

Vega™

MATERIALE PEKK CARICATO CON FIBRA DI CARBONIO

Vega è un PEKK caricato con fibra di carbonio ad altissime prestazioni per la stampa in 3D di parti critiche del settore aerospaziale con la FX20. Formulato dagli ingegneri e dagli scienziati dei materiali di Markforged, presenta una finitura superficiale nera opaca e liscia, eccellente per le parti di produzione. Il filamento Vega può essere rinforzato con fibra continua per conferirgli la stessa resistenza dell'alluminio per realizzare componenti destinati al settore aerospaziale.

La fibra di carbonio HT e la fibra di carbonio HT-A sono varianti specializzate della fibra di carbonio continua di Markforged e sono progettate per l'utilizzo con Vega e il filamento ULTEM™ 9085¹. Possono essere depositate con precisione in un'ampia varietà di geometrie consentendo così di produrre parti resistenti come l'alluminio.



Funzionalità e vantaggi

- _____
- Elevata resistenza al calore e caratteristiche FST
- _____
- Resistenza ai solventi e alle sostanze chimiche
- _____
- Basso degassamento
- _____
- Finitura superficiale opaca
- _____
- Elevata resistenza grazie al rinforzo in CF-HT

Proprietà fisiche	Unità	Prova (ASTM)	Vega Orientamento XZ	Prova	Fibra di carbonio HT (CFR) ²	Fibra di carbonio HT-A (CFR) ^{2 3}
Resistenza a trazione	MPa (ksi)	D638	87,6 ± 3,0 (12,7 ± 0,5)	D3039	800 (116)	800 (116)
Modulo di elasticità	GPa (ksi)	D638	5,2 ± 0,2 (0,8 ± 0,03)	D3039	69 (10005)	69 (10005)
Allungamento a rottura	%	D638	3,0 / 0,2	D3039	1,6	1,6
Resistenza a flessione	MPa (ksi)	D790	140,2 ± 8,4 (20,3 ± 1,2)	D790	439,5 (63,7)	529,7 (76,8)
Modulo elastico a flessione	GPa (ksi)	D790	4,7 ± 0,3 (678,3 ± 0,04)	D790	50,3 (7.291,1)	53,3 (7.730,5)
Estensione in flessione a rottura	%	D790	5,2 / 0,5	D790	1,0	1,1
Resistenza a compressione	MPa	D695	221,3 ± 35,9 (32,1 ± 5,2)	D695	300 (43,5)	300 (43,5)
Modulo di compressione	GPa	D695	4,1 ± 0,3 (591,0 ± 37,0)	D695	59 (8557)	59 (8557)
Resistenza all'impatto IZOD con intaglio	J/m	D256	47,9 / 3,8	D256	810 (15,2)	810 (15,2)
Densità	g/cm ³	-	1,27 / 0,03	-	1,20	1,20
HDT (1,8 MPa)	gradi C (gradi F)	D648	150,8 (303,4)	-	190 (374)	190 (374)
HDT (0,45 MPa)	gradi C (gradi F)	D648	165,1 (329,2)	-	190 (374)	190 (374)

Questi dati rappresentativi sono stati testati, misurati o calcolati utilizzando metodi standard e sono soggetti a modifica senza preavviso. Markforged® non fornisce garanzie di alcun tipo, esplicite o implicite, incluse, a titolo esemplificativo, garanzie di commerciabilità, idoneità per un uso particolare o protezione dalla violazione di brevetti, e non si assume alcuna responsabilità in relazione all'uso di queste informazioni. I dati riportati nel presente documento non devono essere utilizzati per fissare limiti relativi a progettazione, controllo qualità o specifiche, e non sono destinati a sostituire le prove eseguite internamente dall'azienda per determinare l'idoneità per un'applicazione specifica. Nulla di quanto contenuto nella presente scheda tecnica deve essere interpretato come una licenza a operare in base a, o una raccomandazione a violare qualsiasi diritto di proprietà intellettuale.

¹ I marchi ULTEM™ e 9085 sono utilizzati su licenza concessa da SABIC e dalle sue affiliate o consociate.

² I valori CF-HT e CF-HT-A sono derivati da campioni di prova in fibra pura. La resistenza effettiva della parte dipende dalla quantità e dal percorso della fibra all'interno di essa.

³ La fibra CF-HT-A è consigliata per la qualificazione dei materiali e dei sistemi.

Degassamento

Vega presenta un basso livello di degassamento, garantendo l'idoneità per applicazioni critiche del settore aerospaziale.

Proprietà	Prova (ASTM)	TML (%)	CVCN (%)	WVR (%)
Degassamento	E595-15	0,47	<0,01	0,21

Resistenza agli agenti chimici

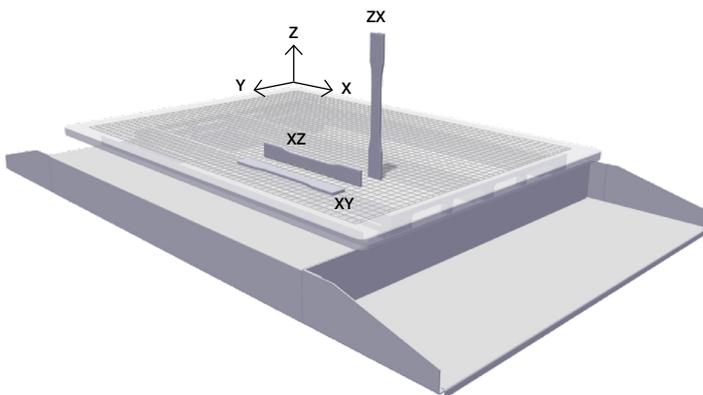
Proprietà	Vega
Acido cloridrico al 37%	A
Acido fosforico all'80%	A
Fluoruro di idrogeno al 49%	A
Iodossido di potassio al 50%	A
Perossido di idrogeno al 50%	A
Etanolo	A
Jet A	A
Skydrol	A
Toluene	B
MEK	B
Tricloroetano	C
Diclorometano	C

Legenda

- A - Scarso/nessun effetto
- B - Effetto minimo/moderato
- C - Effetto significativo

Proprietà meccaniche direzionali di Vega

Le proprietà meccaniche dei materiali stampati in 3D possono variare con l'orientamento di stampa. In tensione, la maggior parte delle parti dimostra massima resistenza quando l'orientamento di stampa e la direzione di carico sono paralleli, e resistenza minima quando l'orientamento di stampa e la direzione di carico sono perpendicolari.



Proprietà ⁴	Orientamento di stampa	Media
Resistenza a trazione (MPa)	XY	65,2 ± 3.0
	XZ	87,6 ± 3.0
	ZX	47,5 ± 3.3
Modulo elastico a trazione (GPa)	XY	4,0 ± 0.1
	XZ	5,2 ± 0.2
	ZX	3,3 ± 0.2
Allungamento a rottura (%)	XY	3,9 ± 0.4
	XZ	3,0 ± 0.2
	ZX	5,2 ± 0.5

Questi dati rappresentativi sono stati testati, misurati o calcolati utilizzando metodi standard e sono soggetti a modifica senza preavviso. Markforged® non fornisce garanzie di alcun tipo, esplicite o implicite, incluse, a titolo esemplificativo, garanzie di commerciabilità, idoneità per un uso particolare o protezione dalla violazione di brevetti, e non si assume alcuna responsabilità in relazione all'uso di queste informazioni. I dati riportati nel presente documento non devono essere utilizzati per fissare limiti relativi a progettazione, controllo qualità o specifiche, e non sono destinati a sostituire le prove eseguite internamente dall'azienda per determinare l'idoneità per un'applicazione specifica. Nulla di quanto contenuto nella presente scheda tecnica deve essere interpretato come una licenza a operare in base a, o una raccomandazione a violare qualsiasi diritto di proprietà intellettuale.

⁴ I campioni X e XZ sono stati stampati con le impostazioni di riempimento solido predefinite. I campioni ZX sono stati stampati con impostazioni di riempimento solido con 6 pareti e 4 piani.

Prestazioni FST (fiamma, fumo e tossicità)

Nella prova di infiammabilità Vega da solo e con il rinforzo in fibra di carbonio hanno dimostrato prestazioni che soddisfano le specifiche CFR 25.853 a uno spessore di 2 mm. Per informazioni sui limiti per le potenziali applicazioni, consultare PS-ANM-25.853-01-R2. Le prestazioni relative alla prova del fumo hanno soddisfatto le specifiche CFR 25.853 a uno spessore di 2 mm. Le prestazioni relative alla prova di tossicità di combustione hanno soddisfatto le specifiche Boeing BSS 7239 Flaming a uno spessore di 2 mm. I campioni generalmente più sottili hanno maggiore difficoltà a superare le prove. Di seguito sono riportate le prestazioni dei campioni più sottili che hanno superato le prove.

Categoria di prova	Dettaglio prova	Specifica	Spessore	Caricamento con fibre continue	Prova	Criteri di superamento	Risultato della prova	Esito
Infiammabilità	Verticale (60 sec.)	FAR 25.853 Appendice F, Parte I (a) (1) (i)	2 mm	Nessuna	Tempo di comb. Durata di comb. Durata comb. massima	≤ 15 sec ≤ 6 pollici ≤ 3 sec	0 sec 3,3 pollici Nessuno	Pass
			2 mm	Completo	Tempo di comb. Durata di comb. Durata comb. massima	≤ 15 sec ≤ 6 pollici ≤ 3 sec	0 sec 3,1 pollici Nessuno	Pass
	Verticale (12 sec.)	FAR 25.853 Appendice F, Parte I (a) (1) (ii)	2 mm	Nessuna	Tempo di comb. Durata di comb. Durata comb. massima	≤ 15 sec ≤ 8 pollici ≤ 5 sec	2 sec 0,9 pollici Nessuno	Pass
			2,0 mm	Completo	Tempo di comb. Durata di comb. Durata comb. massima	≤ 15 sec ≤ 8 pollici ≤ 5 sec	0 sec 0,4 pollici Nessuno	Pass
	Orizzontale (15 sec.)	FAR 25.853 Appendice F, Parte I (a) (1) (iv)	2,0 mm	Nessuna	Media Durata di combustione	≤ 2,5 poll/min	0 poll/min	Pass
			2,0 mm	Completo	Media Durata di combustione	≤ 2,5 poll/min	0 poll/min	Pass
	Rilascio di calore*	FAR 25.853 Appendice F, Parte IV	2,0 mm	Nessuna	Media Medio max. totale 2 min	≤ 65 kW/m2 ≤ 65 kW-min./m2	40,4 kW/m2 6,9 kW-min./m2	Pass
			2,0 mm	Completo	Media Medio max. totale 2 min	≤ 65 kW/m2 ≤ 65 kW-min./m2	34,1 kW/m2 9,3 kW-min./m2	Pass
Fumo	Densità di fumo - Modalità di infiammabilità	BSS 7238	2,0 mm	Nessuna	Ds max.	≤ 200	1	Pass
	Densità di fumo - Modalità di non infiammabilità	BSS 7238	2,0 mm	Completo	Ds max.	≤ 200	0	Pass
Tossicità	Tossicità infiammabilità	BSS 7239	2,0 mm	Nessuna	HCN CO NO / NO2 SO2 HF HCL	≤ 150 PPM ≤ 3500 PPM ≤ 100 PPM ≤ 100 PPM ≤ 200 PPM ≤ 500 PPM	<1 / <1 29 / 30 1 / 1 0 / 0 <1 / <1 <1 / <1	Pass
				Completo	HCN CO NO / NO2 SO2 HF HCL	≤ 150 PPM ≤ 3500 PPM ≤ 100 PPM ≤ 100 PPM ≤ 200 PPM ≤ 500 PPM	<1 / <1 39 / 26 3 / 2 0 / 0 <1 / <1 <1 / <1	Pass
	Tossicità non infiammabilità	BSS 7239	2,0 mm	Nessuna	HCN CO NO / NO2 SO2 HF HCL	≤ 150 PPM ≤ 3500 PPM ≤ 100 PPM ≤ 100 PPM ≤ 200 PPM ≤ 500 PPM	<1 / <1 2 / 3 0 / 1 0 / 0 <1 / <1 <1 / <1	Pass
				Completo	HCN CO NO / NO2 SO2 HF HCL	≤ 150 PPM ≤ 3500 PPM ≤ 100 PPM ≤ 100 PPM ≤ 200 PPM ≤ 500 PPM	<1 / <1 <1 / 6 1 / 1 0 / 0 <1 / <1 <1 / <1	Pass

* Secondo PS-ANM-25.853-01-R2, la prova di rilascio di calore non è richiesta per la maggior parte delle parti rivolte internamente stampabili sulla X7, in quanto presentano un'area di superficie esposta al di sotto della soglia specificata per i componenti di cabina.

**Campione parziale prodotto come pannello a sandwich a 2 strati

I campioni a fibre piene vengono prodotti utilizzando la configurazione a fibre striate con il massimo utilizzo di fibre.

Questi dati rappresentativi sono stati testati, misurati o calcolati utilizzando metodi standard e sono soggetti a modifica senza preavviso. Markforged® non fornisce garanzie di alcun tipo, esplicite o implicite, incluse, a titolo esemplificativo, garanzie di commerciabilità, idoneità per un uso particolare o protezione dalla violazione di brevetti, e non si assume alcuna responsabilità in relazione all'uso di queste informazioni. I dati riportati nel presente documento non devono essere utilizzati per fissare limiti relativi a progettazione, controllo qualità o specifiche, e non sono destinati a sostituire le prove eseguite internamente dall'azienda per determinare l'idoneità per un'applicazione specifica. Nulla di quanto contenuto nella presente scheda tecnica deve essere interpretato come una licenza a operare in base a, o una raccomandazione a violare qualsiasi diritto di proprietà intellettuale.