

Kompozity

| Plastová matrice | Test (ASTM) | Onyx | Onyx FR | Nylon W | Vzorky: |
|--|-------------------|-------|------------------|-----------------|---|
| Modul pružnosti v tahu (GPa) | D638 | 1,4 | 1,3 | 1,7 | <ul style="list-style-type: none"> Vzorky pro zkoušku tahem: nosníky ASTM D638 typu IV Zkušební vzorky pro zkoušku ohybem: 3bodové ohýbání, 4,5" (D) × 0,4" (Š) × 0,12" (V) Teplota průhybu při působení tepla při 0,45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07, metoda B) |
| Pevnost v tahu na mezi kluzu (MPa) | D638 | 36 | 29 | 51 | |
| Poměrné prodloužení na mezi kluzu v tahu (%) | D638 | 25 | 33 | 4,5 | |
| Napětí v tahu při přetržení (MPa) | D638 | 30 | 31 | 36 | Všechny stroje Markforged na kompozity jsou vybaveny pro tisk materiálu Onyx. Nylon White je k dispozici na stroji Mark Two a X7. Onyx FR je k dispozici u modelů X3, X5 a X7. |
| Prodloužení v tahu při přetržení (%) | D638 | 58 | 58 | 150 | |
| Pevnost v ohybu (MPa) | D790 ¹ | 81 | 79 | 50 | Díly Markforged jsou tvořeny především plastovou maticí. Uživatel může do každého dílu přidat jeden typ vláknité výtzuže, což zlepšuje jeho materiálové vlastnosti. |
| Modul pružnosti v ohybu (GPa) | D790 ¹ | 3,6 | 4,0 | 1,4 | |
| Teplota průhybu účinkem tepla (°C) | D648 B | 145 | 145 | 41 | |
| Odolnost proti hoření | UL94 | — | V-0 ² | — | D790. U dílů, které jsou pouze termoplastické, před ukončením zkoušky ohybem nedojde k prasknutí. |
| Zkouška rázem podle Izoda – vrubová (J/m) | D256-10 A | 330 | — | 110 | 2. Onyx FR má certifikaci UL 94 V-0 Blue Card do tloušťky až 3 mm. |
| Hustota (g/cm ³) | — | 1,2 | 1,2 | 1,1 | |
| Vyztužení vláknem | Test (ASTM) | Uhlík | Kevlar® | Skleněné vlákno | HSHTFG |
| Pevnost v tahu (MPa) | D3039 | 800 | 610 | 590 | 600 |
| Modul pružnosti v tahu (GPa) | D3039 | 60 | 27 | 21 | 21 |
| Prodloužení v tahu při přetržení (%) | D3039 | 1,5 | 2,7 | 3,8 | 3,9 |
| Pevnost v ohybu (MPa) | D790 ¹ | 540 | 240 | 200 | 420 |
| Modul pružnosti v ohybu (GPa) | D790 ¹ | 51 | 26 | 22 | 21 |
| Deformace ohybem v okamžiku lomu (%) | D790 ¹ | 1,2 | 2,1 | 1,1 | 2,2 |
| Pevnost v tlaku (MPa) | D6641 | 320 | 97 | 140 | 192 |
| Modul pevnosti v tlaku (MPa) | D6641 | 54 | 28 | 21 | 21 |
| Poměrné stlačení při porušení (%) | D6641 | 0,7 | 1,5 | — | — |
| Teplota průhybu účinkem tepla (°C) | D648 B | 105 | 105 | 105 | 150 |
| Zkouška rázem podle Izoda – vrubová (J/m) | D256-10 A | 960 | 2000 | 2600 | 3100 |
| Hustota (g/cm ³) | — | 1,4 | 1,2 | 1,5 | 1,5 |

Rozměry a konstrukce zkušebních vzorků z vláknitého kompozitu:

- Zkušební desky použité v těchto datech jsou jednosměrně vyztuženy vláknem (vrstvy 0°)
- Vzorky pro zkoušku tahem: 9,8" (D) × 0,5" (V) × 0,048" (Š) (kompozity CF), 9,8" (D) × 0,5" (V) × 0,08" (Š) (kompozity z materiálu GF a Kevlar®)
- Vzorky pro zkoušku tlakem: 5,5" (D) × 0,5" (V) × 0,085" (Š) (kompozity CF), 5,5" (D) × 0,5" (V) × 0,12" (Š) (kompozity z materiálu Kevlar® a FG)
- Zkušební vzorky pro zkoušku ohybem: 3bodový ohyb, 4,5" (D) × 0,4" (Š) × 0,12" (V)
- Teplota průhybu při působení tepla při 0,45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07, metoda B)

Tah, stlačení, prodloužení při přetržení a teplo

Údaje o teplotě průhybu byly poskytnuty akreditovaným zkušebním zařízením - třetí stranou. Data ze zkoušky ohybem připravila společnost Markforged, Inc. Jedná se o typické hodnoty.

Testovací desky Markforged jsou navrženy jedinečným způsobem tak, aby maximalizovaly účinnost provádění testů. Testovací desky s vláknem jsou zcela naplněné jednosměrným vláknem a vytištěny bez stěn. Plastové testovací desky jsou vytištěny s plnou výplní. Chcete-li se dozvědět více o konkrétních testovacích podmínkách nebo požádat o zkušební díly pro interní zkoušky, obraťte se na zástupce společnosti Markforged. Všechny díly zákazníka by měly být testovány v souladu se specifikacemi zákazníka.

Výkonnost dílů a materiálů se bude lišit podle uspořádání vláken, konstrukce dílů, specifických zatěžovacích podmínek, zkušebních podmínek, stavebních podmínek a podobně.

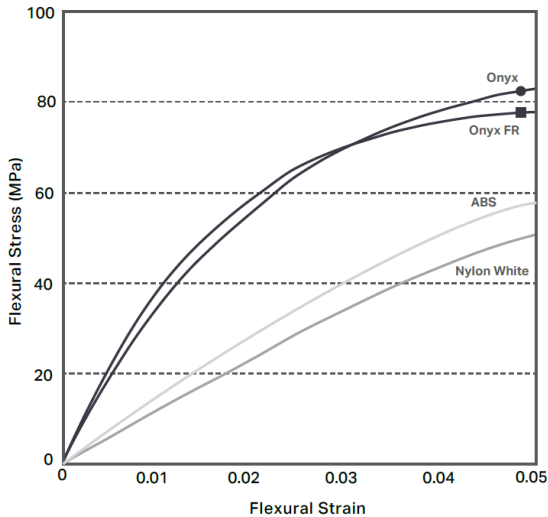
Tyto reprezentativní údaje byly testovány, měřeny nebo vypočítány pomocí standardních metod a podléhají změnám bez předchozího upozornění. Společnost Markforged neposkytuje žádné záruky jakéhokoli druhu, výslovné ani předpokládané, včetně mj. záruky prodejnosti, vhodnosti pro určité použití nebo záruky proti porušení patentů, a nepřijímáme žádnou odpovědnost v souvislosti s používáním těchto informací. Zde uvedené údaje by neměly být použity ke stanovení limitů konstrukce, kontroly kvality nebo specifikací a nejsou určeny k tomu, aby nahradily vaše vlastní testování k určení vhodnosti pro vaši konkrétní aplikaci. Nic z toho, co je uvedeno v tomto přehledu, nelze vykládat jako povolení k výkonu činnosti na základě jakéhokoli práva na duševní vlastnictví nebo jako doporučení k porušení takového práva.

Kompozity

Tiskárny kompozitů Markforged používají plastovou matici vyztuženou kontinuálními vlákny. Kombinování materiálů během tisku poskytuje kompozitní díly mnohem pevnější, tužší a robustnější než běžné 3D tištěné plasty.

Plastová matrice

Při výrobě tavených vláken (FFF) tiskárna zahřívá termoplastické vlákno až do blízkosti bodu tání a vytlačuje jej tryskou, čímž se vrstvu po vrstvě vytváří plastová matrice. Plasty mohou být vyztuženy jakýmkoliv jedním typem vlákna.



| Flexural Stress (Mpa) | Napětí v ohybu (MPa) |
|-----------------------|--------------------------|
| FlexuralStrain | Poměrná deformace ohybem |
| Onyx | Onyx |
| Onyx FR | Onyx FR |
| ABS | ABS |
| Nylon White | Nylon White |

● Onyx Pevnost v ohybu: 81 MPa

Onyx je nylon vyztužený nasekanými uhlíkovými vlákny. Je 1,4krát pevnější a houževnatější než ABS a může být vyztužen jakýmkoliv kontinuálním vláknem. Onyx nastavuje laťku pro povrchovou úpravu, chemickou odolnost a teplotní toleranci.

■ Onyx FR Pevnost v ohybu: 79 MPa

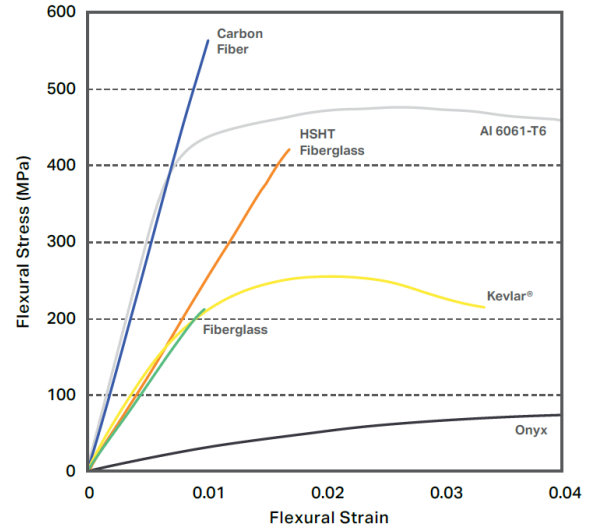
Onyx FR je materiál s certifikací UL94 V-0 Blue Card, který má podobné mechanické vlastnosti jako Onyx. Nejlepší je pro aplikace, při kterých se vyžaduje zpomalování hoření, nízká hmotnost a pevnost.

● Nylon White Pevnost v ohybu: 50 MPa

Díly z materiálu Nylon White jsou hladké, neabrazivní a lze je snadno lakovat. Mohou být vyztuženy jakýmkoliv kontinuálním vláknem a hodí se nejlépe pro upnutí obrobků tak, aby nevznikaly stopy, pro opakovanou manipulaci a pro výrobu kosmetických součástí.

Vyztužení vláknem

Výroba kontinuálních vláken (CFF) je patentovaná technologie, která vyztužuje plastové tištěné díly kontinuálními vlákny v každé vrstvě dílu. Uživatelé mohou regulovat vyztužené vrstvy, množství, orientaci a typ vyztužujícího vlákna.



| Flexural Stress (Mpa) | Napětí v ohybu (MPa) |
|-----------------------|--------------------------|
| FlexuralStrain | Poměrná deformace ohybem |
| CarbonFiber | Uhlíkové vlákno |
| HSHTFiberglass | Skleněné vlákno HSHT |
| Fiberglass | Skleněné vlákno |
| Kevlar | Kevlar |
| Onyx | Onyx |

● Uhlíkové vlákno Pevnost v ohybu: 540 MPa

Uhlíkové vlákno má nejvyšší poměr pevnosti k hmotnosti z našich vyztužujících vláken. Vyztužení z uhlíkového vlákna, které je šestkrát pevnější a osmákrát houževnatější než Onyx, se běžně používá u dílů, které nahrazují obráběný hliník.

● Skleněné vlákno Pevnost v ohybu: 200 MPa

Skleněné vlákno je naše kontinuální vlákno vstupní úrovně, které poskytuje vysokou pevnost za přijatelnou cenu. Vyztužení ze skleněného vlákna, které je 2,5krát pevnější a osmkrát houževnatější než Onyx, poskytuje pevné, robustní nástroje.

● Kevlar® Pevnost v ohybu: 240 MPa

Kevlar® má vynikající trvanlivost, díky čemuž je optimální pro díly, které jsou vystavovány opakovanému a náhlému zatížení. Je tuhý jako skleněné vlákno, ale mnohem více tažný a je možné jej používat pro širokou škálu účelů.

● Skleněné vlákno HSHT Pevnost v ohybu: 420 MPa

Skleněné vlákno s vysokou pevností při vysoké teplotě (HSHT) vykazuje pevnost hliníku a vysokou teplotní toleranci. Je pětkrát pevnější a sedmkrát houževnatější než Onyx, nejlépe je používat jej pro díly zatížené vysokými provozními teplotami.