

Materiály pro laminování rotorových listů

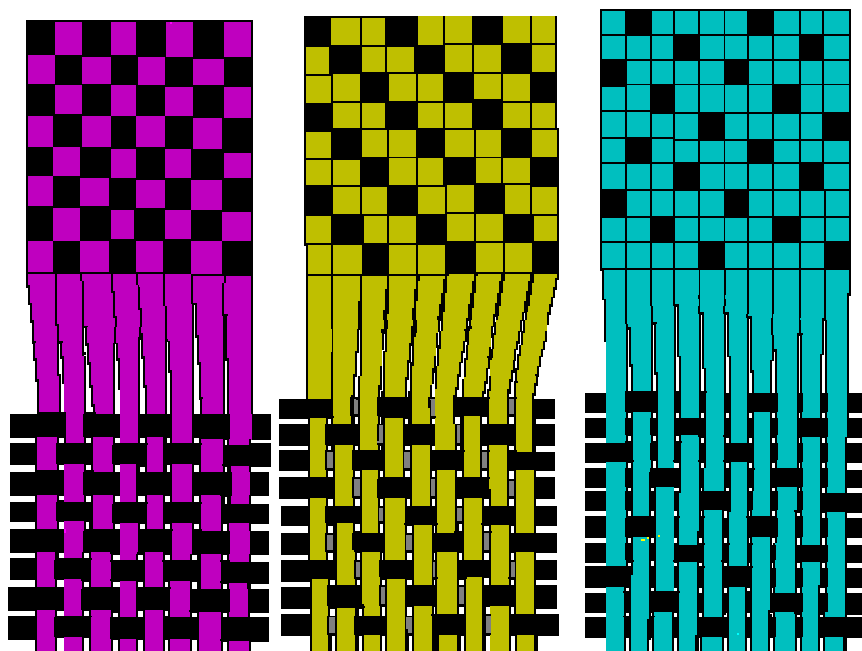
Vlákna:

Slouží jako výztuž v budoucím kompozitu.

- Uspořádání vláken:
 - Jednosměrný pás - roving
 - Jednosměrná tkanina
 - 2D tkaniny
 - Trojosé tkaniny
 - 2D a 3D pleteniny

Nejpoužívanější jsou rovinky a 2D tkaniny. Tyto tkaniny dělíme podle typu vazby tkaniny, která je důležitá pro tvarování tkaniny ve formě.

- Nejpoužívanější typy vazeb tkanin:
 - Plátěná vazba
 - Keprová vazba
 - Saténová vazba



Typy vazeb tkanin. Zleva - plátěná, keprová a saténová vazba

Skleněná vlákna: Vyrábějí se tažením z taveniny otvory v platině rychlostí 3-4 km/min. Průměr vláken je 9-15 mikrometrů. Vlákna jsou potažena lubrikační vrstvou chránící před poškozením. Vlákna jsou splétána do prstenců a používána jako rovinky, tkaniny, krátké sekané sklo (3-6 mm) a krátká vlákna (do 1 mm). Používá se jako hlavní materiál při výrobě rotorových listů větrných elektráren.

- Typy skleněných vláken:
 - E-sklo.....bezalkalické sklo, nejběžnější materiál, s nejnižší cenou.

- R,S-sklo...má lepší mechanické vlastnosti (vyšší pevnost) a vyšší cenu.
- D-sklo.....borosilikátové sklo s dielektrickými vlastnostmi.
- C-sklo.....s vyšší chemickou odolností.

Vlastnosti skleněných vláken:

složení	Jednotka	E-sklo	S-sklo	D-sklo	C-sklo
SiO ₂	%	53-55	60	72-75	60-65
Al ₂ O ₃	%	14-15	24	-	<6
B ₂ O ₃	%	6-8	-	<23	<7
CaO	%	17-22	9	-	14
MgO	%	<5	6	-	<3
K ₂ O,Na ₂ O	%	<1	<0,5	<4	8-10
Ost.oxidy	%	1	-	<1	<1,5
Hustota	g/cm ³	2,6	2,53	2,14	2,45
Pev. v tahu	MPa	3400	4400	2500	3100
E-modul R _m	GPa	73	86	55	70
Tažnost	%	3,5-4	4,5	3	3,5-4
Spec.el.odpor	ohm/cm	1015	1014-1015	-	1014-1018
Koef.Tep.rozt.	10E-6K	5	4	2-3	7,2

Aramidová vlákna: Aromatický polyamid dodávaný na trh pod obchodním názvem Kevlar® nebo Twaron®. Jsou vyráběna tažením z krystalického roztoku polyparafenyl tereftalamidu v koncentrované kyselině sírové. Má nejlepší rázovou houževnatost, nejnižší hustotu, velmi dobré pevnostní parametry a tlumí vibrace. Je odolné plameni, samozhášivé a netaví se. Vlákna jsou chemicky odolná a mají lepší dielektrické vlastnosti než vlákna skleněná.

- Typy aramidových vláken:
 - Vysokomodulové - vlákna Kevlar 49®nebo Twaron HM® jsou určena pro letecké aplikace.
 - Nízkomodulové - vlákna Kevlar 29®nebo Twaron LM® jsou používána na ochranné prostředky jako jsou rukavice, neprůstředlné vesty, ale také například na lana.

Vlastnosti aramidových vláken:

	Jednotka	Nízkomodulová (LM)	Vysokomodulová (HM)
Hustota	g/cm ³	1,44	1,45
Pev. v tahu	MPa	2800	2900
E-modul R _m	GPa	59	127
Tažnost	%	4	1,9
Spec.el.odpor	ohm/cm	1015	1015
Koef.tep.rozt.	10E-6K	-2,3	-4,1
Absorpce vlhkosti	%	7	3,5
Výrobce	DuPont	Kevlar 29	Kevlar 49

Materiály jader

Nekovová jádra dělíme:

- pěny
- buněčná jádra

Nejznámějším nekovovým buněčným jádrem je Nomexové jádro, tvořené aramidovými vlákny nanášenými na papír. Po vytvrzení pryskyřice se expanduje celý blok, který se znovu máčí do pryskyřice a znovu vytvrdí v peci.

- Pěny dělíme do dvou skupin podle struktury buněk:
 - s uzavřenými buňkami
 - s otevřenými buňkami

Pěny s otevřenou buněčnou strukturou nejsou pro letecké aplikace vhodné, pro snadné pronikání vlhkosti do konstrukce. Pěny s uzavřenými buňkami jsou dvojího druhu - nadouvané a syntaktické. Bloky pěnového materiálu jsou rozřezány na desky pásovou pilou nebo odporovým drátem. Nejpoužívanější konstrukční pěny jsou polystyren (styrofoam), polymetalakrylimid (rohacell) a polyuretan.

Vlastnosti konstrukční pěny Rohacell:

Vlastnosti	Jednotka	Rohacell 51 WF	Rohacell 71 WF	Rohacell 110 WF	Rohacell 200 WF
Hustota	kg/m ³	52	75	110	205
Pevnost v tlaku	MPa	0,4	1,05	2,2	6,4
Pevnost ve smyku	MPa	0,5	1	1,75	3,6
E-modul	MPa	45	75	135	270
Smykový modul	MPa	14	24	40	100

Vlastnosti	Jednotka	Rohacell 31 A	Rohacell 51 A	Rohacell 71 A
Hustota	kg/m ³	32	52	75
Pevnost v tlaku	MPa	0,3	0,7	1,3
Pevnost ve smyku	MPa	0,3	0,6	0,9
E-modul	MPa	26	45	75
Smykový modul	MPa	8	13	22

Zdroj: <http://www.csve.cz/cz/clanky/materialy-pro-laminovani-rotorovych-listu/316>