

Flame Retardant Resin

Для 3D-печати высококачественных термостойких моделей, сертифицированных UL 94 V-0

Легко и быстро создавайте жесткие, устойчивые к ползучести и функциональные пластиковые модели, предназначенные для длительной эксплуатации в закрытых помещениях и промышленных средах. Flame Retardant Resin — это негорючий, безгалогенный материал с оптимальными показателями горения, дымообразования и токсичности (FST-свойства).

Нестандартная оснастка, приспособления и запасные части для промышленных сред с высокими температурами или источниками возгорания

Детали интерьера в самолетах, автомобилях и поездах с высоким качеством поверхности

Защитные и внутренние пользовательские или медицинские компоненты бытовой электроники



FLFRGR01

* Продукт может быть недоступен в вашем регионе

Подготовлено: 13.04.2023 г. Согласно информации, которой мы располагаем, предоставленные в настоящем документе данные являются точными. Вместе с тем компания Formlabs, Inc. не дает никаких гарантий, явных или подразумеваемых, в отношении точности результатов,

Ред. 02 26.07.2023 г. полученных при использовании данной информации.

Горючесть ^{1,2}	Результат			Метод испытания
UL 94	V-0 (3 мм)	V-1 (2,5 мм)	HB (1,5 мм)	 Отсканируйте, чтобы увидеть сертификат
FAR 25.853 Приложение F, Часть (a) (f) (ii) Вертикальное горение 12 секунд	Пройдено (2,5 мм)			

Токсичность дыма ^{3,4}	Результат		Метод испытания
	D _s при 1,5 мин	D _s при 4 мин	
Дымообразование: воспламенение при толщине 3 мм	19,5	285	ASTM E662
Дымообразование: воспламенение при толщине 5 мм	5	114	ASTM E662

Токсичность газа ^{3,4}	Результат			Метод испытания
Токсичность газа при толщине 3 мм	Пройдено	CO: 56 ПДК HCN: 7 ПДК HCl: <1 ПДК	SO ₂ : <1 ПДК (NO + NO ₂) NO: <1 ПДК	BSS 7239

	Без обработки	После финальной полимеризации при 70 °С в течение 60 мин	После финальной полимеризации при 80 °С в течение 120 мин	Метод испытания
--	---------------	--	---	-----------------

Механические свойства ^{5,6}				
Предел прочности при растяжении	24 МПа	38 МПа	41 МПа	ASTM D638-14
Модуль упругости при растяжении	1,8 ГПа	2,9 ГПа	3,1 ГПа	ASTM D638-14
Удлинение при разрыве	20%	9,4%	7,1%	ASTM D638-14

Эластичные свойства				
Прочность на изгиб	36 МПа	72 МПа	75 МПа	ASTM D790-15
Модуль изгиба	1,3 ГПа	2,7 ГПа	2,7 ГПа	ASTM D790-15

Механические свойства				
Ударная прочность по Изоду с надрезом	19 Дж/м	22 Дж/м	22 Дж/м	ASTM D256-10
Ударная прочность по Изоду без надреза	227 Дж/м	241 Дж/м	257 Дж/м	ASTM D4812-11

Сопrotивление разрушению				
Максимальный коэффициент интенсивности напряжений		1,05 МПа · м ^{1/2}	1,11 МПа · м ^{1/2}	ISO 20795-1:2013(E), раздел 8.6
Работа разрушения		311 Дж/м ²	277 Дж/м ²	ISO 20795-1:2013(E), раздел 8.6

Температурные свойства				
Температура изгиба под нагрузкой при 1,8 МПа	45 °С	71 °С	83 °С	ASTM D648-16
Температура изгиба под нагрузкой при 0,45 МПа	55 °С	94 °С	111 °С	ASTM D648-16
Коэффициент теплового расширения, 20°–80°С		98,6 мкм/м/°С	68,1 мкм/м/°С	ASTM E813-13
Температура стеклования	101 °С	130 °С	144 °С	Пик тангенса дельты, скорость нагрева: 3°С/мин

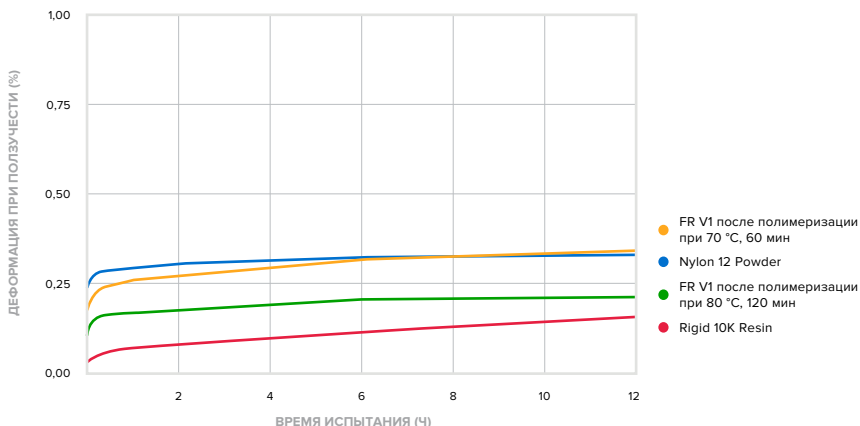
Общие свойства	Результат		Метод испытания
Твердость	Без обработки: 74D	После финальной полимеризации: 80D	ASTM D2240
Объемная плотность	1,25 г/см ³		ASTM D792-20
Вязкость (25 °C)	4500–5000 сP		
Цвет	Светло-серый		

Электрические свойства ^{3, 5}	Результат	Метод испытания
Диэлектрическая прочность	15,1 кВ/мм	ASTM D149
Диэлектрическая проницаемость	3,83	ASTM D150, 0,5 МГц
Диэлектрическая проницаемость	3,82	ASTM D150, 1,0 МГц
Коэффициент диэлектрических потерь	0,024	ASTM D150, 0,5 МГц
Коэффициент диэлектрических потерь	0,025	ASTM D150, 1 МГц
Удельное объемное сопротивление	2,1 x 10 ¹⁵ ом-см	ASTM D257

Выделение газов ^{3, 5}	Результат	Метод испытания
Общая потеря массы и концентрация летучих конденсируемых материалов при газовой выделении в вакуумной среде	Пройдено Общая потеря массы: 0,87% Концентрация летучих конденсируемых материалов: <0,01% Восстановленный водяной пар: 0,2%	ASTM E595

Сопrotивление ползучести при растяжении (ASTM D2990-17)

Сопrotивление ползучести материалов Formlabs испытывалось при температуре 65 °C и нагрузке 1,8 МПа.



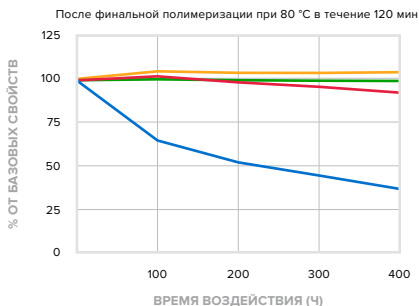
Модели из Flame Retardant Resin обладают высоким сопротивлением ползучести. После финальной полимеризации образцов Flame Retardant Resin при температуре 80 °C в течение 120 минут наблюдается улучшение сопротивления ползучести по сравнению с полимеризацией при температуре 70 °C в течение 60 минут. Образцы Flame Retardant Resin после финальной полимеризации при 80 °C в течение 120 минут имеют несколько меньшее сопротивление ползучести, чем образцы Rigid 10K Resin. Показатели ползучести образцов Flame Retardant Resin после финальной полимеризации при 70 °C в течение 60 минут аналогичны показателям Nylon 12 Powder.

Устойчивость к УФ-излучению в помещениях

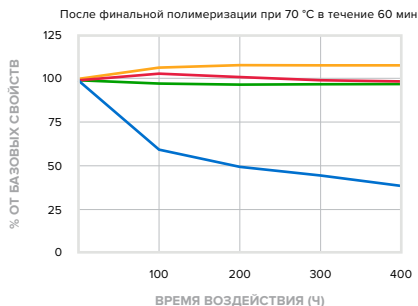
Formlabs оценила характеристики УФ-старения FR v1, используя ASTM D4459 — стандартную практику воздействия ксеноновой дугой на пластмассы для применения внутри помещений. Это испытание имитирует старение полимера под воздействием солнечной радиации через стекло.

ASTM D4459
Стандартная практика воздействия ксеноновой дугой на пластмассы для применения внутри помещений

Ускоренное УФ-старение FR v1



Ускоренное УФ-старение FR v1



Ускоренное УФ-старение

ASTM 4459: ксеноновая дуга, 0,8 Вт/м² при 420 нм, 55 °C, 50% относительной влажности
ASTM D638: тип 4, 5 мм/мин

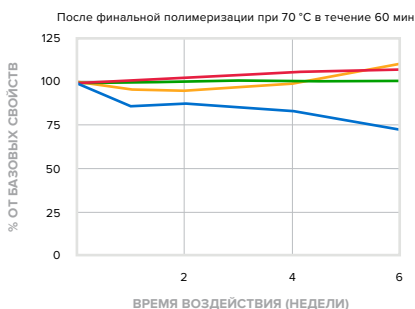
- Удлинение при разрыве (%) ● Модуль упругости (%)
- Предел прочности при растяжении (%) ● Воздействие (%)

Термическое старение

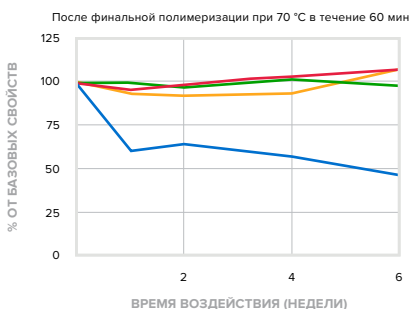
Formlabs оценила характеристики термического старения FR v1, используя ASTM D3045 — стандартную практику термического старения пластмасс без нагрузки. В ходе испытания образцы помещались в среду с температурой 50 °C или 90 °C на срок до 6 недель.

ASTM D3045
Время испытания: 6 недель при 50 °C или 90 °C

Термическое старение FR v1 при 50 °C



Термическое старение FR v1 при 90 °C



Ускоренное термическое старение

ASTM D3045: 1, 2, 4, 6 недель на образец при 50 °C и 90 °C
ASTM D638: тип 4, 5 мм/мин

- Удлинение при разрыве (%) ● Модуль упругости (%)
- Предел прочности при растяжении (%) ● Воздействие (%)

СОВМЕСТИМОСТЬ С РАСТВОРИТЕЛЯМИ ³

Flame Retardant Resin

Процентный привес по истечении 24 часов для напечатанного куба размером 1 x 1 x 1 см после финальной полимеризации, погруженного в соответствующий растворитель:

Чистящие средства	Привес по истечении 24 часов, %
Ацетон	2,1
Отбеливатель, ~5% раствор NaOCl	0,3
Windex с усиленной формулой	0,3
Перекись водорода (30%)	1
Мыльная вода	0,2
Монометиловый эфир трипропиленгликоля	0,1
Дистиллированная вода	0,2

Сильная кислота/щелочь/спирт

Соляная кислота (10%)	< 0,1
Раствор гипохлорита натрия	< 0,1
Раствор гидроксида натрия (0,025 %, pH = 10)	0,3
Соленая вода (3,5% раствор NaCl)	0,2
Изопропиловый спирт	0,2
Перекись водорода (3%)	0,2
Бутилацетат	0,4
Серная кислота (30%)	Расщепление

Промышленные жидкости

Бензин ISO 1817, жидкость C	< 0,1
Трансмиссионная жидкость (Havoline Synthetic ATF)	< 0,1
Моторное масло (Havoline SAE 5W-30)	< 0,1
Тормозная жидкость (Castrol DOT-4)	< 0,1
Дизельное топливо (Chevron #2)	< 0,1
Жидкость для гидроусилителя руля	< 0,1
Glydrol 5	< 0,1
Гидравлическое масло	< 0,1
Монометиловый эфир диэтиленгликоля	0,3
Минеральное масло, тяжелое	< 0,1
Минеральное масло, легкое	< 0,1

¹ Образцы с рейтингом горючести UL были напечатаны на принтерах Form 3+/Form 3 с использованием Flame Retardant Resin и высотой слоя 50 мкм, очищены в Form Wash в течение (a) 10 минут в ≥99% изопропиловом спирте или (б) 15 минут в ≥99% монометиловом эфире трипропиленгликоля, быстро промыты водой, а затем помещены в Form Cure при 70 °C на 60 минут для финальной полимеризации. Аналогичный результат может быть достигнут при печати на Form 3, Form 3+, Form 3B, Form 3B+, Form 3L или Form 3BL с любой ориентацией и любой доступной высотой слоя

² FAR 25.853 Приложение F Часть I (a) образцы были напечатаны на принтере Form 3L с использованием Flame Retardant Resin и высотой слоя 100 мкм, очищены в Form Wash L в течение 1 минуты в ≥99% изопропиловом спирте, а затем помещены в Form Cure L при 70 °C на 60 минут для финальной полимеризации.

³ Данные были получены с помощью образцов, напечатанных на принтере Form 3+ с использованием Flame Retardant Resin и высотой слоя 100 мкм, очищенных в Form Wash в течение 10 минут в ≥99% изопропиловом спирте и подвергнутых финальной полимеризации в Form Cure при 70 °C в течение 60 минут, если не указано иное.

⁴ Образцы толщиной 5 мм считаются прошедшими испытания на дымообразование на основе показателя <200 для Ds @ 4 мин. в состоянии горения по ASTM E 662. Пользователи могут дополнительно провести собственные испытания для образцов толщиной от 3 мм до 5 мм, исходя из ограничений конструкции. Образцы прошли испытания на токсичность газа при толщине 3 мм.

⁵ Свойства материала могут отличаться в зависимости от геометрической формы модели, ориентации модели, настроек печати, температуры, а также используемых методов дезинфекции и стерилизации.

⁶ Данные были получены с помощью образцов для испытаний на растяжение типа I, напечатанных на принтере Form 3+ с использованием Flame Retardant Resin и высотой слоя 100 мкм, промытых в Form Wash в течение 10 минут в ≥99 % растворе изопропилового спирта и подвергнутых финальной полимеризации в Form Cure при 70 °C в течение 60 минут или при 80 °C в течение 120 минут.