

## لوله های فایبرگلاس

### مقدمه:

یکی از مهمترین کاربردهای کامپوزیت در صنایع، تولید لوله های فایبرگلاس (GRP) است. امروزه در صنایع و بخصوص در صنایع شیمیایی و همچنین انتقال سیالات بسیار کاربرد دارد. لوله های فایبرگلاس از رزینهای ترموست (انواع آن در بخشهای قبل توضیح داده شد.) و الیاف شیشه و به روشهای گوناگون تولید می شود. امامهمترین روش برای تولید این لوله ها فیلامان پیچی (Filament Winding) است. (در مقاله آشنایی با کامپوزیت ارائه شده در این سایت توضیح داده شده است.)

### کاربردها:

این لوله ها در موارد زیر به وفور در سطح دنیا و ایران کار شده اند:

۱. انتقال آب
۲. سیستمهای فاضلاب
۳. انتقال مایعات خورنده شیمیایی مانند اسیدها و بازها
۴. سیستمهای مکش آب دریا برای پالایشگاهها و پتروشیمیها
۵. شبکه های آتش نشانی
۶. خطوط زیر دریا
۷. تقویت لوله های پلاستیکی مانند : پلی اتیلن و PVC

### کاربرد لوله های GRP مطابق استاندارد: BS-ISO 14692

کاربرد این لوله ها در صنایع فرآوری نفت و گاز در این استاندارد لحاظ شده است. برخی از کاربردهای عمومی و استعداد این لوله ها برای کاربرد در جدول شماره ۱ آمده است. برخی از کاربردها شامل انتقال نفت خام، سوخت دیزل و مایعات شیمیایی بر پایه حلالها نیاز به تحلیل ریسک و توجه به نکات ویژه دارد. آب تغذیه بویلرها آب و گاز کندانس شده دی اکسیدکربن تخلیه (مواد شیمیایی) مخلوط آب و روغن آب نمک گاز بی اثر آب آتش نشانی سوخت گاز (متان و غیره) گلیکول اسیدکلریدریک گاز کلرید هیدروژن نفت هیوکلریت سدیم آب دریا

### مواد اولیه:

رزین: برای تولید لوله های فایبر گلاس GRP مورد استفاده در صنعت نفت و گاز و پتروشیمی فقط رزین های ترموست قابل قبول هستند که انواع کلی این رزین ها عبارتند از: پلی استر، ونیل استر، اپوکسی و فنولیک. برخی از خواص این رزین ها در مقاله آشنایی با کامپوزیتها، که در همین سایت آمده است، داده شده و همچنین محدودیت دمایی این رزین ها در جدول شماره ۲ آمده است.

همچنین تقویت کننده های الیاف شیشه از نوع E گلاس که در اشکال پیوسته روئینگ و بافته شده حصیری استفاده می شود. برخی از خواص الیاف شیشه و آهن برای مقایسه در جدول شماره ۳ آمده است.

### مزایای لوله های فایبرگلاس

- در این لوله ها خوردگی نه در سطح داخلی که در تماس با سیال است و نه در سطح خارجی که در تماس با محیط است، وجود ندارد. بنابراین کلیه هزینه های مربوط به پوشش داخلی و محافظتهای خارجی به طور کامل از بین می رود.

- سطح داخلی این لوله ها بسیار صاف است ( ضریب هیزن ویلیامز )  $C=150$  در نتیجه افت های اصطکاکی ناشی از مسیر به حداقل مقدار خود می رسد . مهمتر از آن ، این مشخصه هیدرولیکی در طول زمان سرویس دهی تغییر نمی کند و کم نمی شود . (در لوله های فولادی در طول زمان سرویس مشخصات هیدرولیکی آن کاهش می یابد ) .
- چون افت هیدرولیکی این لوله ها پایین است ، لذا می توان سرعت را بالا انتخاب کرد و در نتیجه در یک فلو ودبی مشخص می توان سایز لوله را نسبت به لوله های فولادی یک سایز کمتر انتخاب کرد.
- با توجه به اینکه وزن مخصوص این لوله ها در حدود ۴ برابر کمتر از لوله های فولادی است ، حمل و نقل، جابجایی و نصب این لوله ها بسیار آسان و راحت است.
- با توجه به عدم خوردگی و همچنین ثابت بودن مشخصه های هیدرولیکی ، این لوله ها طول عمر بسیار بالایی دارند . عمر مفید این لوله ها را حدود ۵۰ سال تخمین زده اند.

### مشخصات ابعادی

قطر اسمی: در این نوع لوله ها قطر اسمی بر مبنای میلیمتر اندازه گیری می شود و محدوده قابل قبول برای هر قطر و تیرانس آن در جدول شماره ۴ آمده است.

### نوع اتصال:

برای اتصال لوله های GRP دو روش کلی وجود دارد : ۱- کوپلینگ مکانیکی -2 اتصال جوشی

مهمترین نوع اتصال کوپلینگ مکانیکی نوع بل و اسپیکوت (نر و مادگی با اورینگ و قفل کن) است که شماتیک آن را در شکل شماره ۱ می بینید. اما در صنعت نفت و گاز و پتروشیمی روش اتصال قابل قبول نوع جوشی است. در اتصال جوشی یک پیوند پلیمری بین دو لوله از طریق لایه گذاری الیاف شیشه و رزین متناسب با جنس لوله برقرار می شود و در حقیقت دو لوله با یکدیگر از طریق واسطه جوش یکپارچه می شوند.

شعاع خم زانویی: شعاع خم استاندارد برای زانویی ها ۱.۵ برابر قطر اسمی است . البته در صورت نیاز شعاع خم های بزرگتر نیز قابل دسترسی هستند .

انواع اتصالات: برای این لوله ها انواع استاندارد اتصالات مانند : سه راهی معادل ، سه راهی کاهش ، زانوییها ، تبدیل و انواع فلنجهها به روش لایه گذاری دستی

### مقدمه

استفاده از لوله فایبرگلاس برای اولین بار در سال ۱۹۴۸ در سطح جهانی مطرح شد . اولین کاربرد لوله فایبرگلاس، که هنوز یکی از وسیع ترین دامنه های کاربرد را دارد در صنایع نفت می باشد . انتخاب لوله فایبرگلاس بعنوان یک ماده با صرفه ، مقاوم در برابر خوردگی روش بهتری در مقایسه با لوله های فولادی پوشش دار یا فولادهای ضد زنگ و انواع دیگر فلزات می باشد. خطوط تولید به سرعت برای کاربردهای فشار بالا و دیواره نازکتر و افزایش امکان اتصالات توسعه یافت . در اواخر دهه ۱۹۵۰ لوله با قطرهای بزرگتر وارد بازار شد و لوله فایبرگلاس در صنایع شیمیایی کاربرد پیدا کرد چون این لوله ها مقاومت خوبی در برابر خوردگی های داخلی داشت.

از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ لوله فایبرگلاس در مصارف آب شهری و فاضلاب مورد قبول واقع شد. دامنه وسیع کاربرد لوله فایبرگلاس به دلیل عمر مفید طولانی، استحکام، سبکی و مقاومت در برابر خوردگی می باشد. بنابراین باعث حذف پوششهای داخلی و خارجی و یا حفاظت کاتدی شد. لوله فایبرگلاس دارای انعطاف پذیری وسیعی در طراحی می باشد و در دامنه وسیعی از قطرهای استاندارد بکار می رود.

امکان ساخت لوله های فایبرگلاس از قطر 1 اینچ تا ۱۶۰ اینچ (۲۵ میلیمتر تا 4000 میلیمتر) وجود دارد. مقاومت در برابر فشار از فشار جاذبه تا چندین هزار (kPa) نیز وجود دارد. امروزه در بسیاری از کشورها از لوله فایبرگلاس استفاده می شود.

لوله های فایبرگلاس از ترکیب خاصی از مواد مرکب شامل الیاف و رزین تشکیل یافته اند با انتخاب صحیح ترکیبات و مقدار مواد و انتخاب فرایند مناسب، طراح می تواند به خصوصیات مورد نظر دست یابد نتیجه آن به وجود آمدن محصولی با دامنه وسیع کاربرد و کارایی مطلوب است.

### روش تولید لوله های فایبرگلاس

لوله های فایبرگلاس بر اساس روش تولید Filament Winding Discontinuous تولید می شوند. به همین ترتیب انواع رزین هایی که در لوله بکار می رود شامل ( رزین های اپوکسی، پلی استر یا وینیل استر) می باشد. همچنین از الیاف شیشه مثل ECR-GLASS، C-GLASS، E-GLASS و ... در ساخت لوله های فایبر گلاس به کار برده می شود. پس از آماده سازی قالب لوله یک لایه CBL به عنوان لایه مقاومت کننده در مقابل خوردگی و رسیدن به یک سطح صاف داخلی لوله که اصطکاک را به حداقل ممکن برسد. و به روش Hand Lay Up اعمال می گردد. سپس کار الیاف پیچی بوسیله ماشین Filament Winding الیاف Rowing آغشته به رزین به صورت عمودی و زاویه دار روی قالب پیچیده می شود تا به ضخامت مورد نظر طراحی برسد. در پایان لوله تولید شده از قالب به کمک پمپ های هیدرولیک جدا می گردد و عملیات پرداخت و چمفر در پایان پروسه تولید اعمال می گردد.

### ابعاد لوله های فایبرگلاس

لوله های تحت فشار (۲/۵، ۶، ۱۰، ۱۶، ۲۵، ۳۲) بار و اتمسریک در سایزهای 500، 600، 800، 1200، 1400، 1600، 2000، 2400، (3000 میلیمتر، با طول حداکثر ۱۲۰۰۰ میلیمتر به دو صورت زاویه دار و ۹۰ درجه تولید می شود. لوله ها در شرکت فراپاکس شیراز در سایزهای ۲۵۰ تا ۳۰۰۰ میلیمتر و با فشارهای کاری بالا (تا ۵۰ بار) قابل تولید می باشند. سفارشات ویژه و خارج از این Scope کاری نیز پذیرفته می شود.

### استاندارد لوله های فایبرگلاس

ASTM D2996: استاندارد مشخصات لوله های فایبرگلاس تولید شده به روش filament-winding که از رزین های اپوکسی، پلی استر استفاده شده و در قطرهای 1 تا ۱۶ اینچ.

ASTM D3262: استاندارد مشخصات لوله فایبرگلاس فاضلاب در قطرهای ۸ تا ۱۲۴ اینچ و با ماسه سیلیس یا بدون آن و رزین های اپوکسی یا پلی استر.

ASTM D3517 استاندارد مشخصات لوله های فایبرگلاس تحت فشار در قطرهای ۸ تا 144 اینچ با ماسه سیلیس یا بدون آن رزین اپوکسی و یا پلی استرمی باشد.

ASTM D2105 روش استاندارد برای آزمایش خواص کشش طولی لوله فایبرگلاس.

ASTM D2143 روش استاندارد آزمایش استحکام تحت فشار متناوب روی لوله تقویت شده بوسیله رزین ضد حرارت.

ASTM D2992 روش استاندارد برای بدست آوردن فشار هیدرواستاتیک یا فشار طراحی برای لوله و اتصالات فایبرگلاس.

ASTM C581 استاندارد عملی برای تعیین مقاومت شیمیایی رزینهای ضد حرارت که برای محکم کردن ساختمان فایبرگلاس هایی که کاربردهایی در زمینه مایعات دارند بکار می رود.

ASTM D3615 روش استاندارد آزمایش برای تعیین مقاومت شیمیایی یک ماده مرکب که در ساخت قالبهای اتصالات کاربرد دارد.

ASTM D4161 استاندارد مشخصات اتصالات فایبرگلاس که از واشرهای آب بندی انعطاف پذیر استفاده می شود.

ASTM F1173 استاندارد مشخصات لوله و اتصالات فایبرگلاس که برای مصارف دریایی کاربرد دارند.

ASTM D 3754 فاضلاب تحت فشار.

سایت مهندسی شیمی