

## MATERIÁLY

### FLUOR-POLYMERY

DRUH	TEPLOTA °C	PROTAŽENÍ %	ZATÍŽENÍ PŘI PŘETRŽENÍ N/mm <sup>2</sup>
ETFE	150	200	45
FEP	240	400	27
MFA	240	400	27
PFA	260	300	28
PTFE	260	350	25

### SILIKONY

DRUH	TEPLOTA °C	PROTAŽENÍ %	ZATÍŽENÍ PŘI PŘETRŽENÍ N/mm <sup>2</sup>
MN	180	100	4
EI2	180	150	5
C22	220	250	7.5
THT	220	250	7.5
THT/T	250	350	8

### POLYOLEFINY MODIFIKOVANÉ ZÁŘENÍM

DRUH	TEPLOTA °C	PROTAŽENÍ %	ZATÍŽENÍ PŘI PŘETRŽENÍ N/mm <sup>2</sup>
F40-R	125	200	7
C35	125	200	9
C38	155	300	13

### PVC

DRUH	TEPLOTA °C	PROTAŽENÍ %	ZATÍŽENÍ PŘI PŘETRŽENÍ N/mm <sup>2</sup>
TM2 TRAS.	70	150	10
TM2	70	200	10
YM4	90	150	15

### MATERIÁLY BEZ HALOGENŮ A S NÍZKOU EMISÍ KOUŘŮ

DRUH	TEPLOTA °C	PROTAŽENÍ %	ZATÍŽENÍ PŘI PŘETRŽENÍ N/mm <sup>2</sup>
M1	70	125	9
ZM1	70	100	9

### JINÉ TERMOPLASTY A ELASTOMERY

DRUH	TEPLOTA °C	PROTAŽENÍ %	ZATÍŽENÍ PŘI PŘETRŽENÍ N/mm <sup>2</sup>
EI3	110	200	6.5
TPV	125	300	12
TPU	70	500	43

## MATERIÁLY > Použití

	Elektromechanika		Osvětlení		Elektrické radiátory, trouby a kamna
	Použití s elektrickým odporem		Elektrické skříně a kabiny		Elektrospotřebiče
	Těžký průmysl		Lékařské použití		Lodní a železniční konstrukce
	Elektronika		Měření a nastavení		Zážehové okruhy
	Automobilové odvětví		Bezpečnostní okruhy		Topení a odmrazování

## MATERIÁLY > Silikony

Mezi obecné vlastnosti silikonů náleží úplná absence barvy, zápachu, chutě, fyziologická stálost v čase a značná pružnost a elasticita při nízkých teplotách. Navíc silikony vykazují také značnou odolnost vůči:

- širokému rozsahu teploty (od  $-50^{\circ}\text{C}$  do  $200^{\circ}\text{C}$ )
- slunečnímu záření
- korosivním chemickým činidlům

### Fyzikální a mechanické vlastnosti

Silikon se vyznačuje následujícími vlastnostmi:

- neměnná pružnost a elasticita při extrémně nízkých teplotách ( $-60^{\circ}\text{C}$ )
- stálost mechanických vlastností v širokém rozsahu teplot (od  $-60^{\circ}\text{C}$  do  $+180^{\circ}\text{C}$ , až do  $250^{\circ}\text{C}$ )
- výborná odolnost vůči teplotám, vlhkosti, slunečnímu svitu a stálost vůči chemickým a fyziologickým látkám
- zvýšená odolnost vůči ohni a udržení izolace i po shoření
- nikoli toxické a korosivní kouře
- velmi dobré elektrické vlastnosti s málo významným kolísáním v širokém rozsahu teplot
- minimální absorpce vody i při vysokých teplotách a bez vlivu na dielektrické vlastnosti

### Elektrické vlastnosti

Specifický odpor se pohybuje v intervalu mezi  $10^{-6}$  u dobrého vodiče a  $10^{+15}$  ohm\*cm u izolantu: silikonový kaučuk má nejvyšší hodnotu. Dielektrická konstanta, dielektrická pevnost a výkonný činitel zůstávají prakticky nezměněny mezi extrémními teplotami  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+220^{\circ}\text{C}$ . Obvyklé materiály se však se zvyšováním teploty a doby expozice rychle rozpadají.

## MATERIÁLY > Termoplasty

### POLYOLEFINY

Mezi polyolefiny patří: polypropylén (PP) je homopolymer získaný nepřetržitou polymerací za

přítomnosti katalyzátorů. Polymer je bezbarvý, bez zápachu a průsvitný. Má dobré fyzikální mechanické vlastnosti s minimální absorpcí a propustností vody a dobře odolává chemickým činidlům. Polyetylén (PE) je polymer etylénu, má dobrou chemickou stálost a odolnost vůči nárazu, velmi dobré elektrické vlastnosti, necitlivost na vodu a nízkou propustnost páry. Pokud je zesílený (XLPE), pak vykazuje zvýšený modul a odolnost při zátěži při vysokých teplotách a velmi dobrou odolnost při vzniku problémů creep a stress cracking.

Kopolymer etylén – acetat vinylu (EVA) je kopolymer získaný syntézou při vysoké teplotě. Obsah vinylacetátu může být nízký (10-15 %), střední (45 %), vysoký (70-90 %). Má dobrou pružnost, odolává nárazu zejména při nízkých teplotách, vykazuje dobré elastické protažení a dobrou schopnost absorbovat zátěž.

### PVC

Polyvinylchlorid je beztvavý termoplastický polymer obsahující halogeny s velmi nízkým stupněm zbytkové krystaličnosti (max. 5 %). Díky výhodnému poměru kvalita / cena je PVC polymerem velké spotřeby. Vzhledem ke značné přítomnosti chloru je pod teplotou rozpadu nevznětlivý. Za tepla začleňuje velké množství změkčovadel, které způsobují, že jsou jeho vlastnosti podobné elastomerům. V pevném stavu je tvrdý, průhledný, vykazuje zvýšenou odolnost vůči chemickým činidlům, a to jak zásaditým, tak kyselým; je průměrně odolný vůči ketonům a alifatickým a aromatickým uhlovodíkům. Má zvýšenou odolnost vůči stárnutí. Při pokojové teplotě je pevný, vykazuje dobrou odolnost vůči stárnutí UV zářením, má průměrnou odolnost vůči nárazu, dobré elektrické vlastnosti, nepropouští vodu.

### TERMOPLASTICKÉ ELASTOMERY (TPE)

TPE, které nás zajímají, jsou uretanové (TPU) a olefinové (TPV). TPU jsou kopolymery se střídáním pevných a elastomerických úseků; jsou dobře odolné vůči olejům, otěru, lze je vyrobit průhledné a vykazují dobrou přilnavost ke kovovým podkladům a dalším materiálům. TPV jsou získávány smícháním PP s EPDM a vykazují zvýšenou pevnost a teplotu změknutí v závislosti na procentuálním podílu PP přítomném ve směsi. Dobře odolávají teplotě, mají nízkou specifickou váhu a přijatelnou stálost vůči atmosférickým činidlům.

## MATERIÁLY > Fluor-polymery

**FEP** - FLUOROVANÝ ETYLÉN PROPYLÉN

**MFA** - FLUOR-UHLIČITÁ PRYSKYŘICE HYFLON

**PFA** - PERFLUOR- ALKOXY PRYSKYŘICE

**PTFE** - POLYTETRAFLUORETYLÉN

Pryskyřice FEP - PFA - PTFE jsou fluor-uhličitě pryskyřice, jejichž původ se datuje rokem 1938, kdy se vědeckému týmu Dupontovi podařilo syntetizovat tento výjimečný materiál, který je tak kluzký, že k jeho povrchu skoro nic nepřilne. Odolával skoro všem tehdy známým chemickým sloučeninám; nepoškozuje se pájením a ve vlhku nepodléhá rozpadu, ani bobtnání.

Tento materiál ihned našel široké použití v průmyslu. Zejména byl často používán jako izolant elektrických vodičů, a to zprvu v civilním a později ve vojenském odvětví; umožnil i zvláštní použití v náročných klimatických podmínkách, to vše navíc při značném snížení hmotnosti a objemu, a tedy i významných ekonomických úsporách. Zatímco PTFE může být zpracováván pouze páskami nebo lisováním tlakem, FEP, MFA a PFA umožňují neustálé lisování, čímž se značně snižují výrobní náklady, a odpadají tak problémy s menšími kousky.

### Technické vlastnosti

Použití fluor-uhličitých pryskyřic na izolace kabelových pláštů a elektrické vodiče je stále rozšířenější zejména tam, kde vzhledem ke zvláštním podmínkám nelze doporučit nebo dokonce ani dovolit použití obvyklých materiálů. Fluor-uhličitě pryskyřice FEP, MFA, PFA a PTFE mají tyto vlastnosti:

- **vysoká tepelná odolnost:** jsou použitelné ve stálém provozu až do 260 °C (druhy PTFE a PFA), více jak 240 °C (druh MFA) a 205°C (druh FEP)
- **výjimečné izolační vlastnosti:** výjimečná dielektrická pevnost a stálé dielektrické vlastnosti
- **chemická stálost:** odolnost při styku se skoro všemi chemickými výrobky a žádná absorpce vlhkosti
- **vynikající stálost vůči povětrnostním vlivům:** necitlivost vůči vlivu oxidace, vystavení slunečnímu svitu, vlhkosti, teplotním změnám a obecně všem vnějším vlivům
- **dobré mechanické vlastnosti:** houževnatost a pružnost i při velmi nízkých teplotách, absence jevů, jako je křehkost, trhliny, otěr
- **nízký třecí koeficient:** jsou to nekluzčí dosud známé pevné látky

- **odolnost vůči záření:** to je důvod jejich širokého použití v kosmickém výzkumu

Fluor-uhličité pryskyřice FEP, MFA, PFA mají navíc výhodu v tom, že mohou být lisovány do dlouhých kusů a dále, že použití vodičů z postříbřené a poniklované mědi není nezbytně nutné.

### **Elektrické vlastnosti**

- Dielektrická konstanta: velmi stabilní v širokém pásmu teplot a frekvencí
- Dielektrická pevnost: je vysoká a nepodléhá změnám ani vlivem teplot, ani tepelného stárnutí
- Odolnost vůči povrchovému oblouku: je vysoká a není ovlivněna tepelným stárnutím

### **Použití**

Z vlastností těchto materiálů je zřejmé, jak obtížné by bylo vyjmenovat všechna specifická odvětví jejich použití: ta sahají od výroby letadel a raket po kalkulačky a telekomunikace a od chladírenského průmyslu až po obráběcí stroje.

Vysoká tepelná odolnost (odolnost vůči pájení) umožňuje značné omezení odřezků při všech složitých a kompaktních montážích, kde časté a třeba nepohodlné pájecí práce obvykle obnášejí velká rizika poškození izolace.

Snadnost "oloupání" minimalizuje časy na kabelování; velmi dobré elektrické a tepelné vlastnosti spolu s dobrou mechanickou odolností při vysokých teplotách umožňují snížení hmotnosti a objemu kabelování.

Existence mnohých norem MIL, jež předepisují a stanovují standardy pro různé druhy kabelů (s jedním a více vodiči), které používají tyto materiály jako izolanty, umožňují technikovi spoléhat se na obecně uznávaná projektová kritéria a vysoce zhodnotit své provedení.