропроводящий

TECAFORM AHSD (POM-C, антистатическая добавка)

- Рассеивает статическое электричество
- Активен по своей природе. Постоянно не загрязняет антистатическую

TECAFORM AD natural (POM-H)

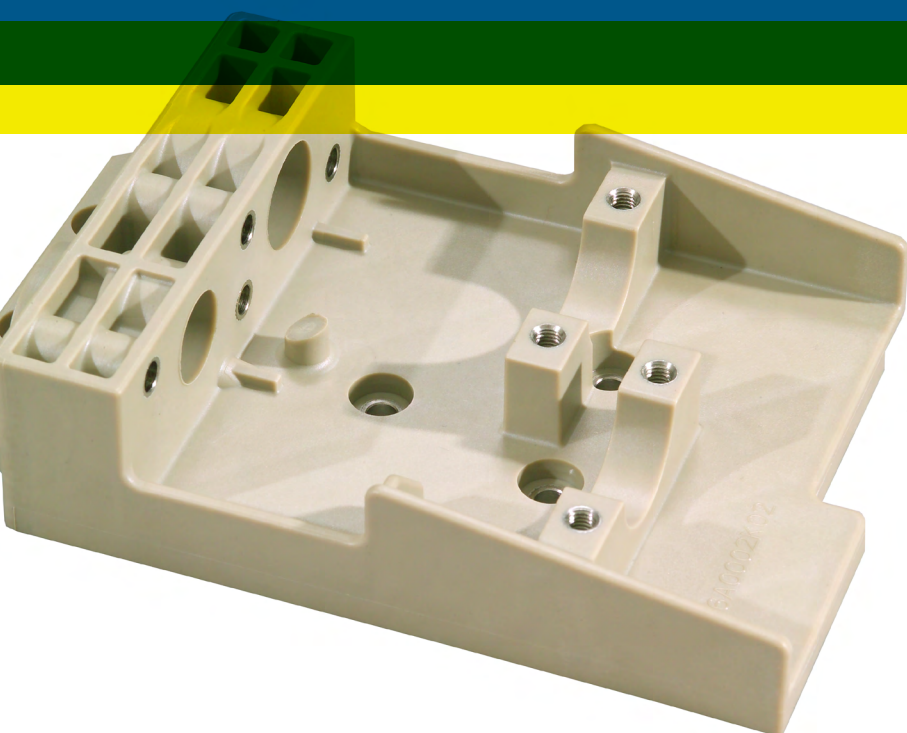
- Высокая механическая прочность
- Очень хорошо поддается мехобработке

TECAFORM AD AF (POM-H TF)

- Очень низкий коэффициент трения
- Низкое водопоглощение

Примеры применений

Катушка провода для солнечной панели
TECASINT 2391 black (PI)
Низкое выделение газа в соответствии со стандартом ESA
Высокая жесткость и низкий вес



Блок сенсорной панели
(компонент авиационной системы кондиционирования воздуха)
TECAPEEK GF30 natural
(PEEK GF)
Высокая термостойкость
Стабильность размеров



Двойной шкив
(часть багажно-лоточного подъемника)
TECAPEI GF30 natural mod.
(PEI GF)
Высокая термостойкость
Огнестойкий
Высокая твердость и прочность



Выходной шкив
(часть багажно-лоточного подъемника)
TECAPEI GF30 natural mod.
(PEI GF)
Высокая термостойкость
Огнестойкий
Высокая твердость и прочность



Демпфирующая трубка
(используется в посадочных блоках)
TECAFORM AH white
(POM-C)
Стабильность размеров
Стойкость к смазочным веществам

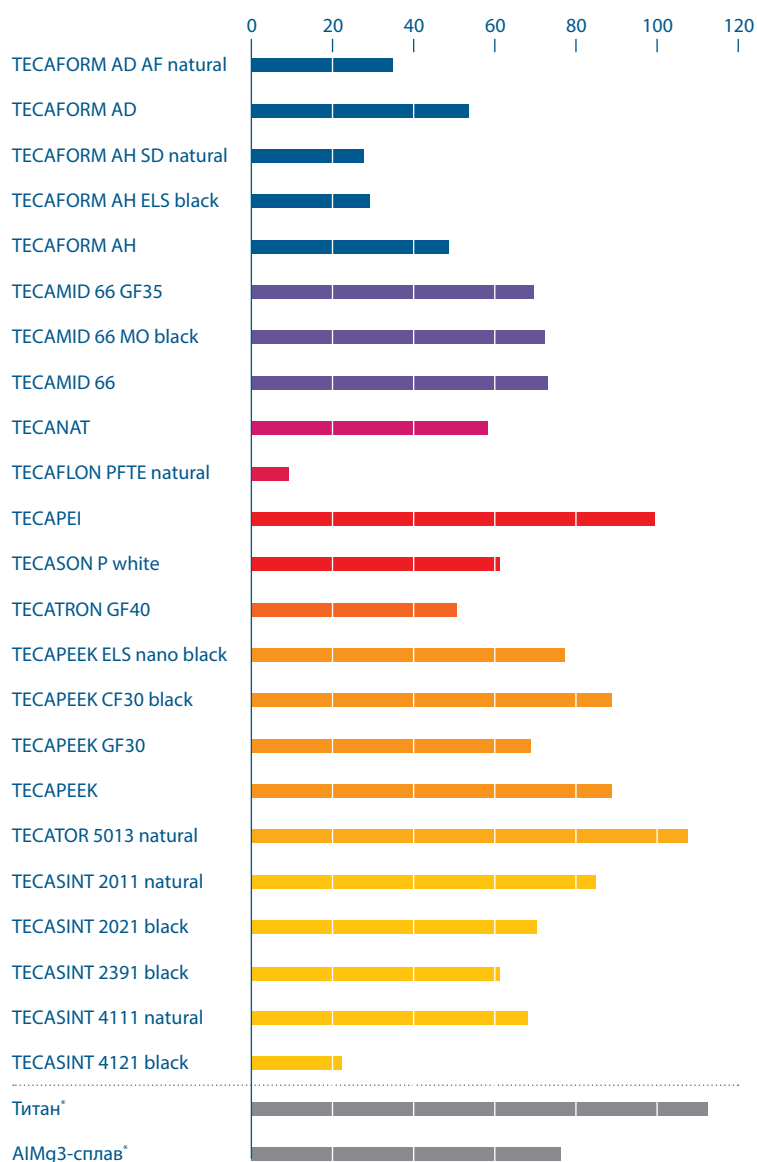
Механические характеристики

Постоянное улучшение качества деталей и экономия топлива являются жизненно необходимыми в аэрокосмической промышленности. Вот почему здесь ключевыми факторами являются снижение веса и оптимизация механических характеристик деталей самолетов.

При выборе материалов ключевым показателем является удельная прочность. Она определяется как предел прочности при разрыве материала по отношению к его плотности (отношение прочности к удельному весу).

Для того чтобы оценить потенциал термопластов или композитных материалов, этот показатель часто используется в качестве основы для сравнения с другими материалами с низким весом и высокой прочностью. В аэрокосмической промышленности такими материалами обычно являются титан или алюминий.

Удельная прочность [МПа/(г/см³)]



*Источник: Справочник машиностроения и металлообработки

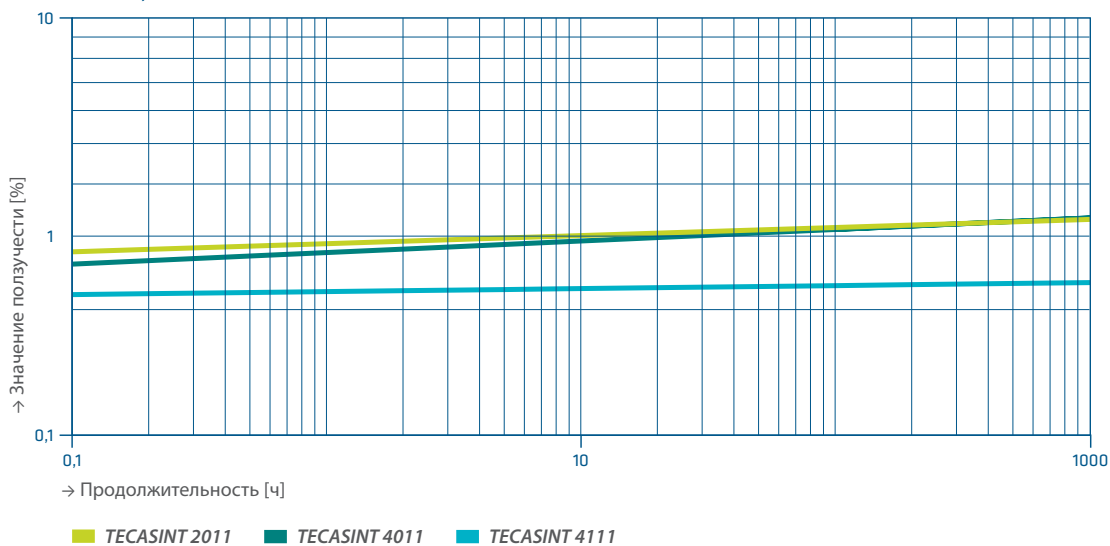
Сопротивление ползучести

Сопротивление ползучести - показатель, демонстрирующий увеличение деформации, под воздействием температуры, времени и постоянной нагрузки. TECASINT - не плавкий материал, который не размягчается даже под воздействием высоких температур и обладает очень низкой тенденцией к ползучести под нагрузкой.

Диаграммы, приведенные ниже, показывают модуль ползучести и деформацию ползучести в зависимости от времени и температуры при нагрузке в 17 МПа.

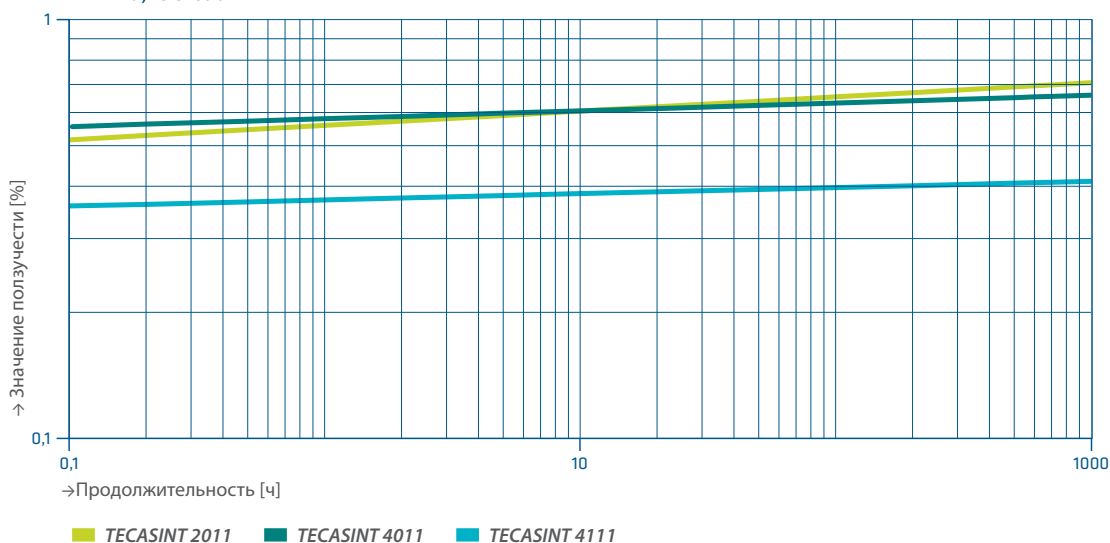
Сопротивление ползучести TECASINT при 250 °C

17 МПа, ISO 899-1



Сопротивление ползучести TECASINT при 150 °C

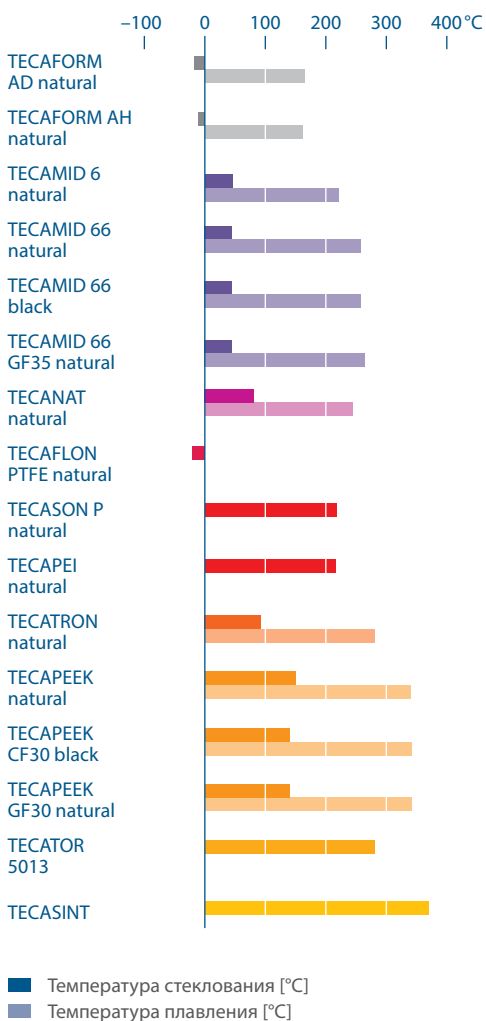
17 МПа, ISO 899-1



Температурные характеристики

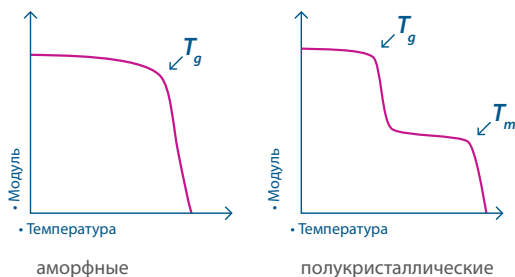
Температура стеклования [°C]

Температура плавления [°C]



Температура стеклования

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



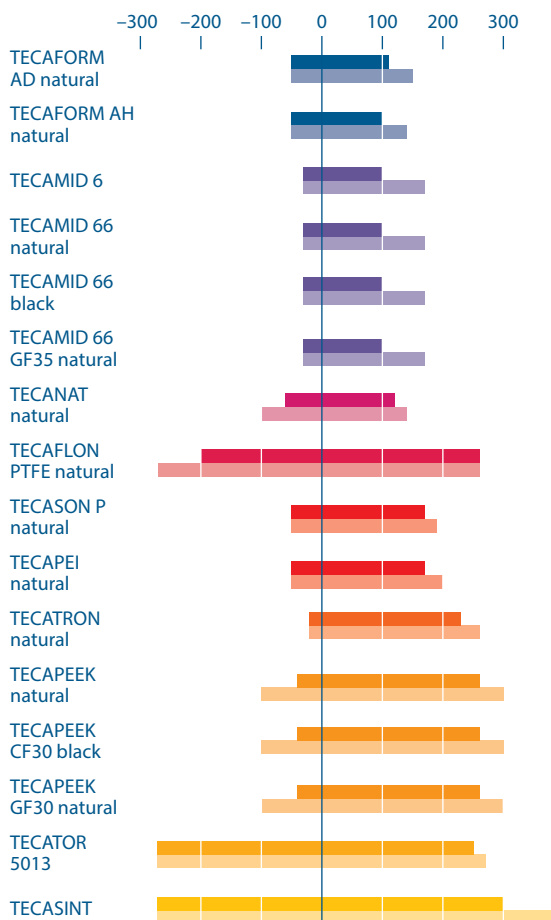
Аморфные материалы могут быть подвержены существенному изменению свойств при превышении T_g , так как их механическая прочность резко снижается после достижения этой точки.

Полукристаллические материалы напротив, после достижения T_g все еще продолжают демонстрировать определенную механическую прочность в связи с наличием у них кристаллических областей в структуре. Поэтому полукристаллические материалы хорошо подходят для деталей, подвергающихся механическим нагрузкам, давлению.

Температура плавления

Температура плавления (T_m) - это температура, при которой материал начинает плавиться, т.е. переходит из твердого в жидкое агрегатное состояние и теряет свою кристаллическую структуру.

Рабочая температура [°C]



Отрицательные температуры ← → Рабочие температуры
 постоянно постоянно
 кратковременно кратковременно

Постоянная рабочая температура

Постоянная рабочая температура определяется, как максимальная температура при которой пластик теряет не более 50% от своих первоначальных свойств после 20.000 часов нахождения в горячем воздухе (в соответствии с IEC 216).

Максимальная рабочая температура зависит от следующих факторов:

- Длительность воздействия температуры
- Максимально допустимая деформация
- Ухудшение показателей прочности из-за термического окисления
- Условий окружающей среды

Отрицательная рабочая температура

Рабочая температура в отрицательном температурном диапазоне не может быть определена точно, так как зависит от множества различных показателей и условий окружающей среды:

- Ударная вязкость (хрупкость материала)
- Модификации, например - армирование волокнами
- Температура
- Длительность нагрузки
- Вид нагрузки

Кратковременная рабочая температура

Кратковременная рабочая температура - это всплеск температуры, который пластик может выдержать без получения повреждений в течение короткого промежутка времени (от минут, изредка - до часов), учитывая уровень нагрузки и длительность.

Коэффициент линейного теплового расширения

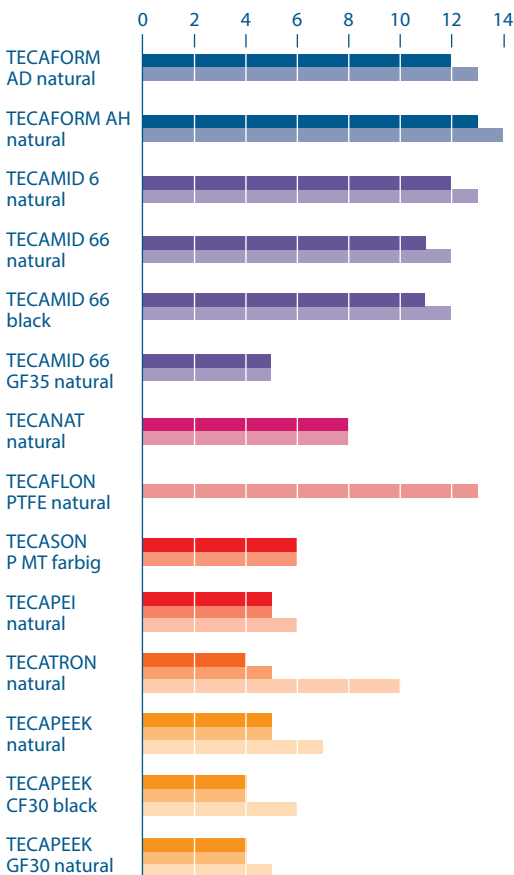
Коэффициент линейного теплового расширения определяет степень изменения длины материала в связи с повышением или снижением температуры.

Благодаря своей химической структуре пластики, в целом, имеют значительно более высокий коэффициент линейного расширения по сравнению с металлами. Это следует учитывать в следующих случаях:

- При необходимости получения детали с очень жесткими допусками
- При колебаниях высоких температур
- В случаях, если детали работают в паре с металлами

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

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



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

Электрические характеристики

Удельное поверхностное сопротивление

Удельное поверхностное электрическое сопротивление описывает сопротивление, которое материал оказывает на поток электричества проходящий на его поверхности: $1 \Omega = 1 \text{ V/A}$

При измерении данного показателя должен использоваться стандартизированный набор, так как удельное поверхностное сопротивление зависит от разных факторов:

- Материал
- Влажность
- Загрязнение поверхности
- Система изменений

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

Удельное объемное сопротивление

Удельное объемное электрическое сопротивление описывает электрическое сопротивление однородного материала при протекании тока сквозь 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 является - Ом х см.

Электрическая прочность

Диэлектрическая прочность (пробивное напряжение) - это сопротивление изоляционных материалов воздействию высокого напряжения. Характерным показателем является значение уровня напряжения и толщина тестового образца (единица измерения кВт/мм). Электрическая прочность особенно важна при выборе тонкостенных деталей.

Фактор диэлектрических потерь

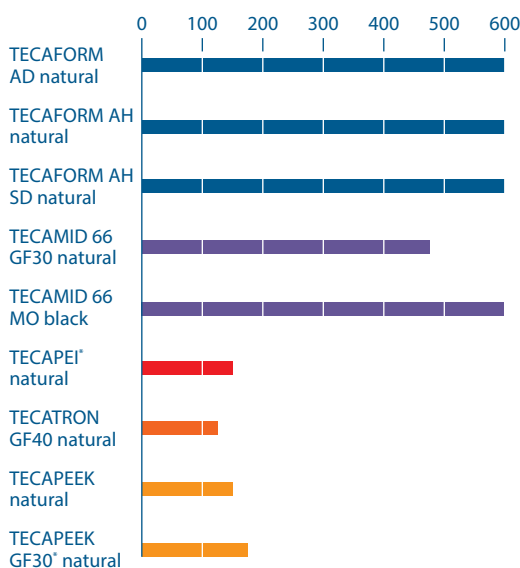
Высокий фактор вызывает возникновение тепла в пластмассовой детали, которая действует как диэлектрик. В пластиковых изоляторах, применяющихся в высокочастотных устройствах, таких как радарное оборудование, антенны и микроволновые устройства, фактор диэлектрических потерь, следовательно, должен быть как можно меньше. Фактор диэлектрических потерь зависит от поглощения влаги, температуры, частоты и напряжения.

Сравнительный индекс трекинга

Сравнительный индекс трекинга (СТИ) часто используют, когда нужно определить изолирующую емкость материала. СТИ определяет сопротивление изоляции поверхности материалов. Даже в случае применения пластиков с хорошими электроизоляционными свойствами влажность и загрязнение поверхности (даже временное) может привести к поломке детали.

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

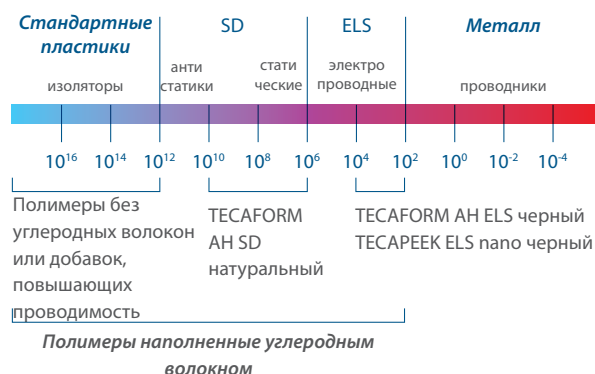
Сравнительный индекс трекинга [V]



* Опубликованные значения

Диапазон проводимости

Поверхностное сопротивление [Ω]



Радиационная стойкость

Радиационная стойкость

В зависимости от области применения пластики могут вступать в контакт с различными видами излучений, которые при определенных обстоятельствах могут постоянно влиять на структуру пластика. Спектр электромагнитных волн колеблется от радиоволн с огромной длиной волны нормального дневного света с его коротковолновым УФ-излучением, вплоть до чрезвычайно коротких рентгеновских и гамма излучений.

Чем короче длина волны, тем выше подверженность пластиков к повреждению.

Электромагнитное излучение

Коэффициент рассеяния характеризует долю энергии, которая может быть поглощена пластиком. Пластмассы с высоким коэффициентом рассеяния существенно нагреваются в переменных электрических полях и, следовательно, не подходят для изготовления изоляционных деталей в высокочастотных и микроволновых технологиях. К примеру, Полиамиды, из-за присущего им высокого поглощения влаги, могут разрушиться или даже взорваться в микроволновых устройствах.

Ультрафиолетовое излучение

УФ-излучение солнечного света является определяющим фактором для применений в незащищенных условиях на открытом воздухе. Пластики, которые по своей природе устойчивы к УФ, могут быть найдены в группе фторполимеров, например PTFE и PVDF. Без подходящей защиты другие пластмассы начинают желтеть и становятся хрупкими в этих условиях (в зависимости от уровня воздействия).

Для защиты от УФ в полимеры вводят специальные добавки или используют защитные покрытия. Добавление углеродной сажи является дешевым и очень эффективным методом УФ стабилизации.

Ионизирующее излучение

Ионизирующее излучение, такое как гамма и рентгеновское, часто встречается в области медицинской диагностики, радиотерапии, стерилизации одноразовых предметов, а также при тестировании материалов и инструментов, кроме того оно также встречается в радиоактивных и прочих излучающих средах.

Высокоэнергетическое излучение в подобных условиях эксплуатации часто приводит к снижению относительного удлинения и развитию хрупкости.

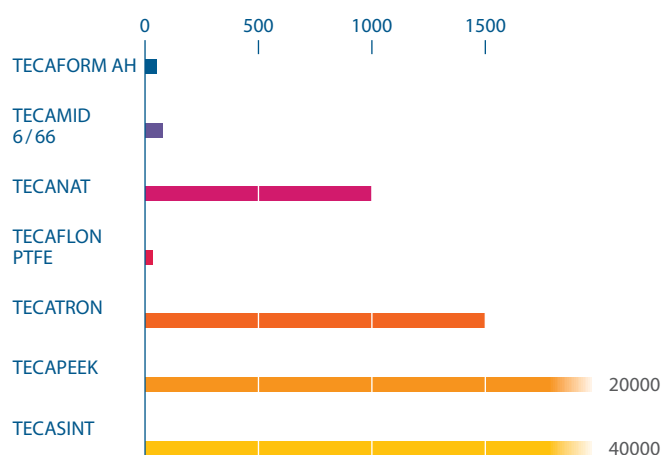
Общий срок службы полимера зависит от общего количества поглощенного излучения.

К примеру, PEEK, PI и аморфные серосодержащие полимеры демонстрируют очень высокую стойкость к воздействию гамма и рентгеновских лучей.

Влияние излучений высокой энергии приводит к изменениям механических свойств (прочности, твердости, жесткости или хрупкости). Степень изменений зависит от дозы излучения. Следовательно, внезапного возвращения к исходному уровню характеристик не происходит.

Информация относительно стойкости пластиков к излучениям должна приниматься только как точка отсчета, так как здесь различные параметры в равной степени играют свою роль (например, форма детали, темп дозирования, механические нагрузки, температура и окружающая среда). По этой причине невозможно предоставить общее утверждение относительно доз, приводящие к повреждению, для отдельных пластиков.

Стойкость к радиации [кГр]



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

Воспламеняемость

В классификации огнестойкости играют роль различные характеристики. Требования к огнестойкости материалов перечислены в спецификациях в виде правил противопожарной защиты.

Тестирование воспламеняемости по UL94 в основном проводится на сырьевом материале.

Наряду с испытаниями на соответствие с требованиями UL или использованием UL-аккредитованных лабораторий, составление перечня (при использовании так называемых «желтых карточек») также возможно напрямую из UL. По этой причине нужно делать различие между материалами, перечисленными в UL, и материалами, которые только соответствуют нормам, предусмотренным классификацией UL (без внесения в перечень).

Наряду с классификацией огнестойкости в соответствии с UL94, существует широкий перечень других отраслевых специфичных испытаний, которые классифицируют воспламеняемость пластиков. Спецификация FAR 25.853 является стандартным тестом для аэрокосмической промышленности. В дополнение к определению воспламеняемости при помощи вертикального теста, FAR также содержит тесты для определения плотности дыма и его токсичности под влиянием излучений и пламени.

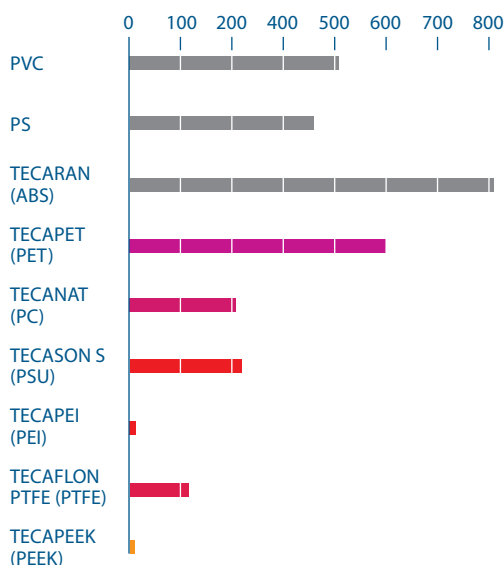
Поведение при минимальной пожарной нагрузке, дым и токсичность.

Благодаря огнестойкому составу материал ТЕСАРЕЕК демонстрирует отличную огнестойкость при воздействии пламени.

ТЕСАРЕЕК имеет наименьшее значение удельной оптической плотности дыма среди всех протестированных полимерных материалов.

Плотность дыма полимеров

Удельная оптическая плотность (Дг)



Условия испытаний: Американское бюро стандартов, образец толщиной 3,2мм
Источник: Victrex plc.

Выделение газов

Исследования в соответствии с нормативами ESA показывают отсутствие конденсирующихся примесей в ТЕКАСИТ. Следовательно, продукция, перечисленная в приведенной ниже таблице, может быть использована в космических сферах и в технологиях высокого вакуума.

Низкое выделение газов

в соответствии ESA-правилами ECSS-Q-70-02

Чистый	1011	2011	3011	4011	4111
15% MoS ₂	1391	2391		4391	
30% MoS ₂	1041			4041	

Химическая стойкость

Важными критериями при проверке химической стойкости материала являются температура, концентрация вещества, время контакта, а также механическая нагрузка. В таблице приведены данные по устойчивости полимеров к различным химическим веществам. Эти данные совпадают с текущим состоянием развития знаний. Они преследуют цель сообщить информацию о полимерах и возможных сферах их применения.

Это не означает, что химическая стойкость продукции или ее пригодность для Ваших конкретных целей гарантированы на законном основании. Во внимание принимается любой вид прав коммерческой собственности. Для конкретного применения рекомендуется сначала установить степень пригодности продукта. Стандартные испытания проводятся в нормальных климатических условиях 23/50 в соответствии с DIN 50 014.

		Концентрация [%]	Температура [°C]	TECASINT (PI)	TECAPEEK (PEEK)	TECATRON (PPS)	TECASON S (PSU)	TECASON E (PES)	TECASON P white (PPSU)	TECAPEI (PEI)	TECAFLOX PTFE natural (PTFE)	TECAFLOX PCTFE natural (PCTFE)	TECAFLOX PVDF natural (PVDF)	TECAMID 6 (PA 6), TECASIT (PA 6 C), TECARIM (PA 6 C)	TECAMID 46, 66 (PA 46, PA 66)	TECAMID 11, 12 (PA 11, PA 12)	TECANAT (PC)	TECAPET (PET), TECADUR PBT natural (PBT)	TECAFORM AH (POM-C)	TECAFORM AD (POM-H)	TECAFINE PP (PP), TECAPRO (PP)	TECAFINE PE natural (PE)	TECARAN ABS (ABS)	TECANYL (PPE)	
Ацетонитрил	C_2H_3N	UV	RT		+		-				+		+												
Дихлорметан	CH_2Cl_2	UV	RT	+	+	(+)	-	-	-		+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	-	-	(+)	(+)	-	(+)	-	-	
Противообледительная жидкость		HU	RT		+																				
Авиационное топливо А		HU	RT		+																				
Авиационное топливо А		HU	40		+																				
Авиационное топливо А/А-1		HU	RT		+																				
Рабочая жидкость гидросистем		UV	RT		+																				
Керосин		HU	RT		+	+	+		+		+		+	+	+	+	(+)	+	+	+			+		
Керосин		HU	60		+	+	+	+	+		+		+	+	+	+		+	+				(+)		
Керосин		HU	85		+		(+)		+		+		+	+	+	+	-	+	+						
Метанол	CH_3O	UV	100		+																				
Гидроксид натрия	NaOH	50	RT		+									(+)	(+)	(+)		-	(+)						
Азотная кислота	HNO_3	10	80		+	-	+	(+)	+		+			-	-	-		-	-	-					
Соляная кислота	HCl(aq)	20	100		+				+		+			+	-	-		-	-	-					
Серная кислота	H_2SO_4	20	RT		(+)	+	+		+	+	+			+	-	-		+	+				+		
Skydrol® LD-4*		HU	RT		+																				
Skydrol® LD-4*		HU	85		+																				
Skydrol® 500B*		HU	RT						+																
Skydrol® 500B*		HU	100										+												
Skydrol® 500B*		HU	kochend						+																

+ = устойчив

(+) = ограниченно устойчив

- = не устойчив

RT = при комнатной температуре (15 - 25 °C)

UV = неразбавленный

HU = доступный в продаже

* Skydrol является зарегистрированной торговой маркой Solutia Inc.



Полная информация о химической стойкости полимеров на сайте: www.ensinger-online.com



Влияние обработки на результаты тестирования

Макроскопические характеристики термопластов зависят в большей степени от метода получения. Из-за более высоких скоростей подачи, что является типичным для данного технологического процесса, при литье под давлением детали демонстрируют намного более выраженную ориентацию макромолекул или любых добавок в направлении наполнения. Заготовки же, изготовленные путем экструзии и подверженные воздействию намного меньших скоростей подачи при производстве, имеют беспорядочную ориентацию. Специальные добавки с высоким соотношением сторон (например 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 на напряжение, 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



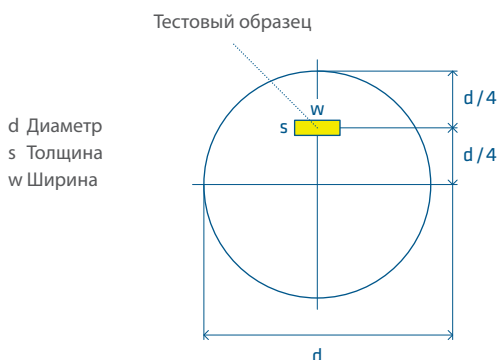
Образец получен литьем под давлением
Распределение волокон и макромолекул в направлении тестирования (параллельно направлению течения)

История предварительной термической обработки термопластов также значительно влияет на показатели материалов. Отлитые под давлением детали 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, втулки) размеры (диаметр, толщина).

В нижеприведенной таблице представлен схематичный обзор влияния методов изготовления на типовые характеристики пластиков.

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



Тенденция 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	↑	↓	↓	↑

Часто задаваемые вопросы

Каково значение классификации рисков по Классу I, II, III и на что влияет данная классификация?

В общем, классификация влияет на процессы одобрения (утверждения) возможности использования деталей и компонентов.

Это установлено в Основном Положении 216/2008 под CS – 25; которое было принято FAA.

Держатели POA (производители авиационной техники) несут ответственность за классификацию деталей и компонентов. В таких случаях необходимо получить подтверждение в Авиационном агентстве.

Существуют ли нормы/правила для поставщиков заготовок и полуобработанных деталей?

Существующие требования действительны только к корпорациям, сертифицированным в области авиационной техники. Требования, предъявляемые к субподрядчикам, как правило, регулируются путем договорных соглашений.

Какова разница между FAA (Федеральное авиационное агентство) и EASA (Европейское агентство авиационной безопасности)?

В результате двухсторонних соглашений эти две организации практически идентичны. Требования и нормативы FAA имеют наибольшее значение, так как FAA считается глобальным лидером.

Для получения дополнительной информации перейдите по ссылке: www.easa.europa.eu/

Какими законами и актами руководствуется производитель заготовок?

Поставщики заготовок и производители авиационной техники руководствуются положениями договоров заключенными между сторонами.

Более подробную информацию об этом вы найдете в разделе: «Правила и нормативы».

Обязан ли заказчик уведомлять поставщика материалов, в случае каких либо изменений установленных норм и требований?

Нормативные положения применяются только к корпорациям, одобренным в области авиации. Все остальные требования должны регулироваться в договорах на поставку. Следовательно, заказчику необходимо информировать своего поставщика об изменениях этих требований, путем внесения их в договор о поставке. Здесь отсутствует явная обязанность уведомления со стороны заказчика. Однако, там где это применимо, заказчику необходимо корректировать свои спецификации, договоры поставок со своим поставщиком.

Где я могу найти нужную информацию?

Европейское агентство по авиационной безопасности и общество аэрокосмических инженеров предлагают ознакомиться с дополнительной полезной информацией на своих вебсайтах:



Европейское авиационное агентство



Общество аэрокосмических инженеров

Ключевые факты кратко

Пожалуйста, не стесняйтесь обращаться в нашу техническую службу techservice.shapes@de.ensinger-online.com или по телефону +49 7032 819 101

Управление качеством

Правила и нормативы

В гражданской авиации существуют производственные корпорации, сертифицированные Немецким Авиационным Агентством (LBA). Они известны как держатели POA. Они утверждены в качестве производственных компаний и соответствуют правилам и нормативам Немецкого Авиационного Агентства, которые применяются напрямую к этим предприятиям. Не существует каких-либо специфичных нормативов в сфере полимерных заготовок, которые были бы непосредственно применимы к субподрядчикам утвержденных корпораций (одобренных агентствами авиации). Это находится в зоне ответственности производственных компаний, которые обеспечивают качество и стабильность готовой продукции, а также поставщиков сырья, заготовок.

Похожие нормативы существуют в США. Здесь, государственное агентство (FAA) утверждает правила и нормы, которых должны придерживаться производители авиационной техники. Производители авиационной техники в свою очередь внедряют эти требования в виде спецификаций, которые должны быть соблюдены поставщиками сырья или заготовок.

Стандарты

Производители авиационной техники опираются на ряд национальных и международных стандартов, которые они применяют в сотрудничестве с поставщиками сырьевых материалов, полимерных заготовок. В Германии и Европе применяются следующие основные стандарты:

- Листы (паспорта) технических данных (к примеру, WL 5.2206.3) с указанием физических свойств материалов. В большинстве случаев тестирование производится на образцах, отлитых под давлением. Однако, напрямую эти данные не могут быть сопоставлены с показателями полимерных заготовок
- Авиационные стандарты (к примеру, LN 9388) описывают размеры и допуски для полимерных заготовок и эти данные сравнимы со стандартами, предусмотренными для полимерных заготовок (DIN 15860).

В дополнение существуют и другие требования международных стандартов. Наиболее распространенными являются:

- ASTM (USA): Американский стандарт, включающий методы испытаний и так называемые коды материалов, которые характеризуют свойства сырья.
 - ASTM D-6778 (POM)
 - ASTM D-4066 (PA 6 und PA 66)
 - ASTM D-3965 (PC)
- Mil Spec (Военные требования / USA) включает в себя Американские методы испытаний в соответствии с ASTM, описанными выше.
 - Например: MIL P-46183 (PEEK)
- LP (USA – Федеральные нормы)
 - Например: L-P-410a для Полиамидов

Соответствие материала данным стандартам необходимо уточнять в каждом отдельном случае у компании Ensinger, так как может потребоваться применение специального сырья для изготовления материалов соответствующих данным стандартам.

Спецификации

Если требования, утвержденные стандартами, не соответствуют задачам заказчика, они могут быть дополнены индивидуальными спецификациями. Благодаря тому, что наша клиентская база включает в себя крупнейших производителей аэрокосмической отрасли, мы знаем не только стандартные процедуры и процессы подтверждения продукции, но и правила обработки заказов в этом секторе. Как производитель полимерных заготовок Ensinger несет ответственность и соблюдает установленные нормы и требования.

Обработка заказов на материалы, предназначенные для аэрокосмических технологий, производится отделом продаж, специализирующимся в этой сфере, что обеспечивает учет всех требований заказчика.

Отслеживаемость

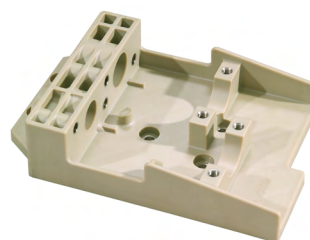
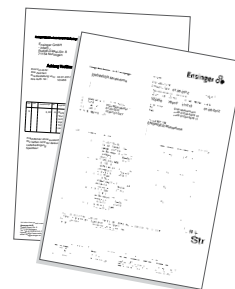
Благодаря кодированию каждого продукта Ensinger имеет возможность отследить каждый поставленный материал.

1 Счета / товарные накладные

Номера заказов и предварительных счетов, указываются в счет-фактурах и накладных. Номера партий полимерных заготовок также указываются в накладных. Любые товары, отгруженные компанией Ensinger, могут быть отследены с помощью этих данных. Сертификат ISO 10204 выдается в отдельном порядке.

Заказчик · Заказ · Счет
988885 · 123456 · DRA12345

Номер партии 248086



2 Полимерные заготовки

6-значный номер партии изготовления указан на полимерной заготовке. Начиная с момента производства и заканчивая выпуском готового изделия существует возможность отследить все процессы и данные (дату производства, протокол производства, контрольные карты и т.п.)



→ Номер партии

3 Компоненты и добавки

Номер лота компонента (или добавки), использованного при производстве продукции, может быть отследен по номеру, указанному на полимерной заготовке.



4 Сырье

Номер партии сырья, а также его соответствие требованиям качества и безопасности, также отслеживаются по номеру партии полимерной заготовки.



Основные показатели материалов

Материал		TECASINT 4111 natural	TECASINT 4121 black	TECASINT 2391 black	TECASINT 2011 natural	TECAPEEK natural	TECAPEEK GF30 natural	TECAPEEK CF30 black	TECAPEEK ELS nano black	TECATEC PEEK MT CW50 black	TECATRON GF40 natural
Химическое обозначение		PI	PI	PI	PI	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PPS
Наполнитель			15 % Графит	15 % MoS ₂			Стекловолокно	Углеволокно	CNT		Стекловолокно
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г/см ³]	1,46	1,53	1,54	1,38	1,31	1,53	1,38	1,36	1,49	1,63
Механические свойства											
Модуль упругости (при растяжении) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	6.700	6.600	4.400	3.700	4.200	6.400	6.800	4.800	53.200	6.500
Предел прочности (на разрыв) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	100	34	95	118	116	105	122	106	491	83
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]					116	105	122	106		83
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]					5	3	7	4		3
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	1,7	0,5	2,9	4,5	15	3	7	4		3
Модуль упругости (при изгибе) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	6.100	6.100	4.136	3.600	4.200	6.600	6.800	4.700	48.900	6.600
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	160	113	137	177	175	164	193	178	813	145
Модуль всестороннего сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	2.500	2.200	2.200	1.713	3.400	4.800	5.000	3.600	4.050	4.600
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]					23 / 43	29 / 52	25 / 47	27 / 47		21 / 41
Ударная вязкость (Шарли) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж/м ²]	24	11		87,9	n.b.	33	62	58		24
Ударная вязкость (образец с надрезом) (Шарли) (DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж/м ²]	1,1	1,4		9,3	4					
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	345		265	260	253	316	355	253		333
Тепловые свойства											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	n.a.	n.a.	370	370	150	147	147	147	143	93
Температура плавления (DIN 53765)	[°C]				n.a.	341	341	341	341	343	280
Кратковременная рабочая температура	[°C]				270	300	300	300	300		260
Постоянная рабочая температура	[°C]				250	260	260	260	260	260	230
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60 °C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]					5	4	4	5		4
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100 °C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	3		4	4	5	4	4	5		5
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[Дж/гхК]				0,925	1,1	1,0	1,2	1,1		1,0
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт/(мхК)]	0,35 ^(b)			0,22 ^(b)	0,27	0,35	0,66	0,46		0,35
Электрические свойства											
Удельное поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ом]	10 ^{16(d)}			10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁴	> 10 ^{8(e)}	10 ² – 10 ^{4(e)}		10 ¹⁴
Удельное объемное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ом х см]	10 ^{16(d)}			10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁴	10 ³ – 10 ^{11(e)}	10 ³ – 10 ^{5(e)}		10 ¹⁴
Электрическая прочность (DIN EN 60243-1)	[кВ/мм]					73	36				
Трекингостойкость (CTI) (DIN EN 60112)	[В]					125					
Прочие данные											
Водопоглощение 24ч / 96ч (23°C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0,01 / 0,02		0,12 / 0,24	0,14 / 0,30	0,02 / 0,03	0,02 / 0,03	0,02 / 0,03	0,02 / 0,03		< 0,01 / 0,01
Стойкость к горячей воде					-	+	+	+	+	+	+
Стойкость к атмосферным воздействиям					-	-	-	-	(+)	-	-
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10)		V0 ^(d)	V0 ^(d)	V0 ^(d)	V0 ^(d)	V0	V0 ^(d)	V0 ^(d)	V0 ^(d)	V0 ^(d)	V0 ^(d)

Показатели получены непосредственно после обработки (стандартный климат Германии). Данные испытаний Полиамидов существенно зависят от влажности.



Тестовый образец согласно DIN EN ISO 527-2

+ хорошая стойкость
 (+) ограниченная стойкость
 - плохая стойкость (в зависимости от времени, концентрации и температуры)
n.b. без повреждений
n.a. не применимо

(a) Испытание теплопроводности в соответствии с ASTM с 177
(b) Испытание теплопроводности в соответствии с ISO 8302
(c) Испытание поверхностного сопротивления в соответствии ASTM D257
(d) Не в списке UL (желтая карточка)
(e) Испытание поверхностного сопротивления в соответствии с EN 61340-2-3
(f) Испытание электрической прочности в соответствии с ASTM D 149
(g) Испытание на растяжение в соответствии с ASTM D 4894

Материал		TECASON P white	TECAPEI natural	TECAFLON PTFE natural	TECANAT natural	TECAMID 66 natural	TECAMID 66 MO black	TECAMID 66 GF35 natural	TECAFORM AH natural	TECAFORM AH ELS black	TECAFORM AD natural
Химическое обозначение		PPSU	PEI	PTFE	PC	PA 66	PA 66	PA 66	POM-C	POM-C	POM-H
Наполнитель							MoS ₂	Стекловолокно		Проводящий углерод	
Плотность (DIN EN ISO 1183)	[г/см ³]	1,31	1,28	2,15	1,19	1,15	1,15	1,41	1,41	1,41	1,43
Механические свойства											
Модуль упругости (при растяжении) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	2.300	3.200		2.200	3.500	3.200	5.600	2.800	1.800	3.400
Предел прочности (на разрыв) (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	81	127	22 ^(g)	69	85	84	98	67	42	79
Предел прочности при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[МПа]	81	127		69	84	83		67	42	79
Удлинение при растяжении (DIN EN ISO 527-2)	[%]	7	7		6	7	10	6	9	11	37
Удлинение при разрыве (DIN EN ISO 527-2)	[%]	50	35	220 ^(g)	90	70	40	9	32	11	45
Модуль упругости (при изгибе) (DIN EN ISO 178)	[МПа]	2.300	3.300		2.300	3.100	3.100		2.600	1.500	3.600
Прочность на изгиб (DIN EN ISO 178)	[МПа]	107	164		97	110	114		91	56	106
Модуль всестороннего сжатия (EN ISO 604)	[МПа]	2.000	2.800		2.000	2.700	2.700		2.300	1.500	2.700
Прочность на сжатие (1% / 2%) (EN ISO 604)	[МПа]	18 / 30	23 / 41		16 / 29	20 / 35	20 / 38		20 / 35	16 / 25	19 / 33
Ударная вязкость (Шарли) (DIN EN ISO 179-1eU)	[кДж/м ²]	n.b.	113		n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	74	n.b.
Ударная вязкость (образец с надрезом) (Шарли) (DIN EN ISO 179-1eA)	[кДж/м ²]	13			14	5	5		8		15
Твердость вдавливания шарика (ISO 2039-1)	[МПа]	143	225		128	175	168		165	96	185
Тепловые свойства											
Температура стеклования (DIN 53765)	[°C]	218	216	20	149	47	52	48	-60	-60	-60
Температура плавления (DIN 53765)	[°C]	n.a.	n.a.		n.a.	258	253	257	166	169	182
Кратковременная рабочая температура	[°C]	190	200	260	140	170	170	170	140	140	150
Постоянная рабочая температура	[°C]	170	170	260	120	100	100	110	100	100	110
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 60 °C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	6	5		8	11	10		13	13	12
Тепловое расширение (CLTE), 23 – 100 °C (DIN EN ISO 11359-1;2)	[10 ⁻⁵ K ⁻¹]	6	5		8	12	10		14	14	13
Удельная теплоемкость (ISO 22007-4:2008)	[Дж/гхК]	1,1	1,2		1,3	1,5	1,5		1,4	1,3	1,3
Теплопроводность (ISO 22007-4:2008)	[Вт/(мхК)]	0,25	0,21	0,20 ^(a)	0,25	0,36	0,36		0,39	0,46	0,43
Электрические свойства											
Удельное поверхностное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ом]	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁶ (c)	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ²⁻¹⁰ (e)	10 ¹⁴
Удельное объемное сопротивление (DIN IEC 60093)	[Ом х см]		10 ¹⁴	10 ¹⁷ (c)	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹³	10 ³⁻¹⁰ (e)	
Электрическая прочность (DIN EN 60243-1)	[кВ/мм]			80 ^(f)			35		49		
Трекингостойкость (CTI) (DIN EN 60112)	[В]						600		600		
Прочие данные											
Водопоглощение 24ч / 96ч (23°C) (DIN EN ISO 62)	[%]	0,1 / 0,2	0,05 / 0,1		0,03 / 0,06	0,2 / 0,4	0,2 / 0,4		0,05 / 0,1	0,05 / 0,2	0,05 / 0,1
Стойкость к горячей воде		+	+		-	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	-
Стойкость к атмосферным воздействиям		-	-		(+)	-	(+)	(+)	-	(+)	-
Воспламеняемость (UL94) (DIN IEC 60695-11-10)		VO ^(d)	VO ^(d)	VO ^(d)	HB ^(d)	HB ^(d)	HB ^(d)	HB ^(d)	HB ^(d)	HB ^(d)	HB ^(d)

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.

Технические листы данных с результатами испытаний подлежат периодическому пересмотру. Самые последние обновления можно найти на www.ensinger-online.com.

Технические изменения защищены.

Ensinger Германия

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 во всем мире

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

Бразилия
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

Китай
Ensinger (China) Co., Ltd.
Rm 2708.27/F
Nanzheng building No. 580
Nanjing Road (W)
Shanghai 200041
Tel. +86 21 52285111
Fax +86 21 52285222
www.ensinger-china.com

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

Дания
Ensinger Danmark
Selandia Park 8
4100 Ringsted
Tel. +45 7810 4410
Fax +45 7810 4420
www.ensinger.dk

Франция
Ensinger France S.A.R.L.
ZAC les Batterses
ZI Nord
01700 Beynost
Tel. +33 4 78553635
Fax +33 4 78556841
www.ensinger.fr

Италия
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

Япония
Ensinger Japan Co., Ltd.
Shibakoen Denki Bldg. 7F
1-1-12, Shibakoen, Minato-ku
Tokyo 105-0011
Tel. +81 3 5402 4491
Fax +81 3 5402 4492
www.ensinger.jp

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

Сингапур
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

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

Швеция
Ensinger Sweden AB
Box 185
Kvartsgatan 2C
74523 Enköping
Tel. +46 171 477051
Fax +46 171 440418
www.ensinger.se

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

США
Ensinger Inc.
365 Meadowlands Boulevard
Washington, PA 15301
Tel. +1 724 746 6050
Fax +1 724 746 9209
ensinger@ensinger-ind.com

**Сегодня инженерные и высокоэффективные термопласты
Ensinger используются практически во всех важнейших
секторах промышленности. Преимущества полимеров
Ensinger и высокий уровень экономии, который приносит их
использование, зачастую позволяют заменять классические
материалы.**

