



Инженерные и Высокотехнологичные Филаменты для 3D-Печати

Полный разбор 24 полимерных материалов: от стандартных конструкционных пластиков до высокотемпературных композитов и биомедицинских компаундов

 PETG / ABS

 Polyamides (PA 6 / PA 12)

 PC & PVDF

 PEI / PPS / PEEK

 Medical Bio-Compounds

Иерархия Полимеров в 3D-Печати

Классификация



Добавление **стекловолокна (GF)** повышает жесткость, износостойкость и термическую стабильность. Добавление **углеволокна (CF/CNT)** кардинально увеличивает прочность на разрыв, снижает вес и придает электропроводящие/антистатические свойства.

1. Инженерные

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ

Материалы: PETG, PETG GF/CF, ABS GF13

ОСОБЕННОСТИ

Простота печати, хорошая прочность, доступность.
Температура эксплуатации до 70–90°C.

ПРИМЕНЕНИЕ

Прототипы, корпусные детали, функциональная оснастка.

2. Конструкционные

НАГРУЖЕННЫЕ

Материалы: PA 6, PA 12 (GF/CF/CNT), PC (GF/CF)

ОСОБЕННОСТИ

Высокая ударная вязкость, износостойкость, стойкость к маслам и ударам. Тэксп до 100–140°C.

ПРИМЕНЕНИЕ

Шестерни, автокомпоненты, БПЛА, нагруженные механизмы.

3. Суперконструкционные

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ

Материалы: PEI, PPS, PEEK, PVDF, PEEK+PEI

ОСОБЕННОСТИ

Сверхвысокая термостойкость (до 250–300°C), химстойкость, негорючесть, биосовместимость.

ПРИМЕНЕНИЕ

Авиакосмос, нефтегаз, медицинские импланты, агрессивные среды.

Семейство PETG (PETG, PETG GF, PETG CF)

Базовый Инжиниринг

PETG (Полиэтилентерефталат-гликоль)

PETG

Характеристики: Высокая межслойная адгезия, ударопрочность, химическая стойкость, минимальная усадка.

Сферы применения: Корпуса приборов, емкости, ударопрочные детали, защитные экраны.

230–250°C Сопло

70–80°C Стол

Не требуется Камера

PETG GF (Со стекловолокном)

GF 10-20%

Характеристики: Повышенная жесткость, жесткость на изгиб, матовая текстура поверхности, скрывающая слои.

Сферы применения: Внешние кронштейны, корпуса электроинструмента, конструкционные детали.

240–260°C Сопло

75–85°C Стол

Закаленное Сопло

PETG CF (С углеволокном)

CF 15%

Характеристики: Легкий, сверхжесткий, премиальный углеродный внешний вид, высокая размерная точность.

Сферы применения: Рамы дронов, спортивный инвентарь, калибровочная оснастка.

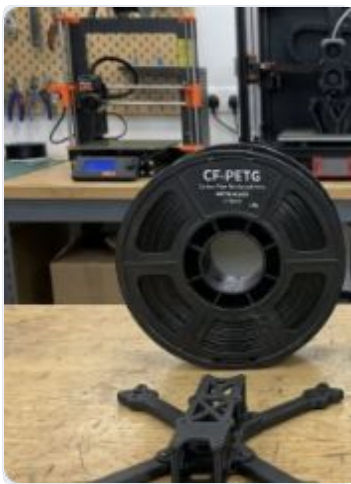
245–265°C Сопло

75–85°C Стол

Закаленное Сопло



Сцепка для фаркопа из PETG со стекловолокном



Легкая жесткая рама БПЛА из PETG, армированная углеродным волокном



Герметичный защитный корпус из PETG для внешних датчиков мониторинга

Филамент ABS GF13 (Со стекловолокном)

Композит

ABS GF13 (Акрилонитрилбутадиенстирол + 13% Glass Fiber)

GF 13%

ОПИСАНИЕ И КЛЮЧЕВЫЕ СВОЙСТВА:

ABS GF13 — это модифицированный инженерный пластик, армированный 13% дискретного стекловолокна. Армирование полностью решает главную проблему стандартного ABS — термоусадку и деформацию (warping) при печати крупных деталей.

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- **Увеличенная жесткость:** Модуль упругости выше на 40% по сравнению со стандартным ABS.
- **Термостойкость:** Температура деформации под нагрузкой (HDT) до 95–100°C.
- **Размерная стабильность:** Практически нулевая усадка при печати крупных корпусных элементов.
- **Стойкость к маслам и жирам:** Отличная химическая стойкость в автомобильной среде.

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ:

Подкапотные компоненты автомобилей, корпуса электроинструментов, защитные кожухи оборудования, нагруженные механизмы и технологическая оснастка.

250–270°C Сопло

100–110°C Стол

50–70°C Камера



Патрубок-адаптер повышенной жесткости из стеклонаполненного ABS GF13

Семейство Polyamide PA 6 (PA 6, PA 6 GF)

Ударная Прочность

PA 6 (Полиамид 6 / Нейлон 6)

PA 6

Характеристики: Чрезвычайно высокая ударная вязкость, низкий коэффициент трения, высокое сопротивление истиранию. Гигроскопичен (требуется сушка перед печатью!).

Сферы применения: Втулки, подшипники скольжения, шестерни, направляющие, ролики.

250–280°C Сопло

80–100°C Стол

40–60°C Камера



Зубчатая шестеренка для BMW E21 из PA 6 GF с высокой устойчивостью к износу

PA 6 GF (Со стекловолокном)

PA6 GF20-30

Характеристики: Армирование стекловолокном повышает жесткость на 150%, снижает влагопоглощение и термоусадку. Высокая HDT (до 140°C).

Сферы применения: Корпуса насосов, силовые кронштейны, детали двигателей, коллекторы.

260–290°C Сопло

90–110°C Стол

50–70°C Камера



Адаптер для Porsche 924 для замены системы K-Jet на карбюратор из PA6 GF

Семейство PA 12 (PA 12, PA 12 GF, PA 12 CF, PA 12 CF CNT)

Конструкционные

PA 12 (Полиамид 12)

НИЗКОЕ ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ

Свойства: Повышенная стойкость к воде и химикатам по сравнению с PA6, отличная гибкость и усталостная прочность.

Применение: Топливные трубки, уплотнения, гибкие шарниры.

250–270°C Сопло

75–90°C Стол

40–60°C Камера

PA 12 GF (Со стекловолокном)

GF 15-25%

Свойства: Высокая размерная точность, диэлектрические свойства, устойчивость к износу во влажной среде.

Применение: Электроразъемы, изоляторы, гидроарматура.

260–285°C Сопло

80–100°C Стол

50–70°C Камера

PA 12 CF (С углеволокном)

CF 15-30%

Свойства: Эталон прочности к весу. Заменяет алюминиевые сплавы в авиации и автоспорте.

Применение: Кронштейны БПЛА, коллекторы, спортивный инвентарь.

270–300°C Сопло

80–100°C Стол

60–80°C Камера

PA 12 CF CNT (Углеволокно + Нанотрубки)

ESD / НАНОУГЛЕРОД

Свойства: Карбоновые филаменты с углеродными нанотрубками (CNT).

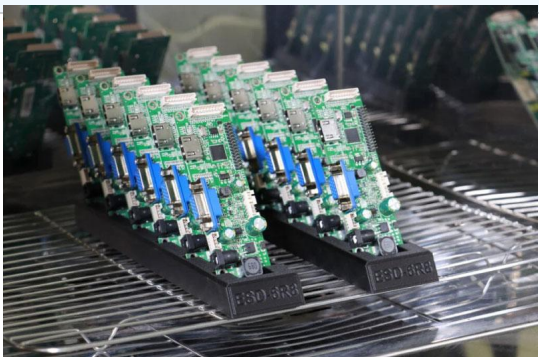
Антистатические свойства (ESD), повышенная межслойная прочность.

Применение: Оснастка для электроники, взрывозащищенные корпуса.

275–305°C Сопло

85–105°C Стол

60–80°C Камера



Держатели электронных плат с защитой от электростатических разрядов (ESD) из PA12 CF CNT



Заглушки натяжителя для японского мотоцикла Kawasaki Z800 из PA12 GF



Кронштейн гидравлической магистрали из PA12 CF



Крышка топливного бака PA12 GF



Приятное на ощупь дизайнерское платье из PA12

Семейство Polycarbonate (PC, PC GF, PC CF)

Ударопрочные

PC (Поликарбонат)

УДАРНАЯ ВЯЗКОСТЬ

Характеристики: Экстремальная прозрачность/полупрозрачность, высочайшая стойкость к ударам, термостойкость (HDT ~120–135°C).

Сферы применения: Защитные стекла, плафоны, светотехника, пуленепробиваемые элементы.

270–300°C Сопло

100–120°C Стол

70–90°C Камера

PC GF (Со стекловолокном)

GF 10-20%

Характеристики: Повышает жесткость и огнестойкость. Снижает деформацию при печати крупных толстостенных деталей.

Сферы применения: Корпуса электроники, элементы силовых щитов, автомобильные панели.

285–315°C Сопло

110–125°C Стол

80–100°C Камера

PC CF (С углеволокном)

CF 15%

Характеристики: Сочетает жесткость углеволокна с ударной прочностью поликарбоната. Высокая HDT до 145°C.

Сферы применения: Формы для термоформирования, пресс-оснастка, аэрокосмические детали.

290–325°C Сопло

110–130°C Стол

90–110°C Камера



Поддон для пылесоса из поликарбоната



Огнестойкие детали из PC, армированные углеродным волокном

Семейство PEI / ULTEM (PEI 9085, PEI 1085)

Аэрокосмос

PEI 9085 (ULTEM 9085)

FST СЕРТИФИЦИРОВАН

Характеристики: Аморфный полиэфиримид. Соответствует аэрокосмическим стандартам FST (Flame, Smoke, Toxicity). Огнестойкость UL94 V-0. Рабочая температура до 170°C.

Сферы применения: Элементы салонов самолетов, воздуховоды, ж/д транспорт.

350–380°C Сопло

130–150°C Стол

150–180°C Камера



Y-образный патрубок для авиакосмической техники, напечатанный из ULTEM 9085

PEI 1085 / 1010 Class

СВЕРХВЫСОКАЯ ПРОЧНОСТЬ

Характеристики: Наивысший предел прочности на разрыв среди всех неармированных филаментов. HDT до 210°C. Выдерживает автоклавирование и химическую стерилизацию.

Сферы применения: Формы для композитного формования, химические реакторы, стерилизуемая медтехника.

370–400°C Сопло

140–160°C Стол

160–190°C Камера



Корпус для медицинских инструментов из PEI 1085

Семейство PPS (PPS, PPS GF, PPS CF)

Химическая Стойкость

PPS (Полифениленсульфид)

PPS

Характеристики: Абсолютная стойкость к растворителям до 200°C. Не растворяется ни в одном известном растворителе ниже 200°C. Негорючий (V-0).

Сферы применения: Детали химических насосов, клапаны, полупроводниковое оборудование.

310–340°C Сопло

100–120°C Стол

70–90°C Камера

PPS GF (Со стекловолокном)

GF 15-30%

Характеристики: Отличная жесткость и сопротивление ползучести при высоких температурах и воздействии агрессивных химикатов.

Сферы применения: Фитинги горячих химических трубопроводов, выхлопные фланцы.

320–350°C Сопло

110–130°C Стол

80–110°C Камера

PPS CF (С углеволокном)

CF 15-20%

Характеристики: Высокопрочный композит, устойчивый к нагреву до 230°C и действию кислот, щелочей и автохимии.

Сферы применения: Нефтегазовое погружное оборудование, компоненты гоночных авто.

330–360°C Сопло

120–140°C Стол

90–120°C Камера



Копия автомата STEN, напечатанная из PPS



Барьерная вставка впускного коллектора из угленаполненного PPS

Семейство PEEK (PEEK, PEEK GF, PEEK CF)

Суперполимеры

PEEK (Полиэфирэфиркетон)

СУПЕРПОЛИМЕР

Характеристики: Полукристаллический полимер. Непрерывная эксплуатация при 250°C (краткосрочно до 300°C).

Биосовместим.

Сферы применения: Авиакосмические узлы, медицинские импланты, уплотнения высокого давления.

380–410°C Сопло

120–150°C Стол

120–140°C Камера

PEEK GF (Со стекловолокном)

GF 20-30%

Характеристики: Увеличенная электрическая изоляция и жесткость на изгиб при сверхвысоких температурах.

Сферы применения: Изоляторы высокого напряжения, детали буровых установок.

390–420°C Сопло

130–150°C Стол

130–150°C Камера

PEEK CF (С углеволокном)

CF 15-30%

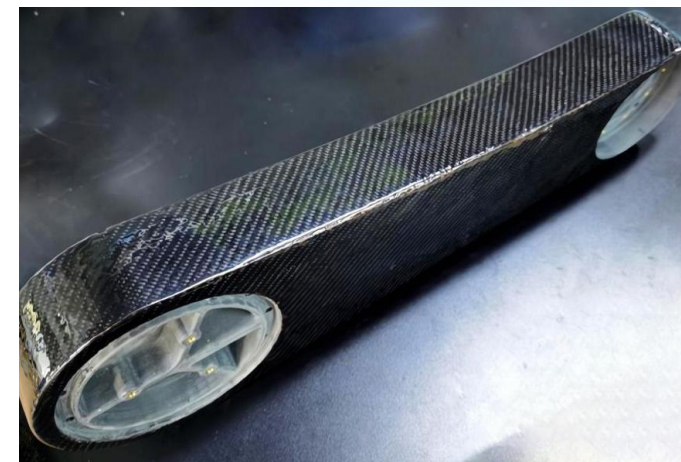
Характеристики: Вершина механической прочности 3D-печати. Модуль упругости приближается к металлу.

Сферы применения: Замена титановых деталей, оборонная промышленность, космонавтика.

400–430°C Сопло

130–160°C Стол

130–160°C Камера



Композитный сегмент манипулятора с внутренней структурой из PEEK GF



Имплантатов для краниопластики из PEEK

Семейство PVDF (PVDF, PVDF GF)

Фторполимеры

PVDF (Поливинилиденфторид)

УФ & ХИМИЯ

Характеристики: Фторполимер со свойствами, близкими к тефлону (PTFE). Превосходная стойкость к УФ-излучению, озону, ядерной радиации и концентрированным кислотам.

Сферы применения: Химические насосы, запорная арматура, элементы солнечных батарей.

240–265°C Сопло

90–110°C Стол

60–80°C Камера



Мембранный клапан из PVDF

PVDF GF (Со стекловолокном)

GF 15-20%

Характеристики: Устраняет ползучесть чистейшего PVDF под постоянной механической нагрузкой, сохраняя абсолютную инертность к агрессивным реагентам.

Сферы применения: Напорные трубки, фитинги химических трубопроводов, гальваническое оборудование.

250–275°C Сопло

100–120°C Стол

70–90°C Камера



Сетчатый фильтр из PVDF

Медицинский Компаунд PEEK + PEI

Биосовместимость

Компаунд на основе PEEK и PEI (Медицинское назначение)

ISO 10993 /
FDA

СИНЕРГИЯ ДВУХ СУПЕРПОЛИМЕРОВ:

Специализированный смесь-сплав полиэфирэфиркетона (PEEK) и полиэфиримида (PEI). Разработан специально для преодоления высокой стоимости чистого PEEK с сохранением его биосовместимости и улучшения межслойной адгезии за счет аморфной фазы PEI.

КЛЮЧЕВЫЕ СВОЙСТВА:

- **Полная биосовместимость:** Соответствие стандартам ISO 10993 для длительного контакта с тканями.
- **Стерилизуемость:** Выдерживает многократную автоклавируемую стерилизацию горячим паром, гамма-излучением и EtO.
- **Рентгенопрозрачность:** Не создает артефактов на КТ/МРТ снимках.
- **Модуль упругости:** Близкий к костной ткани человека, что снижает эффект "экранирования напряжений".

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ:

Индивидуальные хирургические шаблоны и направляющие, межпозвонковые кейджи, ортопедические ортезы, стерилизуемые рукоятки хирургических инструментов.

370–410°C Сопло

130–150°C Стола

120–150°C Камера



Биосовместимый спинной имплантат



Хирургический направляющий шаблон

Сводная таблица режимов печати

Справочник

Филамент / Материал	Сопло (°C)	Стол (°C)	Камера (°C)	HDT (°C)	Главное преимущество
PETG / PETG GF / PETG CF	230–265	70–85	Не треб.	75–85	Легкость печати + ударопрочность
ABS GF13	250–270	100–110	50–70	95–100	Стабильность размеров, нет коробимости
PA 6 / PA 6 GF	250–290	80–110	40–70	80–140	Максимальная износостойкость и вязкость
PA 12 / GF / CF / CF CNT	250–305	75–105	40–80	95–150	Низкое влагопоглощение, жесткость, ESD
PC / PC GF / PC CF	270–325	100–130	70–110	120–145	Сверхвысокая ударная прочность
PEI 9085 / PEI 1085	350–400	130–160	150–190	170–210	Аэрокосмический сертификат FST, негорючесть
PPS / PPS GF / PPS CF	310–360	100–140	70–120	110–230	Абсолютная химическая стойкость
PEEK / PEEK GF / PEEK CF	380–430	120–160	120–160	160–300	Замена металлов, прочность при 250°C
PVDF / PVDF GF	240–275	90–120	60–90	90–130	Фторполимер, УФ и радиационная стойкость
PEEK + PEI (Medical)	370–410	130–150	120–150	170–220	Биосовместимость ISO 10993, стерилизуемость

Цвета филаментов по RAL K7

