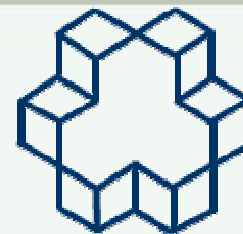




Company Logo

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی مواد



کامپوزیت ها (مواد مرکب)

جلسه پنجم
(انواع الیاف تقویت کننده و روش های تولید آنها)

دکتر رضا اسلامی فارسانی

روش های تولید الیاف تقویت کننده



انواع الیاف تقویت کننده به روش های متنوعی ساخته می شوند. اصلی ترین روش های ساخت به شرح زیر هستند:

- روش ذوب ریزی نظیر الیاف شیشه
- روش ریسندگی محلول نظیر الیاف آرامید
- روش پیرولیز نظیر الیاف کربن
- روش CVD نظیر الیاف کاربید سیلیسیم
- روش دوغابی و چرخاندن محلولی نظیر الیاف آلومینا

الیاف شیشه



الیاف شیشه، نوعی الیاف سرامیکی است که نخستین بار در سال 1937 میلادی توسط دو شرکت آمریکایی به نام های Owens Illinois Glass و Corning Glass Works ساخته شد.

در ادامه این دو شرکت با هم ادغام شده و شرکت Owens Corning Fiberglass Corporation را تشکیل دادند.

در حال حاضر شرکت مذکور یکی از بزرگترین تولید کنندگان الیاف شیشه در جهان بوده که تنوعی از الیاف شیشه با کیفیت بالا را تولید می کند.

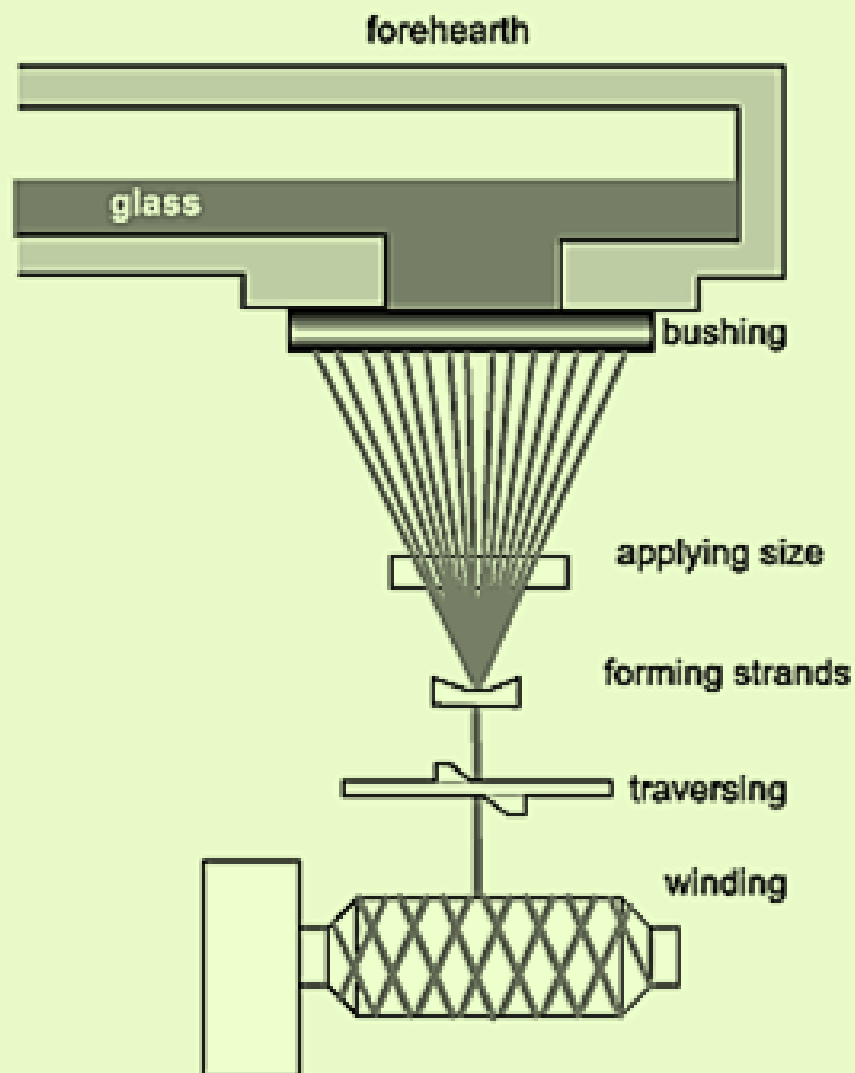


روش ذوب ریسی برای تولید الیاف شیشه

مخلوط اولیه شامل ماسه سیلیسی (SiO_2)، سنگ آهک، خاک رس، فلدسپار، اسید بوریک و درصد کمی از افزودنی ها (بر اساس نوع الیاف) با دانه بندی مشخص و نسبت وزنی معین به صورت خشک تهیه شده و در محفظه ذوب ریخته می شوند.

مخلوط حاصل در دمای بالا (حدود 1260 درجه سانتی گراد که البته با تغییر ترکیب شیمیایی مخلوط این دما تغییر می کند)، ذوب شده و سپس مذاب با ویسکوزیته مناسب از داخل سوراخ های صفحه مشبک در کف محفظه تحت نیروی وزن خود عبور می کنند. صفحه مشبک، پوشینگ (Bushing) نامیده می شود که از جنس فلزات گرانبها بوده و روی آن تعداد زیادی سوراخ (مضرب 200) با قطر چند ده میکرون تعبیه شده است.

الیاف شیشه



ماده خروجی از سوراخ های صفحه مشبک، فیلامنت (تار یا لیف) است.

لیف ها در حین پایین آمدن در هوا سرد شده و پوشش (آهار) مناسب روی آن اعمال می شود که به این مرحله سایزینگ (Sizing) نیز اطلاق می شود.



الیاف شیشه



در مرحله بعد، لیف ها دسته بندی شده و تحت کشش به دور بوبین پیچیده می شوند. سپس بوبین حاوی دسته الیاف درون محفظه خشک کن قرار گرفته و پس از خشک شدن برای تولید محصولات مختلف نظیر یارن، تیشو، مت، پارچه و ... به قسمت های مختلف انتقال می یابند.

محصول تولیدی اولیه روی دوک، رووینگ (Roving) نامیده می شود.





بوشینگ ها باید در دمای بالا مقاوم به حرارت بوده و خواص استحکامی خود را حفظ کنند. همچنین لازم است تا آن ها مقاومت به سایش بالایی داشته باشند.

آلیاژهای پلاتین - رودیم مناسب ترین گزینه برای ساخت بوشینگ ها می باشند که معمولاً با نسبت های 5-95، 10-90 و 20-80 بکار می روند.

عمر بوشینگ ها 6-9 ماه بوده و پس از آن دوباره ذوب و بازیابی می شوند.



نقش ساینزینگ و پوشش دهی الیاف شیشه

- ü کاهش تردی الیاف شیشه
- ü امکان کنار هم قرار دادن و دسته کردن الیاف
- ü امکان جابجایی مناسب و همچنین استفاده در کامپوزیت بدون آسیب دیدن
- ü ایجاد فصل مشترک مناسب بین زمینه و الیاف از طریق اتصال با هر دوی آنها معمولاً ترکیبات ارگانوسیلان بدین منظور استفاده می شود.



انواع الیاف شیشه

انواع الیاف شیشه بر اساس آفالیز و درصد ترکیبات تشکیل دهنده آنها

الیاف شیشه نوع E Electrical Grade

پرمصرف ترین، مرسوم ترین و رایج ترین نوع الیاف شیشه که برای اکثر کاربردهای تجاری بکار می رود. این نوع الیاف دارای استحکام مناسب و مقاومت ویژه الکتریکی بالایی است.

الیاف شیشه نوع S یا R High Strength Grade

این نوع الیاف استحکام بالاتر در مقایسه با نوع E و همچنین خواص بهتر در دمای بالا دارد.

الیاف شیشه نوع C Chemical Resistant Grade

از پایداری شیمیایی در محیط های خورنده برخوردار است.

انواع الیاف شیشه



سه نوع الیاف شیشه ذکر شده متداول ترین نوع الیاف شیشه هستند و انواع دیگر (موارد زیر) از اهمیت کمتری برخوردار هستند.

Alkali Containing Glass

الیاف شیشه نوع A

Alkali Resistant Glass

الیاف شیشه نوع ARG

Lead Glass

الیاف شیشه نوع L

Dielectric Glass

الیاف شیشه نوع D

High Modulus Glass

الیاف شیشه نوع M

مطابق

انواع الیاف شیشه



Composition of Selected Glass Fiber Types by Weight

	E-glass w/Boron	E-glass w/o Boron	ECR- glass	S-2 glass	R-glass	Quartz
SiO ₂	52-56%	59%	54-62%	64-66%	60-65%	99.9999%
Al ₂ O ₃	12-16%	12.1-13.2%	9-15%	24-26%	17-24%	-
B ₂ O ₃	5-10%	-	-	-	-	-
CaO	16-25%	22-23%	17-25%	-	5-11%	-
MgO	0-5%	3.1-3.4%	0-5%	8-12%	6-12%	-
ZnO	-	-	2.9%	-	-	-
Na ₂ O	0-1%	0.6-0.9%	1.0%	0-0.1%	0-2%	-
K ₂ O	trace	0-0.2%	0.2%	-	0-2%	-
TiO ₂	0.2-0.5%	0.5-1.5%	2.5%	-	-	-
ZrO ₂	-	-	-	0-1%	-	-
Li ₂ O	-	-	-	-	-	-
Fe ₂ O ₃	0.2-0.4%	0.2%	0.1%	0-0.1%	-	-
F ₂	0.2-0.7%	0-0.1%	trace	-	-	-



الیاف شیشه

الیاف شیشه نوع E، پرمصرف ترین تقویت کننده کامپوزیت محسوب می شود.

پرمصرف ترین ماده کامپوزیتی، فایبرگلاس (Fiberglass) است که شامل زمینه پلیمر ترموست (عمدتاً رزین پلی استر) تقویت شده با الیاف شیشه است.

کامپوزیت های الیاف شیشه تقریباً در هر زمینه کاربردی مورد استفاده قرار می گیرند. صنایع خودروسازی، دریایی، ساختمان، لوازم بهداشتی، مواد شیمیایی، لوازم خانگی، نظامی، هوایی و ورزشی، عمده ترین زمینه های کاربرد هستند.

الیاف آرامید



الیاف آرامید یک الیاف پلیمری و متداول ترین الیاف آلی است که اولین بار در سال 1971 بوسیله شرکت دوپونت (Dupont) آمریکا با نام تجاری کولار (Kevlar) به بازار عرضه شد.

نام برخی از انواع الیاف آرامید تولید شده توسط سایر شرکت ها به شرح زیر است:

ü توارون (Tewaron) و وارلون (Warlon) از شرکت Akzo هلند

ü تکنورا (Technora) از شرکت ژاپنی Teijin

ü آرموس از شرکت روسی Armoos



خواص الیاف کولار

- ü این الیاف از استحکام و مدول بالا (بالاتر از سایر انواع الیاف آلی)، چقرمگی مناسب و وزن مخصوص پایین برخوردار است.
- ü ضریب انبساط حرارتی این الیاف در جهت طولی الیاف منفی است.
- ü این الیاف آب را جذب کرده و استحکام فشاری آن نصف الیاف کربن است.
- ü برخلاف الیاف شیشه و کربن شکست ناگهانی و ترد نداشته و شکست آن تدریجی است.
- ü الیاف کولار در برابر اکثر حلال ها بجز اسیدها و بازهای قوی مقاوم است.



کاربردهای الیاف کولار

- جلیقه های ضد گلوله
- زره پوش کشتی و وسایل نقلیه موتوری نظیر تانک و تفربر
- سنگرهای میدان جنگ
- مخازن تحت فشار
- لبه های جلو و بالای هواپیما
- طناب کوهنوردی
- پارچه بادبان قایق
- تقویت تایر و تسمه و دیگر کالاهای لاستیکی

الياف كولار



انواع الياف كولار

• كولار 29 (با چقرمگی بالا)

• كولار 49 (با مدول بالا)

• كولار 149 (با مدول بسيار بالا)

Kevlar Grade	Density g/cm ³	Tensile Modulus GPa	Tensile Strength GPa	Tensile Elongation %
29	1.44	83	3.6	4.0
49	1.44	131	3.6 - 4.1	2.8
149	1.47	186	3.4	2.0



روش ریسندگی محلول برای تولید الیاف کولار

مواد اولیه: پارافیلن دی آمین و ترفتالویل کلرید
حلال آلی: دی آلکیل آمید
پلیمر حاصل: پلی پارافیلن ترفتالامید با عنوان عمومی آرامید

در فرآیند ریسندگی محلول، مواد اولیه داخل حلال حل شده تا با انجام فرآیند پلیمریزاسیون محلولی، پلیمر مورد نظر با ویسکوزیته مناسب حاصل شود.
پلیمر حاصل با فشار گاز خنثی نظیر نیتروژن از سوراخ های اسپینرت (Spinneret) یا رشته ساز عبور کرده تا الیاف حاصل شود.

الیاف کولار



الیاف پس از عبور از وان های شستشو به منظور گرفته شدن حلال آن خشک شده و به دور دوک پیچیده می شود.

شماتیک فرآیند ریسندگی
محلول

