

Kompozyty

Właściwości materiałów bazowych

 Badanie
zgodnie z
normą
(ASTM)

	(ASTM)	Onyx	Onyx FR	Onyx ESD	Nylon
Moduł Younga (GPa)	D638	2,4	3,0	4,2	1,7
Naprężenie rozciągające przy granicy plastyczności (MPa)	D638	40	41	52	51
Naprężenie rozciągające przy zerwaniu (MPa)	D638	37	40	50	36
Odształcenie rozciągające przy zerwaniu (%)	D638	25	18	25	150
Wytrzymałość na zginanie (MPa)	D790 ¹	71	71	83	50
Moduł sprężystości (GPa)	D790 ¹	3,0	3,6	3,7	1,4
Temperatura ugięcia pod obciążeniem HTD (°C)	D 648B	145	145	138	41
Odporność ogniowa	UL94	—	V-0 ²	—	—
Udarność wg Izoda z korbem (J/m)	D256-10 A	330	—	44	110
Rezystowność powierzchniowa (Ω)	ANSI/ESD STM11,11 ³	—	—	10 ⁵ - 10 ⁷	—
Gęstość (g/cm ³)	—	1,2	1,2	1,2	1,1

Części drukowane na urządzeniach Markforged składają się głównie z plastiku. Użytkownik może dodać jedno z dostępnych włókien ciągłych, aby podnieść wytrzymałość mechaniczną elementu.

Wymiary i budowa próbek do testów:

- Do próby rozciągania: ASTM D638 belka typu IV
- Do próby zginania (3 punktowego) 4,5"(D) x 0,4" (S) x 0,12" (W)
- Temperatura ugięcia pod obciążeniem przy 0,45 MPa, 66 psi (zgodnie z ASTM D648-07 Metoda B)

1. Zmierzone metodą podobną do ASTM D790. Części z termoplastów nie ulegają uszkodzeniu przed końcem próby zginania statycznego.

2. Onyx FR otrzymał ocenę V-0 w teście UL94 otrzymując niebieską kartę aż do grubości 3 mm.

3. Rezystywność powierzchniowa mierzona przez zewnętrzne akredytowane laboratorium na wielu powierzchniach modelu przy rekomendowanych ustawieniach druku. Więcej szczegółów w karcie materiałowej Onyx ESD.

Właściwości włókien wzmacniających	Test (ASTM)	Włókno			
		węglowe	Kevlar®	Włókno szklane	Wzmocnione włókno szklane HSHT
Wytrzymałość na rozciąganie (MPa)	D3039	800	610	590	600
Moduł Younga (GPa)	D3039	60	27	21	21
Odształcenie rozciągające przy zerwaniu (%)	D3039	1,5	2,7	3,8	3,9
Wytrzymałość na zginanie (MPa)	D790 ¹	540	240	200	420
Moduł sprężystości (GPa)	D790 ¹	51	26	22	21
Odształcenie zginające przy zerwaniu (%)	D790 ¹	1.2	2.1	1.1	2.2
Wytrzymałość na ściskanie (MPa)	D6641	320	97	140	192
Współczynnik sprężystości objętościowej (MPa)	D6641 D6641	54	28	21	21
Odształcenie ściskające przy zerwaniu (%)	D6641	0,7	1,5	—	—
Temperatura ugięcia pod obciążeniem (°C)	D648 B	105	105	105	150
Udarność wg Izoda z korbem (J/m)	D256-10 A	960	2000	2600	3100
Gęstość (g/cm ³)	—	1,4	1,2	1,5	1,5

Wymiary i budowa próbek kompozytowych z włóknami ciągłymi:

- Testowane płytki są wzmocnione włóknami jednokierunkowo pod kątem 0°
- Próbki do badań na rozciąganie: 9,8" (D) x 0,5" (W) x 0,048" (S) (Włókno węglowe); 9,8" (D) x 0,5" (W) x 0,08" (S) (Włókno szklane i Kevlar®)
- Próbki do badań na ściskanie: 5,5" (D) x 0,5" (W) x 0,085" (S) (Włókno węglowe); 5,5" (D) x 0,5" (W) x 0,12" (S) (Włókno szklane i Kevlar®)
- Próbki do badań na zginanie 3 punktowe: 4,5"(D) x 0,4" (S) x 0,12" (W)
- Temperatura ugięcia pod obciążeniem przy 0,45 MPa, 66 psi (zgodnie z ASTM D648-07 Metoda B)

Dane dotyczące wytrzymałości na rozciąganie, ściskanie, odształcenia przy granicy plastyczności oraz

temperatury ugięcia pod obciążeniem zostały dostarczone przez akredytowane laboratorium. Dane dotyczące wytrzymałości na zginanie zostały dostarczone przez Markforged. Podawane są typowe wartości.

Próbki zostały przygotowane w taki sposób, aby zmaksymalizować wyniki testów. Próbki z włóknami zostały wydrukowane w pełni wypełnione włóknami oraz bez ścian zewnętrznych. Próbki w pełni plastikowe zostały wydrukowane z pełnym wypełnieniem. Aby dowiedzieć się więcej na temat dokładnych warunków lub aby zamówić próbki do testów, należy skontaktować się z przedstawicielem Markforged. Wszystkie części klientów powinny być testowane zgodnie z ich wymaganiami.

Wytrzymałość materiału oraz części będą zależne od ułożenia włókien, kształtu elementu, rodzaju obciążenia, warunków przeprowadzania testów, warunków w

trakcie tworzenia próbek itd.

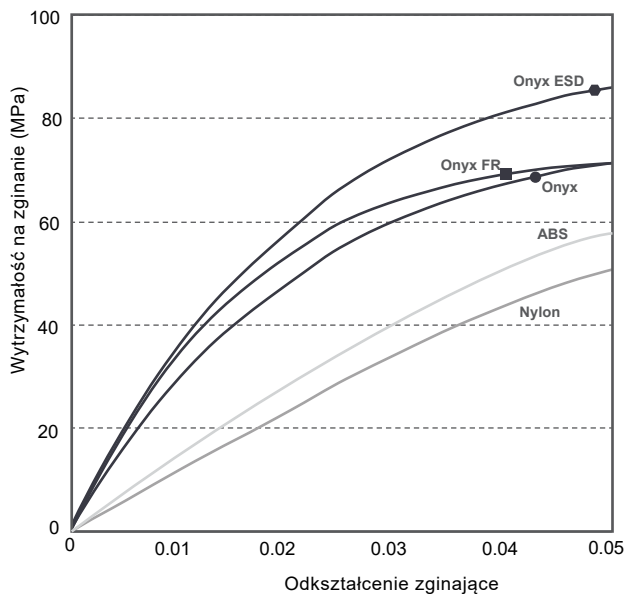
Powyższe dane zostały uzyskane, zmierzone lub obliczone za pomocą standardowych metod i mogą ulec zmianie bez informowania o tym. Markforged nie ponosi odpowiedzialności za wszelkiego rodzaju gwarancje, wyraźne lub dorozumiane, w tym, ale nie ograniczając się do gwarancji przydatności handlowej, przydatności do określonego zastosowania lub gwarancji patentowej i nie ponosi w związku z tym żadnej odpowiedzialności za wykorzystanie tych informacji. Wymienione dane nie powinny być używane do ustalenia projektu, jakości, kontroli lub ograniczeń specyfikacji i nie są przeznaczone do zastąpienia własnych testów w celu określenia przydatności do konkretnego zastosowania. Nic w tym arkuszu nie może być interpretowane jako licencja na działanie lub jako zalecenie do naruszania jakichkolwiek praw własności intelektualnej.

Kompozyty

Drukarki kompozytowe Markforged wykorzystują plastik wzmocniany włóknami ciągłymi. Łączenie materiałów w czasie druku pozwala uzyskać części mocniejsze, sztywniejsze i bardziej wytrzymałe niż uzyskane na standardowych drukarkach 3D.

Baza wydruku z plastiku

W technologii FFF, drukarka podgrzewa termoplastyczny filament prawie do temperatury topnienia i ekstruduje go przez dyszę budując podstawową strukturę części warstwa po warstwie. Plastik może być wzmocniony jednym z dostępnych włókien.



● Onyx Wytrzymałość na zginanie: 81 MPa

Onyx to wzmocniony ciętymi włóknami węglowymi Nylon PA6. Jest 1,4 razy bardziej wytrzymały i sztywniejszy niż ABS i może być wzmocniany włóknami ciągłymi. Onyx wyznacza standardy jakości powierzchni, odporności chemicznej i odporności temperaturowej.

■ Onyx FR Wytrzymałość na zginanie: 79 MPa

Onyx FR uzyskał ocenę V-0 w teście UL94 otrzymując niebieską kartę, a jego właściwości mechaniczne są zbliżone do standardowego Onyxu. Jest idealny tam, gdzie potrzebna jest ognioodporność, lekka waga i wytrzymałość.

● Onyx ESD Wytrzymałość na zginanie: 83 MPa

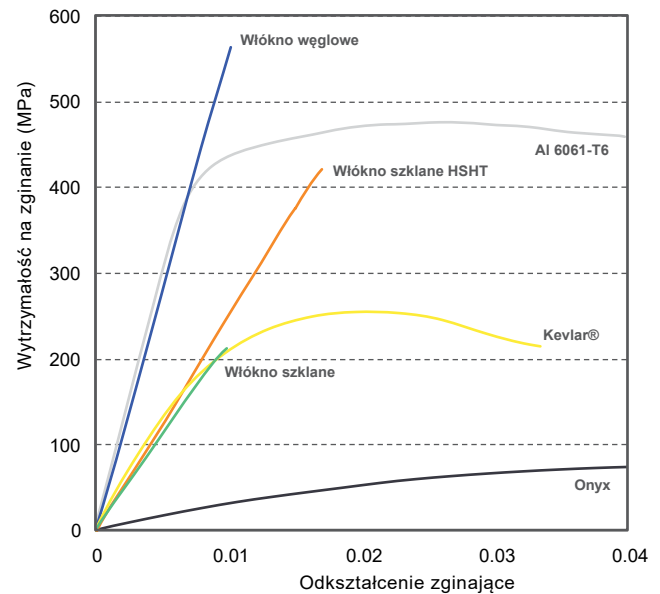
Onyx ESD to rozpraszająca ładunki elektrostatyczne odmiana Onyxu spełniająca rygorystyczne wymogi bezpieczeństwa dla materiałów ESD i oferująca doskonałą wytrzymałość sztywność i wykończenie powierzchni. Najlepiej sprawdza się w zastosowaniach gdzie wymagany jest materiał typu ESD.

● Nylon Wytrzymałość na zginanie: 50 MPa

Części z Białego Nylonu są gładkie, mają niski współczynnik tarcia i łatwo je malować. Mogą być wzmocniane wszystkimi włóknami ciągłymi i nadają się do zastosowania tam, gdzie element nie może zostawić śladu, do uchwyty oraz jako elementy wykończeniowe.

Wzmocnienie włóknami

W technologii CFF, drukarka wzmocnia części z plastiku ciągłymi włóknami warstwa po warstwie. Użytkownik może kontrolować rodzaj włókna w całej części, sposób wprowadzania włókien oraz ich ustawienia w każdej warstwie.



● Włókno węglowe Wytrzymałość na zginanie: 540 MPa

Włókno węglowe ma najlepszy współczynnik wytrzymałości do wagi ze wszystkich dostępnych włókien. Jest 6 razy silniejsze i 18 razy sztywniejsze od Onyxu. Wzmocnienie z włókna węglowego wykorzystywane jest szeroko w częściach drukowanych, które zastępują aluminiowe.

● Włókno szklane Wytrzymałość na zginanie: 200 MPa

Włókno szklane to nasze podstawowe włókno dające wysoką wytrzymałość w przystępnej cenie. Jest 2,5 razy bardziej wytrzymałe i 8 razy sztywniejsze od Onyxu, dzięki czemu wydruki wzmocniane włóknem szklanym są wytrzymałe i sztywne.

● Kevlar® Wytrzymałość na zginanie: 240 MPa

Kevlar® jest bardzo trwały, dzięki czemu jest optymalnym rozwiązaniem dla części obciążanych powtarzalnie lub nagłe. Ma podobną sztywność do włókna szklanego, ale jest od niego bardziej ciągliwy i ma szeroką gamę zastosowań.

● HSHT Fiberglass Wytrzymałość na zginanie: 420 MPa

Włókno szklane o podwyższonych właściwościach mechanicznych oraz odporności na temperaturę (HSHT), charakteryzuje się wytrzymałością podobną do aluminium i wysoką odpornością na wysokie temperatury. Jest 5 razy bardziej wytrzymałe i 7 razy sztywniejsze od Onyxu. Najlepiej sprawdza się w zastosowaniach pracujących w wysokich temperaturach.