



EVERFLON™ PTFE

Funktionshandbuch

Polytetrafluoroethylene

EVERFLON ACADEMIC

Einführung

Everflon™ ist eine eingetragene Marke der C&F Group für ihre Fluorpolymerharze. Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze gehören zur C&F-Produktfamilie fluorbasierter Materialien, zu der auch Everflon™ FEP, Everflon™ ETFE, Everflon™ PFA-Fluorpolymerharze und Everflon™ PVDF-Fluorpolymere zählen.

Diese Materialien eignen sich zur Herstellung einer Vielzahl von Artikeln mit einer einzigartigen Kombination aus mechanischen, elektrischen, chemischen, thermischen und reibungsbeständigen Eigenschaften, die von Artikeln aus anderen Materialien nicht erreicht wird. Die kommerzielle Nutzung dieser und weiterer wertvoller Eigenschaften in einem einzigen Material hat Everflon™ PTFE-Harze als herausragende Konstruktionswerkstoffe für zahlreiche industrielle und militärische Anwendungen etabliert. Everflon™ PTFE-Harze können zudem mit Füllstoffen oder Verstärkungsmitteln compoundiert werden, um ihre Eigenschaften im Einsatz zu modifizieren.

Die in diesem Handbuch enthaltenen Konstruktions- und Entwicklungsdaten sollen dem Konstrukteur helfen, die optimale Anwendung von Everflon™ PTFE-Harzen zu bestimmen. Es wird empfohlen, dass der Konstrukteur eng mit einem erfahrenen Verarbeiter zusammenarbeitet, da das Herstellungsverfahren nicht nur die Produktionskosten, sondern auch die Eigenschaften des Endprodukts maßgeblich beeinflussen kann.

Im Handel erhältliche Everflon™ PTFE-Fluorpolymere

Everflon™ PTFE	Harzeigenschaften	Anwendungen
M40 Granular	Ein Harz zur Formgebung	Hochleistungsanwendungen im mechanischen und elektrischen Bereich mit hohen Anforderungen an die Endanwendung Geschälte Bänder, Folien und Platten Bearbeitete Dichtungen, Packungen, Gleitringdichtungen
G401 Granular	Ein fließfähiges Harz, ideal für isostatisches Formen, entwickelt für niedrigen Vorformdruck, verbesserte Oberflächenglätte	Flache Formen Kugelhahnsitze Rohrauskleidungen Dichtungen Ventile Ventilstopfen
F100 Fine Powder	Niedriges Reduktionsverhältnis; Hochdruckharz	Ungesinteres Band Koaxialkabel Draht- und Kabelummantelung mit niedrigem Reduktionsgrad
F500 Fine Powder	Universalharz; Mittleres Reduktionsverhältnis; Ausgezeichnete Farbe und Klarheit; Hervorragende Filterbarkeit	Isolierband und -schläuche Draht- und Kabelummantelung Freitragende Schläuche Schrumpfschläuche
F1000 Fine Powder	Hohe Beständigkeit gegen Spannungsrisse	Draht- und Kabelisolierung Kleinschläuche
D60 Dispersion	60 % Feststoffgehalt	Beschichtung
MV1 Micropowder	Partikelgröße 1 µm	Schmierstoffzusatz
MV3 Micropowder	Partikelgröße 3 µm	Zusatz für Druckfarben und Beschichtungen
MVP Micropowder	Partikelgröße 9 µm	Zusatz für Kunststoffe und Elastomere

Property	ASTM Method	Unit	PTFE Granular Resin	PTFE Fine Powder
Zugfestigkeit, 23 °C	D4894/4895	MPa (psi)	31.0	20.7 min
Dehnung, 23 °C	D4894/4895	%	400	200 min.
MIT Flex, 2 kg Last	D2176		Did not break at 10 ⁶ cycles	
Biegemodul, 23 °C	D790	MPa	345–620	275–620
Dehnungsporenindex	D4895	—	—	15–200+
Schlagzähigkeit, Izod	D256	J/m		
–40 °C		—	80	133–267
21 °C		—	106	—
24 °C		—	160	—
77 °C		—	>320	—
204 °C		—	No break	No break
Härte, Durometer	D2240	Shore D	55	50–65
Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient pro °C	E228	mm/mm·°C	10 x 10 ⁻⁵	—
Wärmeleitfähigkeit, 4,6 mm		W/m·K	0.25	—
Spezifische Wärmekapazität	D4591	kJ/kg·K		
20 °C			1.4	1.5
40 °C			1.2	1.5
150 °C			1.3	1.3
260 °C			1.5	1.4
Thermischer Instabilitätsindex	D4894/4895		50 max.	50 max.
Verformung unter Last, 23 °C	D621	%		
3,4 MPa			<0.5	<0.5
6,9 MPa			2	2
14 MPa			10	5
Wärmeformbeständigkeitstemperatur	D648	°C		
450 kPa			73	140
1800 kPa	D149	kV/mm (V/mil)	45	55
Kurzzeitige Durchschlagsfestigkeit	D495	sec	24	24
Lichtbogenfestigkeit	D257	ohm·cm	>300	>300
Volumenwiderstand	D257	ohm·sq	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸
Oberflächenwiderstand	D150		>10 ¹⁸	—
Dielektrizitätskonstante, 60 bis 2 x 10 ⁹ Hz	D150		2.1	2.1
Verlustfaktor 60 bis 2 x 10 ⁹ Hz	D150		<0.0001	—
Wasseraufnahme (24 h)	D570	%	<0.01	<0.01
UL 94 Flammschutzklasse			94 V-0	94 V-0
Witterungsbeständigkeit			Excellent	Excellent
Härtegrad (gegen polierten Stahl)			0.05–0.08	—
Dichte	D4894/4895		2.16	2.1–2.3

Typical Properties of Everflon™ PTFE

Mechanische Eigenschaften

Festigkeit und Steifigkeit

Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze sind technische Werkstoffe, deren Leistungsfähigkeit in einer bestimmten Anwendung – wie bei anderen technischen Werkstoffen – rechnerisch vorhergesagt werden kann. Doch genau wie sich die Eigenschaften von Holz von denen von Metallen unterscheiden, weisen auch Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze andere Eigenschaften auf als andere technische Werkstoffe. Anhand der folgenden Daten lassen sich Festigkeits- und Steifigkeitswerte auswählen, die – unter Berücksichtigung geeigneter Sicherheitsfaktoren – die Anwendung gängiger Konstruktionsformeln ermöglichen.

Druckspannung

Für Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze werden Druck- und Dehnungswerte bei drei Temperaturen angegeben. Die Spannungs-Dehnungs-Kurven für Druck ähneln denen für Zug bei geringen Dehnungen.

Mit zunehmender Dehnung verringern sich die Kurven jedoch. Die Streckgrenzen für Druck und Zug liegen bei etwa denselben Spannungswerten. Die geringeren Dehnungen bei höheren Spannungen im Druckbereich können darauf zurückzuführen sein, dass die Prüfdaten auf Basis der ursprünglichen Querschnitte analysiert wurden.

Poissonzahl

Die Poissonzahl beträgt bei 23 °C 0,46 und nähert sich mit steigender Temperatur einem Grenzwert von 0,50.

Elektrische Eigenschaften

Dielektrizitätskonstante

Die Dielektrizitätskonstante von Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen zeigt über einen weiten Temperatur- und Frequenzbereich eine geringere Veränderung als jedes andere feste Material. Dieser Wert bleibt über das gesamte Frequenzspektrum im Wesentlichen konstant bei 2,1. Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzproben wurden sechs Monate lang bei 300 °C wärmegealtert und anschließend zur Messung auf Raumtemperatur abgekühlt, ohne dass sich die Dielektrizitätskonstante veränderte. Nicht-fluorpolymere Isoliermaterialien weisen diese Eigenschaften nicht auf.

Verlustfaktor

Der Verlustfaktor von Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen bleibt über einen Frequenzbereich bis zu 10^9 Hz unter 0,0004. Der Verlustfaktor von Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen ist sehr konstant. Bei Raumtemperatur erreicht er ein Maximum bei etwa 10^9 Hz. Dieser Spitzenwert beträgt 0,0004 für Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze. Theoretische Analysen dieses Phänomens und Stichproben zeigen, dass der Spitzenwert mit steigender Temperatur bei höheren Frequenzen auftritt.

Dielektrische Festigkeit

Die dielektrische Festigkeit von Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen ist hoch und ändert sich weder mit der Temperatur noch mit der thermischen Alterung. Die anfängliche dielektrische Festigkeit ist sehr hoch (600 V/mil bei 1,5 mm Dicke), gemessen im ASTM-Kurzzeittest. Wie bei jedem Material sinkt der Wert mit zunehmender Probendicke.

Die Lebensdauer unter hohen dielektrischen Spannungen hängt von der Koronaentladung ab. Das Fehlen von Koronaentladungen, wie beispielsweise bei speziellen Drahtkonstruktionen, ermöglicht sehr hohe Spannungsbelastungen ohne Beschädigung der Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze. Änderungen der relativen Luftfeuchtigkeit oder physikalische Belastungen des Materials beeinträchtigen die Lebensdauer unter diesen Spannungsbelastungen nicht.

Chemische Eigenschaften

Beständigkeit gegenüber chemischen Angriffen

Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze sind im Wesentlichen chemisch inert. Bis zur oberen Einsatztemperatur von 260 °C reagieren nur sehr wenige Chemikalien mit diesen Harzen, z. B. geschmolzene Alkalimetalle, turbulentes flüssiges oder gasförmiges Fluor sowie einige Fluorchemikalien wie Chlortrifluorid (ClF₃) oder Sauerstoffdifluorid (OF₂), die bei erhöhten Temperaturen leicht freies Fluor freisetzen.

Die einzigartige Inertheit der Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze beruht auf ihrer chemischen Struktur. Die Moleküle der Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze bestehen aus starken Kohlenstoff-Kohlenstoff- und extrem starken Kohlenstoff-Fluor-Bindungen. Darüber hinaus bilden die Fluoratome eine Schutzhülle um den Kohlenstoffkern jedes Moleküls. Diese Struktur bedingt auch weitere besondere Eigenschaften wie Unlöslichkeit sowie geringe Oberflächenhaftung und Reibung. Halogenierte organische Chemikalien können in geringem Maße von Fluorpolymerharzen absorbiert werden. Dies führt zu einer sehr geringen Gewichtsveränderung und in einigen Fällen zu einer leichten Quellung. Eine sehr hohe Absorption deutet in der Regel auf ein Bauteil mit hoher Porosität hin.

Permeabilität

Fluorpolymerharze können von einigen Substanzen in begrenztem Umfang permeiert werden. Die Permeationsraten sind im Allgemeinen mit denen anderer Thermoplaste vergleichbar. Für detailliertere Informationen zur Einwirkung chemischer Medien auf Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze wenden Sie sich bitte an Ihren Ansprechpartner.

Bewitterung

Bauteile aus Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen sind nahezu witterungsbeständig. Umfassende Tests an Proben, die 15 Jahre lang praktisch allen klimatischen Bedingungen ausgesetzt waren, bestätigen diese Witterungsbeständigkeit.

Wenn Anwendungen höchste Zuverlässigkeit unter diesen Bedingungen erfordern, sind diese Harze daher die optimale Lösung. Die Beständigkeit gegenüber extremer Hitze, Kälte und ultraviolettem Licht, wie sie bei Radargeräten und anderen elektronischen Bauteilen, beispielsweise Antennenbuchsen, auftreten, sind hervorragende Beispiele für den Wert dieses Materials für den Industriedesigner.

Thermische Eigenschaften

Wärmeausdehnung

Bei Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen ist im Übergangsbereich von 18–25 °C eine deutliche Volumenänderung von 1,0 bis 1,8 % festzustellen. Ein Bauteil, das auf beiden Seiten dieses Bereichs bearbeitet wurde, ändert seine Abmessungen, wenn es den Bereich durchläuft. Daher muss die endgültige Betriebstemperatur eines Präzisionsbauteils genau bestimmt werden.

Bei der Messung in der Produktion muss diese Volumenänderung berücksichtigt werden, wenn der Übergangsbereich während der Fertigung oder des Betriebs des Bauteils durchlaufen wird.

Tieftemperatureigenschaften

Bauteile aus Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen weisen bei tiefen Temperaturen hohe Festigkeit, Zähigkeit und Selbstschmierung auf. Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze sind ab –268 °C einsetzbar und ab –79 °C hochflexibel.

Wärmeleitfähigkeit und spezifische Wärmekapazität

Die durchschnittliche Wärmeleitfähigkeit des Fluorpolymerharzes Everflon™ PTFE beträgt $1,7 \pm 0,3$ Btu·in/hr·ft²·°F. Die durchschnittliche Wärmekapazität von Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen beträgt 0,3 Btu/lb·°F. Diese Daten wurden bei Temperaturen von 20–260 °C ermittelt.

Wärmeverformung

Die Temperaturen für die Wärmeverformung von Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen betragen 122 °C bei einer Spannung von 66 psi und 56 °C bei einer Spannung von 264 psi (ASTM D648).

Elastisches Rückstellvermögen

Teile aus Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharzen kehren nach einer Verformung tendenziell in ihre ursprünglichen Abmessungen zurück. Dieser Rückstellprozess kann jedoch längere Zeit in Anspruch nehmen. Ein gefertigtes Teil, das sich unter Spannung über einen bestimmten Zeitraum verformt oder kriecht, nimmt seine ursprüngliche Form wieder an, sobald die Spannung entfernt und das Teil auf Sintertemperatur erhitzt wird. Eine teilweise Erholung findet jedoch auch bei niedrigeren Temperaturen statt. Bei jeder gegebenen Temperatur ist die Erholung innerhalb von 15 Minuten oder weniger im Wesentlichen abgeschlossen, wobei der Erholungsgrad mit steigender Temperatur zunimmt.

Zersetzung bei erhöhten Temperaturen

Die Zersetzungsrate von Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharz hängt vom jeweiligen Harz, der Temperatur, der Wärmeeinwirkungsdauer und in geringerem Maße vom Druck und der Umgebung ab.

Für die meisten Anwendungen sind diese Zersetzungsraten unterhalb der maximalen Einsatztemperatur (260 °C für Everflon™ PTFE-Fluorpolymerharze) so gering, dass keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen erforderlich sind. Bei Temperaturen über 343 °C während der Verarbeitung ist eine ausreichende Belüftung notwendig.





Everflon Academic Center

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

Weitere Informationen über unser Unternehmen, unsere Produkte und unseren Service finden Sie auf unserer Website unter www.everflon.com oder www.everflonultra.com