



فن آوری لوله‌های

کامپوزیتی

**GLASS FIBER REINFORCED PLASTIC
PIPES**

شرکت ارکان لوله همدان

فهرست عناوین

صفحه	عنوان
۲	۱. مقدمه
۴	۲. ساختار لوله‌های GRP تولید شده به شیوه پیش‌ساخته
۶	۳. فرآیند تولید
۱۱	۴. طبقه‌بندی لوله‌های GRP
۱۳	۵. انواع اتصالات لوله‌های GRP
۱۶	۶. ویژگی‌ها و مزایای لوله‌های GRP
۲۰	۷. کاربرد و موارد مصرف لوله‌های GRP
۲۱	۸. مقایسه لوله GRP با سایر لوله‌های سنتی
۲۵	۹. معرفی شرکت
۲۷	۱۰. محصولات تولیدی شرکت و مشخصات عمومی لوله‌های تولیدی
۲۸	۱۱. کنترل کیفیت محصول
	پیوست شماره ۱

۱. مقدمه

امروزه با توجه به رشد روزافزون جمعیت در جهان و بحران جدی " آب ، محیط زیست و انرژی " انتقال بهینه آب، فاضلاب و انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از سویی لوله بهترین وسیله انتقال سیالات است به گونه‌ای که سیستم انتقال توسط لوله در کاربردهای



مختلف یکی از اقتصادی‌ترین روش‌های جابجایی سیال است.

بنابراین کاربرد لوله در ابعاد مختلف زندگی بشر دارای رشد روزافزون می‌باشد.

به همین دلیل در رقابت اقتصادی کارخانه‌های

سازنده لوله، مرتباً تکنولوژی ساخت انواع لوله تغییر نموده و متناسب با نیازهای مصرف طراحی و عرضه می‌شود.

لوله GRP (Glass fiber Reinforced Polyester Pipe) نوعی لوله کامپوزیتی است که از مواد

اولیه زیر تشکیل شده است:



- الیاف شیشه (Roving , Chopped Strand mat, ...)

- رزین پلی‌استر (Polyester)

- سیلیس با درجه خلوص بالای ۹۵ درصد و دانه‌بندی معین

- مواد افزودنی پلیمری (مانند کاتالیزورها، شتاب‌دهنده‌ها و ...)

لوله GRP از سال ۱۹۴۸ مطرح شد. اولین کاربرد لوله GRP،

در صنایع نفت می‌باشد. انتخاب لوله GRP به عنوان یک ماده باصرفه، مقاوم در برابر خوردگی روش

بهتری در مقایسه با لوله‌های فولادی پوشش‌دار یا فولادهای ضدزنگ و انواع دیگر فلزات می‌باشد.

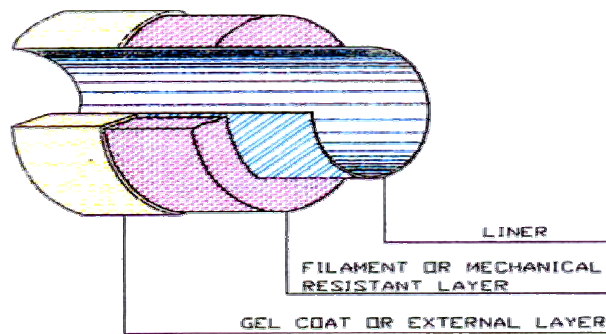
در اواخر دهه ۱۹۵۰ لوله با قطرهای بزرگتر وارد بازار شد و لوله GRP در صنایع شیمیایی کاربرد پیدا کرد؛ چون این لوله مقاومت خوبی در مقابل خوردگی‌ها داشت.

از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ لوله GRP در مصارف آب شهری و فاضلاب مورد قبول واقع شد. بازده لوله GRP مربوط به شناخت عمر مفید، استحکام و مقاومت در برابر خوردگی می‌باشد. بنابراین باعث حذف پوشش‌های داخلی و خارجی و یا حفاظت کاتدی شد. لوله GRP دارای انعطاف‌پذیری وسیعی در طراحی می‌باشد و در ناحیه وسیعی از قطرهای استاندارد به کار می‌رود.



۲. ساختار لوله‌های GRP تولید شده به شیوه پیش‌الیاف

لوله‌های GRP تولید شده به روش پیش‌الیاف، از سه لایه مجزا با خصوصیات متمایز و اتصال خوب به همدیگر تشکیل شده‌اند.



الف) لایه آستری

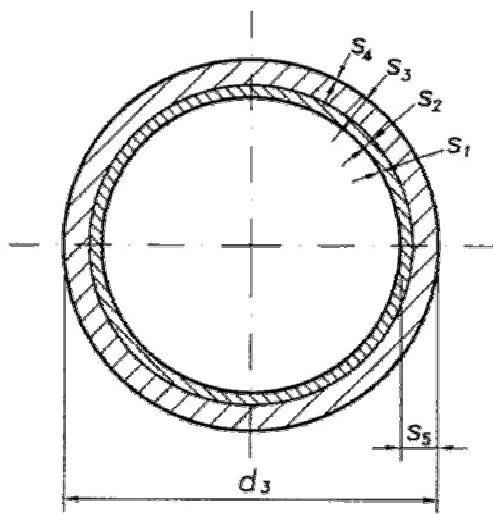
این لایه که در تماس مستقیم با سیال می‌باشد، حداکثر مقاومت در برابر حمله شیمیایی از طرف سیال را تضمین می‌کند. همچنین، این لایه وظیفه ایجاد سطحی صاف و صیقلی بدون وجود هرگونه ترک یا آسیب موضعی را بر عهده دارد. لایه آستر از یک لایه Veil و یک لایه نوار Mat شیشه‌ای که به رزین مناسب آغشته می‌گردد، تشکیل می‌شود.

ب) لایه مقاوم مکانیکی

لایه‌های قرار گرفته در این بخش، وظیفه مقاوم سازی جدار خارجی لایه در برابر تنش‌های ناشی از شرایط کارکردی را دارند. این تنش‌ها ناشی از فشار داخلی و خارجی اعمالی بر لوله می‌باشد. ضخامت این لایه نیز منتج از میزان نیروی وارد بر لوله می‌باشد. این لایه از الیاف شیشه پیوسته Roving که به رزین آغشته گردیده است به همراه سیلیس ساخته می‌شود.

پ (لایه خارجی

این لایه ضخامتی در حدود ۰/۲ میلیمتر دارد و از رزین خالص بدون الیاف ساخته شده است. این لایه نقش آغشته‌سازی کامل الیاف بیرونی را ایفا می‌کند و باعث می‌شود تا سطح خارجی لوله عاری از هرگونه برآمدگی و تورم الیاف باشد. لایه خارجی همواره به وسیله اشعه ماوراء بنفش پخت می‌شود تا از اثر سایش‌های جزئی ممانعت بعمل آورد.



- d_3 : قطر خارجی لوله
- S_1 : ضخامت لایه رزین غنی داخلی (۰.۲ الی ۰.۴ میلیمتر)
- S_2 : ضخامت لایه‌ای که الیاف در آن قرار گرفته است (۳۰±۵ درصد الیاف نبشته)
- $S_1 + S_2 \geq 1mm$
- S_3 : لایه محافظ (مقدار الیاف کوتاه بزرگتر و مساوی ۵ درصد) (طول الیاف کوتاه حداقل ۵۰ میلیمتر)
- $S_3 = S_5 - (S_1 + S_2) - S_4$
- S_4 : ضخامت لایه رزین غنی خارجی
- S_5 : ضخامت جداره دیواره خارجی
- مقدار الیاف $S_1 + S_2$ کوچکتر و مساوی ۱۰ درصد

طول شاخه لوله های تولیدی ۶ الی ۱۲ متر با انحراف مجاز حداکثر ۶۰ میلیمتر برای هر شاخه

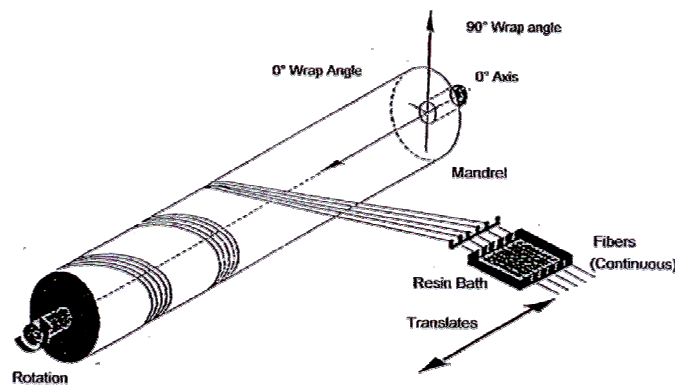
۳. فرآیند تولید

به طور کلی یکی از متداولترین شیوه‌های تولید لوله‌های GRP روش پیچش‌الیاف می‌باشد که خود به دو صورت پیوسته و ناپیوسته صورت می‌گیرد.

۱- روش پیچش الیاف ناپیوسته

در فرآیند پیچش الیاف ناپیوسته، لوله با طول حداکثر ۱۲ متر تولید می‌شود. در این روش، الیاف بر روی یک قالب (مندرل) با طول ثابت (۱۲ متری) که حول محور طولی خود به آرامی دوران می‌کند، به واسطه یک منبع تغذیه‌کننده که در راستای طول لوله حرکت رفت و برگشتی دارد، پیچانده می‌شود. برای این منظور، ابتدا الیاف در حوضچه‌ای به رزین آغشته می‌شود و سپس الیاف آغشته به رزین بر روی مندرل دوار پیچانده می‌شود.

بر اساس تنظیم سرعت‌های نسبی دوران مندرل و حرکت منبع تغذیه‌کننده الیاف شیشه، زوایای مختلف پیچش قابل حصول می‌باشد. همچنین در این روش امکان اعمال سیلیس (به میزان محدود) به منظور کاهش مصرف الیاف و رزین و افزایش ممان اینرسی مقطع لوله جهت افزایش سفتی لوله امکان‌پذیر است. لوله‌های تولید شده به این روش برای مصارف گرانشی، فشار متوسط و بالا و هرگونه کاربرد رو و یا زیر زمین مناسب است.



در این روش از رزین و الیاف شیشه ریز شده (Chopped)، سیلیس با درصد خلوص بالا و الیاف Roving پیوسته با نسبت‌های از پیش تعیین شده استفاده می‌شود. فرآیند پخت، به واسطه استفاده از گرمکن‌های مادون قرمز و با استفاده از انرژی تابشی پس از اتمام فرآیند پیچش الیاف تحقق می‌یابد.



مهم‌ترین مزیت‌های این روش نسبت به شیوه پیوسته را می‌توان در موارد ذیل برشمرد:

- امکان پیچش الیاف به صورت حلقوی و محوری و تولید لوله‌های با قابلیت تحمل فشارهای بالاتر و مناسب جهت کاربرد در روی زمین و خطوط پرفشار انتقال آب
- مناسب بودن لوله‌های تولید شده به این روش برای هر دو مصارف روی زمین و زیر زمین
- انعطاف پذیری فرآیند تولید در اجرای برنامه ترکیبی تولید.
- قابل ذکر است مشکل عدم پخت کامل که در خطوط تولید پیوسته حادث می‌گردد ناشی از اعمال پخت از خارجی‌ترین لایه به سمت داخلی‌ترین لایه میباشد. در فن‌آوری تولید به روش ناپیوسته پخت به دو مرحله پخت جداگانه صورت می‌گیرد :

۱- لایه آستری (Inner Liner داخلی)

۲- لایه سازه‌ای (Structural یا خارجی)

لذا فرآیند پخت لوله‌های تولیدی این روش در دو مرحله جدا و بطور کامل محقق می‌گردد و نیازی به عملیات post-cure نمی‌باشد و در بیش از ۱۰ کارخانه خارج در کشور عیناً همین فرآیند مشاهده شده که در حال بهره‌برداری می‌باشد.

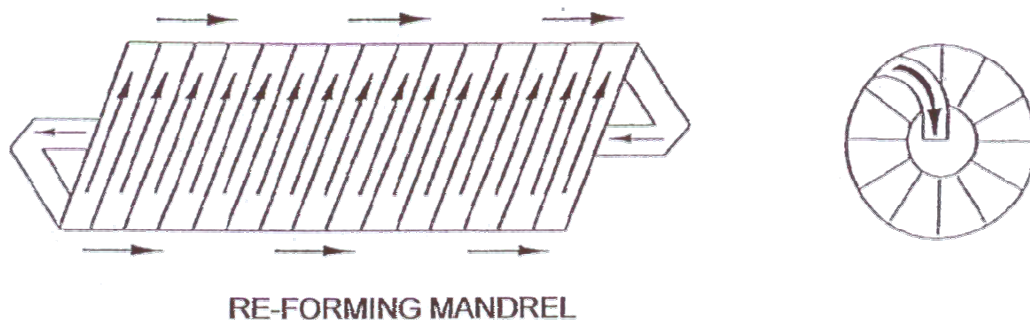


۲- روش پیچش الیاف پیوسته

در فرآیند پیچش الیاف پیوسته، لوله به صورت پیوسته تولید می‌شود و هنگامیکه طول آن به مقدار مورد نظر رسید، برش داده می‌شود. در این روش نیز از رزین و الیاف شیشه به صورت Roving و سیلیس با درصد خلوص بالا با نسبت‌های از پیش تعیین شده استفاده می‌شود. فرآیند پخت، به واسطه استفاده از گرمکن‌های مادون قرمز و در حین فرآیند پیچش الیاف با استفاده از انرژی تابشی تحقق می‌یابد.



در این شیوه تسمه‌های فلزی باریک، مندرل را تشکیل می‌دهند که از انتها در راستای محور مرکزی لوله دوباره به اول خط تولید باز می‌گردند و یک ساختار پیوسته را برای مندرل ایجاد می‌کنند.



لوله‌های تولید شده به واسطه شیوه پیوسته را می‌توان در موارد زیر بکاربرد:

■ لوله‌های گرانشی و کم فشار (حداکثر ۲۰ بار)

■ کاربردهای زیر زمینی

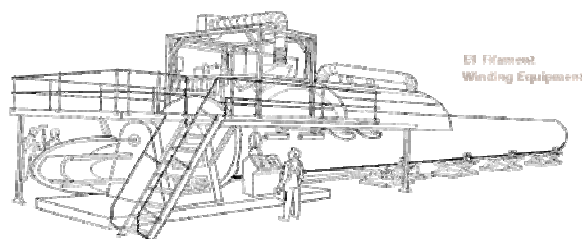
مهمترین مزیت‌های این روش نسبت به شیوه ناپیوسته را می‌توان در موارد ذیل برشمرد:

■ سرعت تولید بالا

■ یکنواختی محصول تولیدی

■ امکان اعمال سیلیس بیشتر و مناسب بودن محصول

■ برای مصارف فشار پایین و زیرزمینی و انتقال فاضلاب



۴. طبقه‌بندی لوله‌های GRP

لوله‌های GRP عمدتاً با دو مشخصه فشار اسمی (PN) و سفتی (SN) طبقه‌بندی می‌گردند. طبقه‌بندی لوله‌های GRP بر اساس ترکیب فشار اسمی و سفتی به شرح جدول شماره ۱ و بر اساس سری قطر طبق جدول شماره ۲ می‌باشند.

■ طبقه‌بندی کلی بر اساس فشار اسمی

طبقه‌بندی فشار اسمی نشان‌دهنده حداکثر فشار در زمان کارکرد برحسب بار یا اتمسفر می‌باشد و به عمق دفن لوله بستگی ندارد. هر طبقه‌بندی فشار اسمی بر حسب عمق نصب لوله و شرایط بسترسازی و ترانشه می‌تواند با یک رده سفتی ترکیب گردد. (جدول ۱)

■ طبقه‌بندی کلی بر اساس سفتی

سفتی لوله‌های GRP معرف مقاومت لوله در برابر تغییر شکل می‌باشد. توانایی لوله برای مقاومت در برابر تغییر شکل وانحراف ناشی از نیروهای خارجی و فشار خلاء داخل لوله، به میزان سفتی آن بستگی دارد.

هرچند مقدار سفتی لوله به ضخامت جداره آن نیز بستگی دارد، ولی در نهایت، شاخصی که معرف خواص فیزیکی لوله‌های GRP است، مقدار سفتی آن می‌باشد و ذکر تنها ضخامت جداره لوله کافی نیست. در عمل هر رده فشار اسمی می‌تواند با یک رده سفتی ترکیب گردد. (جدول ۱)

■ طبقه بندی کلی بر اساس سری قطر

لوله‌های GRP علاوه بر فشار اسمی و سفتی، بر اساس سری قطر نیز طبقه‌بندی می‌گردند. (جدول ۲)

جدول شماره ۱: طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدشده با روش الیاف پیچی بر اساس سفتی و فشار اسمی

فشار اسمی							درجه سفتی
PN 25	PN 16	PN 10	PN 6	PN 4	PN 2.5	PN 1	
						×	SN 630
		×	×	×	×	×	SN 1250
	×	×	×	×	×	×	SN 2500
	×	×	×	×	×	×	SN 5000
×	×	×	×	×	×	×	SN 10000

جدول شماره ۲: طبقه بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدشده با روش الیاف پیچی بر اساس سری قطر

سری قطر			قطر اسمی
۳	۲	۱	
×	×		۱۰۰
×	×		۱۵۰
×	×		۲۰۰
×	×		۲۵۰
×	×	×	۳۰۰
×	×	×	۳۵۰
×	×	×	۴۰۰
×	×	×	۵۰۰
	×	×	۶۰۰
	×	×	۷۰۰
	×	×	۸۰۰
	×	×	۹۰۰
	×	×	۱۰۰۰
	×	×	۱۲۰۰
	×	×	۱۴۰۰
	×	×	۱۶۰۰
	×	×	۱۸۰۰
		×	۲۰۰۰
		×	۲۴۰۰
		×	۲۸۰۰
		×	۳۲۰۰

در پیوست شماره یک، مشخصات این لوله‌ها بر اساس فشار اسمی، سفتی و سری قطر صرفاً برای

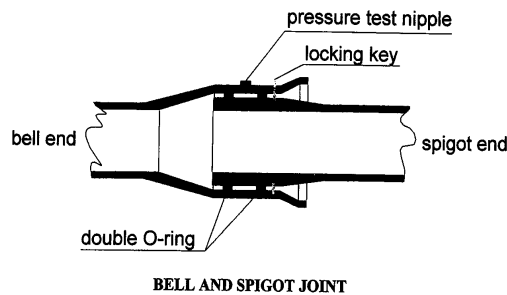
راهنمایی درج شده است.

۵. انواع اتصالات لوله‌های GRP

برای اتصال لوله‌های GRP به یکدیگر، انواع اتصالات وجود دارد. عمده‌ترین انواع اتصالات به شرح زیر است:

اتصال بل و اسپیگات

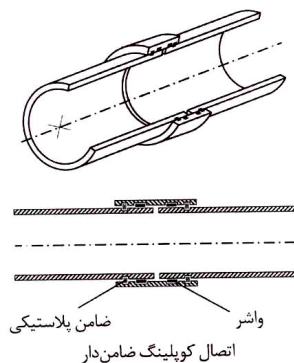
متداول‌ترین نوع اتصال مورد استفاده در لوله‌های GRP، اتصال موصوم به بل و اسپیگات (bell & spigot) است که به راحتی نصب شده، آب‌بندی هیدرولیکی بسیار مناسبی به جهت استفاده از واشرهای لاستیکی را بوجود می‌آورد. تفرانس در شیوه بل و اسپیگات بسیار محدود است. زیرا بل به وسیله قالب و به همراه لوله تولید می‌شود؛ در حالی که اسپیگات بر اساس انجام عملیات ماشین‌کاری به وجود می‌آید.



شکل ۲۱: شماتیک اتصال بل و اسپیگات

اتصال غلاف و حلقه لاستیکی

اتصال از نوع غلاف و حلقه لاستیکی (sleeve joint) معمول‌ترین نوع اتصال لوله‌های GRP در خطوط تولید لوله به صورت پیوسته می‌باشد.

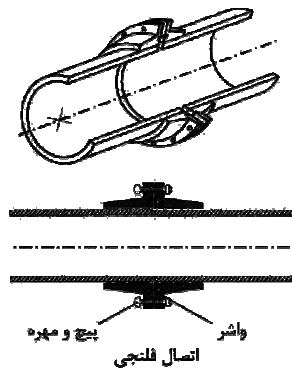


شکل ۲۲: شماتیک اتصال غلاف و حلقه لاستیکی

غلاف اتصال از جنس GRP بوده و همراه لوله در کارخانه تولید می‌شود. قطر داخلی این غلاف‌ها از قطر سر لوله مربوط بزرگتر می‌باشد که توسط دو و یا چند حلقه لاستیکی، آب بندی لوله را تامین می‌نمایند. واشر لاستیکی در داخل غلاف و در درون شیار که به دقت تراشکاری شده قرار می‌گیرد.

اتصالات فلنجی

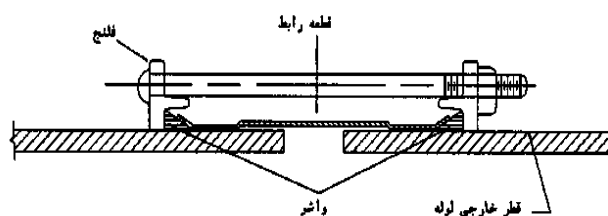
اتصال نوع فلنجی برای نصب شیرآلات، متعلقات فلنج‌دار و نظایر آن و همچنین برای اتصال لوله با جنس متفاوت به لوله‌های GRP استفاده می‌شود.



شکل ۲۳: شماتیک اتصال فلنجی

اتصال مکانیکی

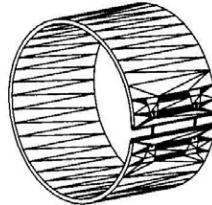
کاربرد اتصال نوع مکانیکی و یا اتصال قابل انعطاف در لوله‌های GRP مانند سایر لوله‌ها، برای ایجاد امکان انحراف در محل اتصال، اتصال دو لوله با جنس متفاوت، اتصال دو لوله با قطر متفاوت و نظایر آن می‌باشد.



شکل ۲۴: شماتیک اتصال مکانیکی

اتصال فلزی

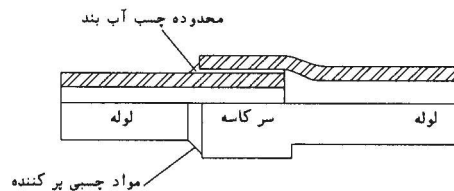
اتصال فلزی در حقیقت نوعی بست می باشد که در محل اتصالی قرار گرفته و توسط پیچ و مهره در محل اتصالی محکم می شود. آب بندی در این اتصالی توسط واشرهای لاستیکی که در داخل بدنه اتصالی قرار گرفته تأمین می گردد. این نوع اتصالی برای تعمیرات خط لوله (ترکیدگی لوله، صدمه به بدنه لوله و نظایر آن) نیز کاربرد زیاد دارد.



شکل ۲۵: شماتیک اتصال فلزی

اتصال فشاری

در این نوع اتصالات، سرساده یک لوله به داخل سرکاسه لوله دیگر فشار داده شده و آب بندی توسط چسب مخصوص که بین جدار خارجی سرساده و جدار داخلی سرکاسه قرار می گیرد، تأمین می شود.



شکل ۲۶: شماتیک اتصال فشاری

سایر انواع اتصالات

- اتصال سرساده و سرکاسه مخروطی چسبی
- اتصال سرکاسه مخروطی و سرساده معمولی چسبی
- اتصال پیچی
- اتصال وصله ای که اصطلاحاً اتصال جوشی نیز گفته می شود.

۶. ویژگی‌ها و مزایای لوله‌های GRP

۱- عمر طولانی:

از برجسته‌ترین مزایای لوله GRP عمر بسیار طولانی آنها می‌باشد؛ چنانچه لوله‌های GRP به صورت اصولی تولید و نصب شوند بالغ بر ۵۰ سال کارایی دارند که این حداقل دو تا سه برابر عمر مفید یک لوله فولادی یا بتنی است.

۲- مقاومت به خوردگی:

از دیگر مزایای بارز لوله‌های GRP مقاومت بسیار خوب آنها در برابر خوردگی نسبت به لوله‌های فلزی یا بتنی می‌باشد. لذا این نوع لوله‌ها را برای مناطقی که دارای خاک خورنده می‌باشد و یا جهت جمع‌آوری فاضلاب‌های شهری که خوردگی بالایی دارند، می‌توان استفاده نمود. از این لوله‌ها می‌توان جهت انتقال فاضلاب‌های صنعتی نیز استفاده کرد. از جمله با تغییر رزین و الیاف مورد استفاده می‌توان جهت خورنده‌ترین پساب‌ها، مانند پساب صنایع کاغذسازی از لوله‌های کامپوزیتی استفاده نمود.

۳- وزن کم:

مزیت دیگر لوله‌های GRP وزن کم آنها است، که حدود یک پنجم لوله‌های چدنی و یک دهم لوله‌های بتنی می‌باشد. بنابراین لوله‌های GRP سرعت و سهولت حمل و جابجایی و نصب بسیار بهتری نسبت به لوله‌های دیگر دارند.

۴- خزش:

تمام مصالح پلاستیکی در معرض پدیده خزش یا زوال می‌باشند. خزش عبارتست از تقلیل خصوصیات لوله با گذشت زمان. پدیده خزش در ارتباط مستقیم با کیفیت مواد مصرفی در ساخت لوله بوده و به

شیوه تولید بستگی ندارد. به همین سبب آزمایشهای درازمدت مواد خام تشکیل دهنده لوله اهمیت زیاد دارد.

اساس طراحی لوله‌های GRP برای حداقل عمر ۵۰ سال است. فاکتور خزش k بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$K = \frac{\text{سختی دراز مدت}}{\text{سختی کوتاه مدت}}$$

فاکتور فوق پس از ۵۰ سال، برای لوله‌های مدفون تحت فشار باید حداقل ۰/۵ و برای لوله‌های ثقلی برابر ۰/۴ باشد. این فاکتور با دستگاه‌های مخصوص در آزمایشگاه قابل اندازه‌گیری و محاسبه است.

۵- صافی سطح داخلی:

یکی دیگر از مزایای لوله‌های GRP صافی سطح داخل آنها نسبت به نمونه‌های فلزی و بتنی است که باعث افت فشار کمتر سیال در لوله‌های فایبرگلاس نسبت به لوله‌های دیگر می‌گردد و در شرایط یکسان، سیال بیشتری توسط این لوله‌ها نسبت به لوله‌های بتنی و فلزی قابل انتقال می‌باشد و یا امکان کاهش قطر لوله برای کاهش هزینه اولیه خرید فراهم می‌گردد.

۶- تحمل فشار بالا:

یکی دیگر از مزایای لوله‌های GRP قابلیت تحمل فشارهای نسبتاً بالای آن است که این لوله‌ها را جایگزین مناسبی برای لوله‌های دیگر در خطوط انتقال آب با فشارهای بالا نموده است.

۷- سهولت تولید و سرمایه‌گذاری اولیه کمتر:

مزیت دیگری که لوله‌های کامپوزیتی نسبت به دیگر لوله‌های متداول دارند، سهولت شکل‌پذیری و تولید می‌باشد که منجر به سرمایه‌گذاری اولیه کمتری می‌گردد.

۸- تحمل دمای بالا:

از مزیت‌های دیگر لوله GRP نسبت به لوله‌های پلاستیکی دیگر مثل پلی اتیلن، تحمل دمای بالا می‌باشد. همچنین جهت انتقال یک سیال خاص که دمای نسبتاً بالایی دارد، لوله‌های GRP تنها جایگزین مناسب برای لوله‌های فلزی می‌باشند و در این موارد نمی‌توان از لوله‌های PVC، پلی اتیلن و یا پلی پروپیلن استفاده نمود. لوله‌های GRP ساخته شده از رزین پلی استر ایزوفتالیک در درازمدت قابلیت تحمل دماهای تا ۶۰- ۵۰ درجه سانتیگراد را دارا بوده و برای تحمل دماهای بالاتر (تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد) می‌توان از رزین وینیل استر کمک گرفت. همچنین برای دماهای بالاتر و انتقال سیالات نفتی نیز می‌توان از نوعی دیگر از لوله‌های کامپوزیتی که با رزین اپوکسی تولید می‌شود استفاده نمود.

۹- مدول الاستیسیته پایین

شوک‌های داخلی که معروف‌ترین آن ضربه قوچ می‌باشد، در اثر تغییرات ناگهانی سرعت سیال درون سیستم ایجاد می‌شود. در شرایط خاص نیروی ضربه آنقدر می‌تواند زیاد باشد که سیستم را تخریب کند. فشارهای گذرا با سرعت موج در سیستم حرکت می‌کند و قادر است با توجه به منبع و جهت حرکت موج باعث افزایش یا کاهش فشار گردد.

اندازه ضربه قوچ بستگی به خصوصیات و سرعت سیال دارد و در اثر مدول الاستیسیته کم در لوله‌های GRP توانایی آنها در دفع نیروی موج و کاهش تاثیر موج در سیستم بسیار زیاد است. به طور کلی لوله‌های GRP قادر به تحمل ضربه قوچی به میزان ۴۰ درصد بیشتر از فشار اسمی خود می‌باشد و ضربه قوچ در آنها حدوداً نصف لوله‌های فلزی است.

سرعت موج حاصل در لوله‌های GRP حدود ۴۲۰ متر بر ثانیه است که این مقدار در لوله‌های فلزی حدود ۱۱۰۰ متر بر ثانیه تخمین زده می‌شود.

کاهش ضربه قوچ، علاوه بر افزایش عمر لوله باعث می شوند تا از تجهیزات حفاظتی کمتری جهت پیشگیری از ضربه قوچ استفاده شود.

۱۰- مقاومت در برابر اشعه UV

نور خورشید بر روی خواص مکانیکی لوله GRP اثری ندارد. همچنین تا کنون مدرکی دال بر اثر تخریبی اشعه ماوراء بنفش بر عمر سرویس دهی لوله‌های GRP مشاهده نگردیده است. لیکن احتمال رنگ پریدگی تدریجی سطح خارجی لوله وجود دارد که این امر نیز با استفاده از برخی رنگ‌ها از جمله دی‌اکسیدتیتان مرتفع می‌گردد.



موارد استفاده لوله GRP:



- ✓ شبکه انتقال و توزیع آب
- ✓ جمع‌آوری و انتقال فاضلاب شهری و صنعتی
- ✓ انتقال سیالات خورنده
- ✓ انتقال پساب‌های صنعتی
- ✓ جمع‌آوری آب‌های سطحی
- ✓ شبکه‌های آبیاری و زهکشی
- ✓ شبکه انتقال و توزیع سوخت
- ✓ خطوط انتقال آب زیر دریا
- ✓ شبکه اطفاء حریق
- ✓ استفاده از این لوله‌ها در کارگذاری به روش لوله‌رانی (Pipe-Jacking)
- ✓ لوله‌های فرآیندی برای کارخانه‌های صنعتی
- ✓ سیستم‌های مکش آب دریا برای پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها
- ✓ انتقال آب به بویلرها و انتقال بخار آب در حالت متراکم
- ✓ دریچه‌های بازدید (منهول)
- ✓ مجاری عبور خطوط مخابرات و برق

۸. مقایسه لوله GRP با سایر لوله‌ها

در این بخش لوله‌های GRP با محصولات جایگزین هم در بخش آب و هم در بخش فاضلاب به لحاظ فنی و کاربردی مقایسه می‌شوند.

لوله‌های GRP نسبت به سایر لوله‌های جایگزین، دارای مزیت‌های بالاتری است و این خصوصیات برای سیستم‌های آبرسانی (که معمولاً با فشار بالا صورت می‌گیرد) بسیار چشمگیر می‌باشد. در بخش آب، مقایسه این لوله‌های (لوله‌های GRP) باید با لوله‌های آذبتی، چدن داکتیل و فولادی صورت گیرد. در بخش فاضلاب نیز این لوله‌ها باید با لوله‌های بتنی مقایسه شوند.

لوله‌های بتنی

لوله‌های بتنی بسیار سنگین بوده و هزینه حمل و نقل آنها نسبت به قیمت لوله بالاتر است، بنابراین حمل لوله‌های بتنی در مسافت‌های طولانی غیراقتصادی می‌باشد. این لوله‌ها در اتصالات مشکل زیادی دارند و انشعاب‌گیری از این لوله‌ها به راحتی امکان‌پذیر نیست. این لوله‌ها در برابر خوردندگی عوامل شیمیایی مقاوم نیستند و به دلیل وجود بخارات H_2S در فاضلاب‌ها در قسمت‌های تاج لوله (بالای لوله که فضای خالی است) خوردگی شدید پیدا می‌کنند. ضریب زبری این لوله‌ها نسبت به لوله‌های GRP بالاتر است و در نتیجه تعمیرات و هزینه‌های تعویض و نگهداری آن بالا است. لوله‌های بتنی قابل انباشته شدن روی هم نیست بنابراین به فضای بیشتری برای انبارش نیاز دارد. و همچنین لوله‌های بتنی کوتاه و بسیار سنگین هستند که به تجهیزات بارگیری سنگین و گرانی نیاز دارند. لوله‌های بتنی با فولاد تقویت می‌شوند که فولاد به آسانی توسط آب خورده می‌شود. لوله بتنی یک لوله بسیار ترد و شکننده است، به آسانی ترک می‌خورد و خراب می‌شود و مواد خارجی می‌تواند از طریق ترک‌ها به داخل نفوذ کند و باعث ایجاد اشکال در سلامتی آب گردد.

لوله‌های آزبستی

از معایب عمده لوله‌های آزبستی آسیب پذیری آنها در مقابل ضربه می باشد. در فشارهای بالا (قطرهای بزرگتر)، وزن این لوله‌ها سنگین است و طبیعتاً مشکلات حمل و نقل و نصب زیادی دارند. این لوله‌ها در برابر خوردگی عوامل شیمیایی مقاوم نیستند و حتماً نیاز به یک پوشش داخلی و خارجی دارند. لوله‌های آزبستی سازگاری با محیط زیست و همچنین امکان اتصال مستقیم به یکدیگر را ندارند. تولید آنها غیر بهداشتی و سرطان زاست اما این خطر در مورد کاربردهای کاملاً شناخته شده نیست.

لوله‌های چدن داکتیل

از معایب لوله‌های چدنی آسیب پذیری بیشتر آنها نسبت به لوله‌های فولادی در مقابل نیروی زلزله است. این لوله‌ها حتماً نیاز به پوشش داخلی دارند که هزینه اضافی را موجب می‌شود و بدون این پوشش در برابر خوردگی عوامل شیمیایی مقاوم نیستند. در صورتی که محل نصبشان دارای خاک های خورنده باشد ناچاراً از یک پوشش خارجی نیز باید استفاده شود. اگرچه نسبت به لوله‌های بتنی سبک تر هستند اما در واقع وزن بالایی دارند که باعث می‌شود مشکلات حمل و نقل زیادی داشته باشند و نصبشان سخت و پرهزینه باشد.

لوله‌های فولادی

لوله‌ها فولادی نیاز به محافظت داخلی و خارجی و کاتودیک دارند و هزینه نگهداری سیستم حفاظت در برابر خوردگی بسیار بالا بوده و چنین به نظر می‌رسد که در آینده این نوع هزینه‌ها بدلیل افزایش دستمزد کارگران افزایش بیشتری خواهد یافت.

ضربه قوچ در لوله‌های GRP کمتر از لوله‌های فولادی است که خود امتیاز به حساب می‌آید.

زمان نصب لوله‌های GRP حتی کمتر از زمان مورد نیاز برای جوشکاری لوله‌های فولادی است. وزن لوله‌های فولادی حدوداً دو برابر وزن لوله‌های GRP با انتخاب سفتی و مقاومت SN1000 می باشد. اگر آستر سیمانی لوله‌های فولادی در محل کارخانه نصب گردد هزینه حمل افزایش بیشتری خواهد داشت و بدلیل تغییر شکل لوله نمی توان هنگام بارگیری آنها را روی هم قرارداد. هزینه حمل لوله‌های GRP، 1/3 لوله‌های فولادی است. گرچه طراحی لوله‌های فولادی بخوبی توسعه یافته است ولی بدلیل مشکلات ناشی از مسائل خوردگی، پیش بینی عمر واقعی لوله بسیار تقریبی می باشد. با صرف هزینه بسیار زیاد، نگهداری مستمر شاید بتوان برای لوله فولادی عمری 25 ساله را پیش بینی نمود.

لوله‌های PVC

PVC ماده‌ای بسیار نرم و در نتیجه بسیار حساس به خراش و سایش می باشد. یکی از معایب مهم اینگونه لوله‌ها شکنندگی آنها در اثر فشار و ترک خوردن در هنگام یخبندان است. جدار لوله‌های PVC در مقابل مواد شیمیایی و هیدروکربن‌ها مثل گازوئیل نفوذ پذیر بوده که این امر باعث آلودگی آب درون لوله‌های PVC می گردد. با توجه به استحکام کم در لوله‌های PVC شرایط کار گذاشتن این لوله‌ها بسیار مشکل است. نور خورشید و اشعه UV سبب آسیب‌هایی بر روی PVC گشته و موجب تحلیل رفتن آن می گردد. PVC در معرض نور خورشید دچار کلرزدایی و در نتیجه کاهش استحکام پلی‌وینیل کلراید می گردد. لوله‌های PVC در دمای کمتر از 23 درجه سانتی‌گراد یک کاهش قابل ملاحظه‌ای در مقابل ضربه از خود نشان می دهند. همچنین مقاومت به ضربه لوله‌های PVC وقتی برای مدت طولانی در معرض نور خورشید قرار می گیرند کاهش می یابد.

لوله‌های پلی اتیلن

معایب لوله پلی اتیلن را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

در صورت عدم متجانس بودن دو لوله، اتصال آنها به روش جوش مشکل می باشد.

نیاز به دقت کافی جهت بسترسازی، پرکردن اطراف و بالای این لوله‌ها می باشد در نتیجه هزینه نصب

بسیار بالاتر می شود..

نگهداری لوله‌ها در فضای آزاد و زیر نور مستقیم آفتاب در دراز مدت امکان پذیر نیست.

همچنین در اقطار بیش از ۴۰۰ میلیمتر با توجه به نرمی و انعطاف پذیری لوله‌های پلی اتیلن، کمبود

اتصالات و مقاومت کم آنها در برابر بارهای خارجی و داخلی، شرایط نصب دشوار، لوله‌های GRP برتری

بسیار زیادی نسبت به این لوله‌ها در شبکه توزیع آب دارا می باشند. پلی اتیلن بشدت نفوذپذیر بوده و

نبایستی در بستر و خاک آلوده به هیدروکربن و هرنوع ترکیبات نفتی دیگر از آن استفاده شود. این مواد

نفتی می تواند جداره لوله را در خود حل کرده و از دیواره لوله بداخل آن نفوذ نماید. این امر علاوه بر

تضعیف لوله موجب تغییر مزه و بوی آب شرب می گردد.

هنگامی که لوله پلی اتیلن برای مدت زمان طولانی در معرض نور خورشید قرار گیرد، اشعه UV باعث

تخریب سطح لوله می گردد. این پدیده به تخریب UV معروف است.

۹. معرفی شرکت

گروه صنعتی فهامه متشکل از شش شرکت زیر مجموعه می‌باشند که عبارتند از :

مهندسی صنعتی فهامه ، مهندسی صنعتی ارکان لوله همدان، مهندسی برازش صنعت، مهندسی سازمندا صنعت، رزن کامپوزیت و دنالاک. این گروه در اواخر سال ۱۳۷۲ با ترکیبی از مدیران و متخصصان مجرب در زمینه‌های مختلف صنعت کشور با تاسیس شرکت مهندسی صنعتی – فهامه شکل گرفت.

شرکت ارکان لوله همدان از شرکت های گروه صنعتی فهامه متعلق به بخش خصوصی با مشارکت سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران در بهمن سال ۱۳۸۳ با هدف تولید لوله‌های GRP برای مصارف آب و فاضلاب تأسیس گردید. کارخانه ارکان لوله همدان در شهرک صنعتی رزن (واقع در رزن از شهرستان‌های شمالی استان همدان) در ۸۵ جاده همدان – تهران قرار گرفته است. با بهره برداری از این مجموعه در زمینی به مساحت ۳ هکتار، و با سرمایه گذاری ثابت بالغ بر ۱۴۰۰ میلیارد ریال، ۱۰۰ فرصت شغلی مستقیم در منطقه رزن و تعداد بسیار بیشتری در سطح کشور فراهم خواهد شد.



با انجام عملیات نصب و راه اندازی ماشین آلات خط تولید در سال ۱۳۸۷، این شرکت به مرحله جدیدی از فعالیت های خود یعنی حضور در بازار مصرف (صنعت آب و فاضلاب) رسیده است.

شرکت ارکان لوله همدان دارنده گواهینامه مدیریت کیفیت ISO-9001:2008 می باشد و کلیه سیستم ها و رویه ها طبق استاندارد رعایت می شود تا کیفیت و یکنواختی محصولات تولیدی این شرکت تضمین شود.

این شرکت همچنین دارای گواهی بهداشت برای لوله های مورد مصرف در صنعت آب از وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی می باشد.

مهم ترین استراتژی این شرکت، در معرفی خود به عنوان یکی از تولیدکنندگان لوله و اتصالات GRP، حضور فعال در صنعت آب و فاضلاب کشور و همچنین صنایع نفت، گاز و پتروشیمی با ارائه قیمت های رقابتی و با تأکید بر کیفیت بالای محصولات خود می باشد.



۱۰. محصولات شرکت و مشخصات عمومی لوله‌های تولیدی

توانمندی این شرکت در تولید محصولات GRP به شرح ذیل تعریف می‌شود:

لوله‌های GRP از قطر ۲۰۰ الی ۲۵۰۰ میلی‌متر در فشارهای کاربردی مختلف (از ۱ تا ۲۵ بار) و

سفتی‌های متعدد (از ۲۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ پاسکال)

انواع اتصالات لوله‌های مذکور (از قبیل فلنج، زانویی، سه‌راهی، تبدیل و ...)



۱۱. کنترل کیفیت محصول

کنترل کیفیت لوله‌های تولیدی شامل سه مرحله کلی و اساسی بازرسی ورودی مواد اولیه، کنترل حین تولید و تستهای کنترل کیفی محصول و آزمون‌های احراز صلاحیت بر روی محصول نهایی می‌شوند.

الف) کنترل مواد ورودی:

مواد اولیه مورد استفاده در لوله GRP مشتمل بر الیاف، رزین، شن، کاتالیست و پراکسید می‌گردند. مهمترین اجزاء مواد ذکر شده الیاف و رزین هستند که به هنگام ورود به کارخانه، بر روی آنها کنترل‌های لازم ورودی صورت گرفته، مجوز استفاده در خط تولید برای آنها صادر می‌گردد.

الیاف عموماً وارداتی می‌باشد که تستهای لازم بر روی آنها توسط بازرسی جهت اجازه حمل در مبداء محل تامین صورت می‌پذیرد. تامین الیاف به صورت کامل از منابع مورد اعتماد و تولید کننده‌های با کیفیت الیاف و با سابقه در دنیا صورت می‌پذیرد که همگی الیاف لازم برای صنعت GRP را به صورت خاص و منطبق با نیازهای خاص این صنعت در تولید و بهره‌برداری از محصول ارائه می‌نمایند. این شرکت از منابع معتبری که در Vendor List خود بر اساس کیفیت و سوابق کاری قرار داده است، الیاف خود را تامین می‌کند. قبل از حمل هر محموله الیاف، مشخصات مورد بازرسی به صورت دقیق به نماینده شرکت در کشور مبداء اعلام شده، نماینده تطابق کامل محصول آماده به حمل با مدارک فنی و مشخصات فنی قابل قبول و مورد نظر را بررسی می‌نماید. پس از حمل و ورود مواد به کارخانه، مواد مجدداً از لحاظ عدم آسیب‌دیدگی در حین حمل، سالم بودن بسته‌بندی و همچنین بررسی مدارک فنی اعزام شده به همراه موارد مورد بررسی قرار داده می‌شوند و بدین ترتیب اطمینان کامل از صحت کالای تامین شده با خصوصیات مورد نظر اطمینان کسب می‌گردد. در برخی موارد خاص که نیاز به انجام آزمایش مجدد باشد، این کار توسط آزمایشگاه‌های مجهز دانشگاه‌ها و یا پژوهشگاه‌های کشور صورت می‌پذیرد.

با توجه به این امر که خواص مکانیکی الیاف در طول مدت نگهداری ثابت بوده، تغییر نمی‌نماید، کنترل و تطابق خصوصیات فنی ذکر شده در مدارک فنی خرید و موارد اعلامی بازرسی قبل از حمل در کشور مبدا با برگه‌های اطلاعات فنی شرکت تولید کننده الیاف، کفایت می‌نماید.

رزین ماده‌ای است پلیمری که به مرور زمان می‌تواند دچار افت خواص مکانیکی گردد. بنابراین کنترل کامل مشخصات فنی رزین و تطابق آن با موارد مورد نظر نه تنها در هنگام ورود این مواد به کارخانه صورت می‌پذیرد، بلکه به صورت یک رویه مستمر، هر هفته نیز رزین مورد استفاده برای برنامه تولید آن هفته در آزمایشگاه مجهز شرکت ارکان لوله همدان صورت می‌پذیرد. تستهای ورودی و دوره‌ای رزین شامل تست گرانروی (ویسکوزیته)، چگالی، عدد اسیدی، میزان مواد جامد یا فرار، استحکام کششی و فشاری، زمان ژل شدن و درصد اختلاط مناسب با کبالت و پراکسید صورت می‌پذیرد. تمامی تست‌های ذکر شده بر اساس رویه‌های مندرج در استانداردهای ASTM یا ISO صورت می‌پذیرد که لیست آنها متعاقباً ارائه می‌گردد صورت می‌پذیرد:

ASTM D790, ASTM D638, ASTM D695, ASTM D1298, ASTM D2196,
BS 2782, DIN 53-402, DIN 16945,
ISO 2114, ISO 7028, ISO 2535, ISO 2555, ISO 1675, ISO 75, ISO 527,



تست‌های کیفی کبالت و پراکسید، تست‌های مجزایی نمی‌باشند و به همراه کنترل رزین، میزان درصد اختلاط مناسب رزین با هر کدام از این مواد که مواد افزودنی به رزین جهت کمک به واکنش پلیمریزاسیون می‌باشند، استخراج می‌گردد. کبالت و پراکسید بر اساس نظر تامین‌کننده رزین و بر اساس تطابق و سازگاری رزین با این دو ماده تامین می‌شوند.

کنترل دانه‌بندی شن مورد استفاده از لوله‌های شامل پرکننده، در محل کارخانه توسط مش‌های مخصوص صورت می‌پذیرد. آنالیز شیمیایی شن و درصد مواد شیمیایی آن بر اساس کنترل برگه‌های فنی از منبع تامین کننده صورت گرفته، اطمینان دو چندان از تطابق دانه‌بندی مناسب شن با مقادیر مورد نظر در محل کارخانه مجدداً صورت می‌پذیرد.

(ب) کنترل در حین تولید:

اطمینان از تطابق فرآیند تولید لوله‌های GRP با مشخصات کیفیتی محصول مورد نظر به واسطه کنترل مواد ورودی و رهگیری آنها، بازبینی دقیق ماشین‌آلات و حصول اطمینان از عملکرد مناسب آنها صورت می‌پذیرد.

مدارک رهگیری مواد اولیه که در حین تولید با دقت تکمیل می‌گردند و توسط بازرسین و مدیر کنترل کیفیت بررسی کامل و دقیق می‌شوند، حاکی از این واقعیت هستند که تنها موادی که تست‌های ورودی و دوره‌ای را به سلامت گذرانده‌اند، اجازه ورود به خط تولید را دارند. این مدارک به گونه‌ای طراحی شده‌اند که تاریخ و زمان ورود محموله، تست‌های صورت گرفته بر روی آنها با ذکر دقیق تاریخ و ساعت و نتایج آنها را قابل ردیابی می‌نمایند. بدین ترتیب امکان رهگیری و ردیابی هر جزء ماده استفاده شده در ساختار لوله‌ها به تفکیک تمامی مراحل از کنترل‌های دوره‌ای گرفته تا منبع تامین‌کننده آن و زمان ورود به انبار مشخص می‌شود.

همانطور که قبلاً توضیح داده شد، تولید لوله GRP به روش پیچش الیاف ناپیوسته در ایستگاه‌های مختلف تولید لایه داخلی (Lining)، پیچش الیاف (Winding)، پخت در دو مرحله (Curing) پس از تولید لایه داخلی و پیچش الیاف، شیارزنی و جداسازی از قالب صورت می‌گیرد.

در آغاز هر روز کاری، قالب‌های (مندرل) مورد استفاده در آن روز از لحاظ ابعادی و سطح خارجی که در تماس مستقیم با سطح داخلی لوله تولید شده خواهد بود کنترل دقیق می‌شوند تا لوله‌های تولیدی از لحاظ ابعادی مناسب باشند. اطمینان از ابعاد و کیفیت ظاهری مورد تایید مندرل توسط بارزسین کنترل کیفی، مهر تاییدی است بر ابعاد مناسب و صافی سطح داخلی لوله تولیدی. میزان اختلاط رزین با کبالت نیز به صورت دقیق در ایستگاه اختلاط رزین و مخازن مربوط به آن کنترل گردیده با دبی مشخص به ماشین‌های مربوط منتقل می‌گردند. جهت اطمینان از دمای مناسب رزین و حفظ دمای مناسب در خطوط انتقال، مکانیزم خاصی بر روی لوله‌های انتقال رزین تعبیه شده است که به صورت خودکار و از طریق القاء الکترومغناطیس دمای رزین را در حد بهینه نگه می‌دارد و به تناسب افزایش و کاهش دما در زمان مناسب این سیستم قطع و یا وصل می‌شود.

فرآیند Lining یک فرآیند نیمه خودکار می‌باشد که میزان رزین مخلوط شده با کبالت و درصد اختلاط با پراکسید که بر اساس تست‌های قبلی مشخص شده است، در آغاز هر بار انجام این فرآیند تنظیم می‌شود. پس از اتمام مرحله Lining، کنترل ابعادی در قالب سنجش ضخامت لایه و طول لایه داخلی صورت می‌پذیرد. لایه داخلی پس از کنترل ابعادی و بازرسی چشمی به ایستگاه پخت منتقل می‌شود تا طبق زمان تعیین شده از قبل عملیات پخت صورت پذیرد. اطمینان از سرعت مناسب دوران قالب در ایستگاه پخت، فاصله مناسب لامپ‌های گرم‌کن از لوله و همچنین زاویه مناسب تابش گرما موید تحقق مناسب این فرآیند می‌باشند که تمامی این پارامترها در آغاز و در حین فرآیند پخت کنترل می‌شوند. در

انتهای فرآیند پخت سختی (Hardness) رزین پخت شده توسط ابزار مخصوص سختی سنج بارکل (Barcol Impressor) بر اساس استاندارد ASTM D2583 کنترل می‌شود.

فرآیند پیچش الیاف، یک فرآیند تمام خودکار می‌باشد که بر اساس برنامه از پیش آماده شده در PLC این ماشین صورت می‌پذیرد. تمامی سرعت‌های دوران مندرل، سرعت حرکت رفت و برگشت کالسکه الیاف پیچ و میزان توقف آن در دو انتهای لوله توسط فرامین PLC ماشین پیچش الیاف تنظیم می‌شود. دبی ورودی رزین و میزان اختلاط آن با پراکسید نیز در هر بار پیچش الیاف کنترل می‌شود. اطمینان از عدم گره‌خوردگی الیاف به همدیگر، کشش مناسب آن و همچنین میزان شن اعمالی در این ایستگاه نیز به طور مستمر مورد بررسی قرار می‌گیرند. در پایان عملیات پیچش الیاف بازرسی ابعادی (کنترل ضخامت و طول) مورد بررسی قرار می‌گیرد و لوله تایید شده به ایستگاه پخت منتقل می‌شود. پس از انجام بازرسی چشمی، لوله طبق برنامه تعیین شده تحت تابش گرما برای پخت قرار می‌گیرد. پارامترهایی همچون سرعت یکنواخت دوران لوله، زاویه تابش لامپ‌های گرم‌کن و فاصله مناسب آنها از لوله در حین فرآیند کنترل می‌شوند. در انتهای فرآیند پخت سختی (Hardness) لوله تولید شده توسط ابزار مخصوص سختی سنج بارکل (Barcol Impressor) بر اساس استاندارد ASTM D2583 کنترل می‌شود.

شیارزنی بر روی لوله توسط ماشین خودکار مبتنی بر CNC صورت می‌پذیرد. کیفیت ابزار برش پیش از هر مرحله کنترل شده، ابعاد شیار ایجاد شده در انتها بازرسی می‌گردد. لوله پس از اتمام این فرآیند به ایستگاه جداسازی قالب از مندرل منتقل می‌شود.

در ابتدای هر دو مرحله تولید لایه داخلی و پیچش الیاف، مدارک رهگیری مواد اولیه مورد بررسی توسط مدیر کنترل کیفیت قرار می‌گیرند تا اطمینان حاصل شود که ماده تایید شده توسط آزمایشگاه در حال استفاده می‌باشد. علاوه بر موارد ذکر شده، برنامه‌های دوره‌ای بازمینی، تعمیر و نگهداری و کالیبراسیون

به منظور اطمینان از عملکرد مناسب ماشین آلات و شرایط مناسب کاری آنها جهت نیل به تولید با کیفیت به صورت منظم انجام می‌گردد.

پ) کنترل محصول:

پس از حمل لوله تولید شده به محوطه انبارش، کنترل‌های محصول صورت می‌پذیرد. برخی از کنترل‌ها بر روی تمامی لوله‌های انجام شده، برخی دیگر به صورت اتفاقی بر روی برخی از محصولات صورت می‌گیرد که حاکی از تطابق فرآیند تولید با مشخصه‌های کیفی می‌باشد.

اولین کنترل صورت گرفته بر روی محصول، بازرسی چشمی محصول به منظور عاری بودن لوله از هرگونه آسیبی مشتمل بر دندان، تورق لایه‌ها، حباب، سوراخ، ترک، شکاف، برآمدگی، ذرات خارجی و ناحیه فقیر از رزین که باعث کاهش خواص مکانیکی لوله به مرور زمان می‌گردد، می‌باشد.

سطح داخلی تمامی لوله‌ها باید عاری از برآمدگی، خراش، زائده و یا هرگونه مشکل دیگری که صافی سطح را به هم بزند، باشد. لذا سطح داخلی تمامی لوله‌ها نیز به منظور احراز صلاحیت لازم کنترل می‌گردد.

کنترل ابعادی مشتمل بر قطر داخلی، ضخامت، قطر خارجی و طول لوله بر اساس ملزومات استاندارد ASTM D3517 و ASTM D3567 و یا ISO 10639 می‌باشد.

دو سطح انتهایی لوله نیز به منظور اطمینان از عدم انحراف از صفحه عمودی بر اساس استانداردهای مذکور بازرسی می‌شوند.

تمامی لوله‌های زیر قطر ۱۴۰۰ میلیمتر به مدت حداقل ۳۰ ثانیه در فشاری برابر با دو برابر فشاری کاری تست ایستایی می‌شوند و در این مدت هیچگونه نشئی نباید مشاهده شود. انجام این تست با ماشین تست هیدرواستاتیک صورت می‌پذیرد که رویه انجام تست مطابق با رویه عنوان شده در استانداردهای

ASTM D3517 و ASTM D2292 می‌باشد. در خصوص قطرهای بالاتر از ۱۴۰۰ میلیمتر بر اساس تصریح استاندارد، فراوانی تست بر اساس توافق بین فروشنده و خریدار صورت می‌پذیرد. به منظور اطمینان از سفتی مناسب لوله‌های تولید، از هر ۱۰۰ شاخه یک نمونه برای تست سفتی انتخاب می‌شود. تست سفتی بر اساس استاندارد ASTM D2412 و ISO 7685 در قالب تحت فشار قرارداد سه مقطع مختلف بریده شده از لوله با دو صفحه موازی توسط ماشین خاصی تحت عنوان UTM در آزمایشگاه کارخانه انجام می‌شود و میزان تغییر شکل و بار اعمالی که منتج به سفتی لوله می‌شود، گزارش می‌گردد.



استحکام کششی لوله در دو جهت طولی و محیطی بر روی یک نمونه از هر ۱۰۰ شاخه بر اساس استاندارد ASTM D 3517، ASTM D638 و ASTM D3039 صورت می‌پذیرد. لازم به ذکر است که روش تست ذکر شده در استاندارد ASTM D2290 مبنی بر تست دیسک دو بخشی یا روش معادل آن در استاندارد ISO 8521 برای لوله‌های حاوی تقویت کننده‌های (الیاف شیشه) موازی که به روش پیچش الیاف پیوسته تولید می‌شوند مناسب است و این تست برای لوله‌های با تقویت کننده‌های مارپیچی که الیاف علاوه بر حالت حلقوی به صورت ضربدری هم در لوله قرار می‌گیرند، توصیه نمی‌گردد و روش جایگزین استاندارد ASTM D638 و ASTM D3039 برای این منظور استفاده می‌شود.

تستهای مذکور که بر روی لوله‌ها صورت می‌پذیرد، تستهای کنترل کیفیت می‌باشند که مبین اطمینان از محصول تولیدی و تطابق فرآیند تولید بکارگمارشده با مشخصه‌های کیفیتی می‌باشد.

لاستیک‌های آببندی لوله از منابع معتبر صاحب صلاحیت و در مطابقت کامل با استانداردهای ASTM F477 و ISO 4633 تامین گردیده، پس از ورود به کارخانه کنترل ابعادی و ظاهری می‌شوند و سپس قبل از حمل لوله‌ها به محل نصب، از دیدگاه تطابق لاستیک با شیار ایجاد شده، مورد بازرسی مجدد قرار می‌گیرند.

دسته دیگری از تست‌ها، تستهای احراز صلاحیت طراحی است که مبین تایید طراحی صورت گرفته بر روی محصول می‌باشد. این دسته از تستها که تستهای بلند مدت می‌باشند، بر اساس تصریح استاندارد ضروری نبوده، تنها در صورت تغییر در فرآیند طراحی می‌بایستی انجام شوند. با توجه به این امر که طراحی محصول در قالب یک قرارداد انتقال تکنولوژی از شرکت صاحب فناوری آن اخذ گردیده است، انجام این تستها ضرورت ندارد. اما به منظور اطمینان دو چندان از کیفیت محصول تولیدی، شرکت ارکان لوله همدان در حال راه‌اندازی تجهیزات لازم برای انجام این تستها می‌باشد.

مشخصات عمومی لوله‌های تولیدی شرکت ارکان لوله همدان بر اساس قطر، سفتی و فشار اسمی

SN = 2500 Pa						DN (mm)
PN (bar)						
10		6		2.5		
وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	
----	----	----	----	----	----	350
----	----	----	----	----	----	400
17.07	6.3	17.95	6.7	----	----	450
20.51	6.8	22.55	7.5	----	----	500
28.54	7.9	31.40	8.7	----	----	600
40.84	9.5	42.90	10.0	43.00	10.1	700
46.34	10.2	47.33	10.4	50.08	10.9	750
52.24	10.7	54.35	11.1	56.38	11.5	800
64.60	11.6	68.15	12.2	72.01	12.9	900
78.34	12.7	83.31	13.4	87.71	14.3	1000
94.97	14.0	100.68	14.7	107.42	15.8	1100
111.40	15.0	115.35	15.5	126.47	17.0	1200
131.93	16.2	137.20	16.8	150.92	18.6	1300
149.99	17.2	157.55	17.9	174.40	20.0	1400
172.12	18.3	179.66	19.0	202.74	21.5	1500
196.50	19.4	206.00	20.5	231.29	23.0	1600
245.97	21.6	256.47	22.6	288.49	25.5	1800
303.11	23.8	322.65	25.4	358.87	28.3	2000
365.54	26.0	386.28	27.6	429.37	30.8	2200
433.93	28.4	456.61	30.0	516.64	34.0	2400

مشخصات عمومی لوله‌های تولیدی شرکت ارکان لوله همدان بر اساس قطر، سفتی و فشار اسمی

SN = 5000 Pa						DN (mm)
PN (bar)						
10		6		2.5		
وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	
15.21	7.3	13.85	6.7	----	----	350
17.56	7.4	17.21	7.2	----	----	400
21.05	7.8	21.71	8.0	----	----	450
26.08	8.6	27.20	9.0	----	----	500
36.58	10.0	38.90	10.5	----	----	600
48.52	11.4	52.64	12.0	53.08	12.3	700
55.26	12.0	57.73	12.5	60.21	13.1	750
62.53	12.8	65.89	13.3	68.60	14.0	800
78.21	14.0	83.83	15.0	88.14	15.8	900
94.42	15.2	100.92	16.3	108.78	17.6	1000
116.65	17.0	122.47	17.9	131.70	19.2	1100
136.12	18.2	141.84	19.1	156.64	21.0	1200
158.45	19.4	165.24	20.4	185.38	22.8	1300
185.36	21.0	192.17	22.0	214.61	24.6	1400
209.96	22.2	219.55	23.3	246.56	26.2	1500
238.69	23.5	251.82	25.1	283.59	28.1	1600
298.29	26.3	317.22	28.0	354.35	31.3	1800
371.49	29.3	393.25	31.1	443.18	35.0	2000
442.63	31.6	476.05	34.2	527.38	37.8	2200
526.55	34.6	559.00	36.7	624.12	41.2	2400

مشخصات عمومی لوله‌های تولیدی شرکت ارکان لوله همدان بر اساس قطر، سفتی و فشار اسمی

SN = 10000 Pa								DN (mm)
PN (bar)								
16		10		6		2.5		
وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	وزن (kg/m)	ضخامت (mm)	
15.4	7.3	16.35	7.8	16.3	7.8	----	----	350
20.04	8.3	21.11	8.7	21.13	8.7	----	----	400
25.27	9.2	25.87	9.4	26.57	9.7	----	----	450
29.8	9.8	31.67	10.4	33.76	10.9	----	----	500
44.9	11.9	44.91	12.1	48.24	13.0	----	----	600
58.06	13.4	59.91	13.9	64.92	15.1	65.67	15.3	700
65.56	14.3	68.52	14.7	71.30	15.5	75.75	16.3	750
75.49	15	77.40	15.7	82.85	16.8	85.90	17.4	800
93.6	16.7	96.98	17.2	104.94	18.7	110.60	19.7	900
114.52	18.4	117.06	18.9	138.08	22.2	136.18	21.9	1000
136.96	20	144.07	21.0	154.32	22.4	166.55	24.3	1100
161.44	21.6	168.18	22.5	177.20	23.8	197.54	26.4	1200
187.95	23.1	196.45	24.0	208.37	25.7	231.51	28.4	1300
219.63	25	227.13	25.9	241.74	27.6	268.91	30.8	1400
250.73	26.5	262.46	27.8	276.84	29.4	310.94	33.0	1500
283.42	28	295.43	29.2	314.52	31.3	357.91	35.5	1600
356.99	31.3	369.03	32.6	396.29	35.0	445.67	39.3	1800
442.32	34.8	455.03	36.0	488.98	38.6	554.97	43.9	2000
533.27	38	553.51	39.7	593.47	42.5	662.78	47.6	2200
628.54	41.1	656.77	43.1	696.92	45.8	783.94	51.7	2400

پیوست شماره یک

مشخصات لوله‌های GRP تولیدی به روش الیاف پیچی بر اساس فشار اسمی، سفتی و سری قطر

منبع : مشخصات فنی عمومی خطوط لوله آب و فاضلاب شهری (نشریه شماره ۳۰۳)،
معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۸۵

مشخصات جدول ضمیمه به شرح زیر است:

مأخذ : DN 16868-1 , 1994

قطر خارجی بر اساس ISO 7370 , 1983

وزن لوله‌ها با توجه به چگالی ۱/۸ گرم در سانتیمتر مکعب محاسبه شده است.

واحد قطر اسمی لوله (DN) و قطر خارجی لوله (d3 و حداکثر انحراف) در جدول به میلیمتر است.

واحد حداقل ضخامت جداره به میلیمتر و وزن تقریبی یک متر لوله به کیلوگرم می‌باشد.



مشخصات لوله‌های فایبر گلاس تولیدی با روش الیاف پیچی _ سری قطر یک

درجه سفتی														قطر خارجی لوله		قطر اسمی
SN 2500				SN 1250				SN 630								
فشار اسمی														حداکثر انحراف	d3	DN
PN 10		PN 6		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 10		PN 6		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 1				
وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره			
7	3/6	7	4	8	4/4	5	3	5	3/2	6	3/6	5	3	±2/6	310	300
8	4/1	9	4/6	9	5/1	6	3/3	7	3/6	8	4/1	7	3/3	±2/6	361	350
10	4/7	12	5/3	12	5/8	8	3/7	9	4/1	10	4/7	8	3/7	±2/7	412	400
16	5/9	17	6/5	21	7/2	13	4/6	14	5/1	16	5/9	13	4/6	±2/8	514	500
22	6/8	25	7/7	29	8/5	18	5/5	19	6	23	6/8	19	5/4	±2/9	616	600
30	7/9	35	9	39	10	24	6/3	27	7	31	7/9	26	6/4	±3	718	700
41	9	46	10/2	51	11/3	32	7/2	34	7/9	41	9	33	7/2	±3/1	820	800
51	10/1	58	11/5	65	12/7	39	8	43	8/9	51	10/1	41	8	±3/2	922	900
63	11/2	71	12/7	81	14/1	50	8/9	54	9/8	64	11/2	51	8/9	±3/3	1024	1000
90	13/4	101	15/2	117	16/9	71	10/6	77	11/7	73	13/4	73	10/6	±3/5	1228	1200
122	15/6	139	17/7	158	19/6	97	12/3	105	13/6	124	15/6	99	12/3	±3/7	1432	1400
159	17/7	181	20/1	206	22/4	133	14/1	139	15/5	162	17/7	130	14/1	±3/9	1636	1600
201	19/9	228	22/6	259	25/1	158	15/8	171	17/4	205	19/9	165	15/8	±4/1	1840	1800
248	22/1	277	25/1	320	27/9	195	17/5	211	19/3	252	22/1	202	17/5	±4/3	2044	2000
358	26/5	406	30/1	461	33/4	279	20/9	302	23/1	365	26/5	290	20/9	±4/7	2452	2400
485	30/8	551	35	626	38/9	380	24/4	415	26/9	496	30/8	395	24/4	±5/1	2860	2800
633	35/2	719	40	819	44/5	496	27/8	540	30/7	648	36.2	514	27/8	±5/5	3266	3200



مشخصات لوله‌های فایبر گلاس تولیدی با روش الیاف پیچی _ سری قطر یک

درجه سفتی														قطر خارجی لوله		قطر اسمی
SN 10000							SN 5000									
فشار اسمی														حداکثر انحراف	d3	DN
PN 25		PN 16		PN 10		PN 6		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 10/ PN 16		PN 1 to PN 6				
وزن	حداقل ضخامت تقریبی یک متر لوله	وزن	حداقل ضخامت تقریبی یک متر لوله	وزن	حداقل ضخامت تقریبی یک متر لوله	وزن	حداقل ضخامت تقریبی یک متر لوله	وزن	حداقل ضخامت تقریبی یک متر لوله	وزن	حداقل ضخامت تقریبی یک متر لوله	وزن	حداقل ضخامت تقریبی یک متر لوله			
9	5/6	9	5/6	10	6	9	5/6	12	6/9	8	4/5	10	5/6	±2/6	310	300
13	6/5	13	6/5	14	7	13	6/5	16	8	10	5/1	13	6/5	±2/6	361	350
16	7/3	16	7/3	18	7/9	16	7/3	21	9/1	13	5/8	17	7/3	±2/7	412	400
26	9/1	26	9/1	28	9/8	26	9/1	32	11/3	20	7/2	26	8/1	±2/8	514	500
37	10/9	37	10/9	40	11/7	37	10/9	46	13/4	30	8/7	38	10/9	±2/9	616	600
--	--	50	12/6	54	13/6	50	12/6	63	15/6	40	10	51	12/6	±3	718	700
--	--	65	14/4	70	15/5	65	14/4	82	17/8	51	11/3	67	14/4	±3/1	820	800
--	--	82	16/1	88	17/4	82	16/1	104	20	65	12/7	84	16/1	±3/2	922	900
--	--	101	17/6	109	19/3	101	17/9	128	22/2	80	14/1	104	17/9	±3/3	1024	1000
--	--	146	21/4	157	23/1	146	21/4	184	26/6	115	16/9	149	21/4	±3/5	1228	1200
--	--	197	24/9	213	26/6	198	24/9	214	31	155	19/6	201	24/9	±3/7	1432	1400
--	--	257	28/5	277	30/7	257	28/5	231	35	205	22/4	271	28/5	±3/9	1636	1600
--	--	325	32	351	34/5	325	32	325	32	255	25/1	333	32	±4/1	1840	1800
--	--	394	35/5	425	38/3	394	35/5	394	35/5	315	27/9	411	35/5	±4/3	2044	2000
--	--	--	--	--	--	577	42/5	577	42/5	453	33/4	576	38	±4/7	2452	2400
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	615	38/9	615	38/9	±5/1	2860	2800
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	±5/5	3266	3200

مشخصات لوله‌های فایبر گلاس تولیدی با روش الیاف بیچی _ سری قطر دو

درجه سفتی														قطر خارجی لوله		قطر اسمی
SN 2500				SN 1250				SN 630								
فشار اسمی														حداکثر انحراف	d3	DN
PN 10		PN 6		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN10		PN 6		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 1				
وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره			
1/5	2	1/5	2	1/5	2	1/5	2	1/5	2	1	1/5	1	1/5	±1/6	114	100
2/5	2/5	2/5	2/5	3	2/5	2	2	2	2	2	2	2	2	±2	168	150
3	2/8	3	2/8	4	3/1	3	2/5	3	2/5	3	2/5	3	2/5	±2/4	219	200
5	3/4	5	3/4	6	3/8	4	2/7	4	2/7	5	3	4	2/7	±2/5	273	250
7	3/6	7	4	8	4/4	5	3	5	3/2	6	3/6	5	3	±2/6	324	300
8	4/1	9	4/6	9	5/1	6	3/3	7	3/6	8	4/1	7	3/3	±2/6	375	350
10	4/7	12	5/3	12	5/8	8	3/7	9	4/1	10	4/7	8	3/7	±2/7	429	400
16	5/9	17	6/5	21	7/2	13	4/6	14	5/1	16	5/9	13	4/6	±2/8	532	500
22	6/8	25	7/7	29	8/5	18	5/5	19	6	23	6/8	19	5/4	±2/9	635	600
30	7/9	35	9	39	10	24	6/3	27	7	31	7/9	26	6/4	±3	738	700
41	9	46	10/2	51	11/3	32	7/2	34	7/9	41	9	33	7/2	±3/1	842	800
51	10/1	58	11/5	65	12/7	39	8	43	8/9	51	10/1	41	8	±3/2	945	900
63	11/2	71	12/7	81	14/1	50	8/9	54	9/8	64	11/2	51	8/9	±3/3	1048	1000
90	13/4	101	15/2	117	16/9	71	10/6	77	11/7	73	13/4	73	10/6	±3/5	1255	1200
122	15/6	139	17/7	158	19/6	97	12/3	105	13/6	124	15/6	99	12/3	±3/7	1462	1400
159	17/7	181	20/1	206	22/4	133	14/1	139	15/5	162	17/7	130	14/1	±3/9	1668	1600
201	19/9	228	22/6	259	25/1	158	15/8	171	17/4	205	19/9	165	15/8	±4/1	1875	1800

مشخصات لوله‌های فایبر گلاس تولیدی با روش الیاف پیچی _ سری قطر دو

درجه سفتی														قطر خارجی لوله		قطر اسمی	
SN 10000							SN 5000										
فشار اسمی														حداکثر انحراف	d3	DN	
PN 25		PN 16		PN 10		PN 6		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 10/ PN 16		PN 1 to PN 6					
وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل
تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره
2	2/5	2	2/5	3	2/5	2	2/5	2	2/5	1/5	2	2	2/5	±1/6	114	100	
3	3	3	3	3	3/2	4	3	4	3/6	2/5	2/5	3	3	±2	168	150	
5	3/8	5	3/8	5	4/1	6	3/8	6	4/7	4	3/1	5	3/8	±2/4	219	200	
8	4/7	7	4/7	8	5/1	9	4/7	9	5/8	6	3/8	7	4/7	±2/5	273	250	
9	5/6	9	5/6	10	6	9	5/6	12	6/9	8	4/5	10	5/6	±2/6	324	300	
13	6/5	13	6/5	14	7	13	6/5	16	8	10	5/1	13	6/5	±2/6	375	350	
16	7/3	16	7/3	18	7/9	16	7/3	21	9/1	13	5/8	17	7/3	±2/7	429	400	
25	9/1	26	9/1	28	9/8	26	9/1	32	11/3	20	7/2	26	9/1	±2/8	532	500	
37	10/9	37	10/9	40	11/7	37	10/9	46	13/4	30	8/7	38	10/9	±2/9	635	600	
--	--	50	12/6	54	13/6	50	12/6	63	15/6	40	10	51	12/6	±3	738	700	
--	--	65	14/4	70	15/5	65	14/4	82	17/8	51	11/3	67	14/4	±3/1	842	800	
--	--	82	16/1	88	17/4	82	16/1	104	20	65	12/7	84	16/1	±3/2	945	900	
--	--	101	17/6	109	19/3	101	17/9	128	22/2	80	14/1	104	17/9	±3/3	1048	1000	
--	--	146	21/4	157	23/1	146	21/4	184	26/6	115	16/9	149	21/4	±3/5	1255	1200	
--	--	197	24/9	213	26/9	197	24/9	214	31	155	19/6	201	24/9	±3/7	1462	1400	
--	--	257	28/5	277	30/7	257	28/5	231	35	205	22/4	271	28/5	±3/9	1668	1600	
--	--	325	32	351	34/5	325	32	325	32	255	25/1	333	32	±4/1	1875	1800	



مشخصات لوله‌های فایبر گلاس تولیدی با روش الیاف پیچی _ سری قطر سه

درجه سفتی														قطر خارجی لوله		قطر اسمی
SN 2500				SN 1250				SN 630								
فشار اسمی														حداکثر انحراف	d3	DN
PN 16		PN 6		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 10		PN 6		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 1				
وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	وزن	حداقل	حداکثر انحراف	d3	DN
تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره	تقریبی یک متر لوله	ضخامت جداره			
1/5	2	1/5	2	1/5	2	1/5	2	1/5	2	1	1/5	1	1/5	±1/6	114	100
2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2	2	2	2	2	2	2	2	±2	160	150
4	2/8	4	2/8	5	3/1	3	2/5	3	2/5	3	2/5	3	2/5	±2/4	200	200
5	3/4	5	3/4	6	3/8	4	2/7	4	2/7	5	3	4	2/7	±2/5	250	250
7	3/6	7	4	8	4/4	5	3	5	3/2	6	3/6	5	3	±2/6	315	300
8	4/1	9	4/6	9	5/1	6	3/3	7	3/6	8	4/1	7	3/3	±2/6	355	350
10	4/7	12	5/3	12	5/8	8	3/7	9	4/1	10	4/7	8	3/7	±2/7	400	400
16	5/9	17	6/5	21	7/2	13	4/6	14	5/1	16	5/9	12	4/6	±2/8	500	500

مشخصات لوله‌های فایبر گلاس تولیدی با روش الیاف پیچی _ سری قطر سه

درجه سفتی												قطر خارجی لوله		قطر اسمی
SN 10000						SN 5000								
فشار اسمی												حداکثر انحراف	d3	DN
PN 16/PN 25		PN 10		PN 6		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 10/ PN 16		PN 1 to PN 6				
وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره			
2	2/5	2	2/5	2	2/5	2	2/5	1/5	2	2	2/5	±1/6	114	100
3	3	3	3/2	3	3	4	3/6	2	2/5	3	3	±2	160	150
5	3/8	5	4/1	5	3/8	6	4/7	3	3/1	5	3/8	±2/4	200	200
7	4/7	8	5/1	7	4/7	9	5/8	5	3/8	7	4/7	±2/5	250	250
9	5/6	10	6	9	5/6	12	6/9	8	4/5	10	5/6	±2/6	315	300
13	6/5	14	7	13	6/5	16	8	10	5/1	13	6/5	±2/6	355	350
16	7/3	18	7/9	16	7/3	21	9/1	13	5/8	17	7/3	±2/7	400	400
26	9/1	28	9/8	26	9/1	32	11/3	20	7/2	26	9/1	±2/8	500	500

در حال حاضر، اغلب کشورهای پیشرفته صنعتی برای اجتناب از معضل خوردگی و هزینه‌های تعمیر و نگهداری سنگین ناشی از آن در صنایع زیربنایی، استفاده از لوله‌های کامپوزیتی را سرلوحه کار خود قرار داده‌اند.

استفاده از لوله‌های **GRP** و **GRE** در صنایع آب-فاضلاب، صنایع نیروگاهی و همچنین نفت و گاز در ایران روند رو به رشدی را از خود نشان می‌دهد. وجود مناطق مستعد به خوردگی در استانهای مختلف کشور و هزینه‌های سنگین ناشی از تعمیر و نگهداری و یا تعویض لوله‌های فرسوده فعلی و خسارتهای منبعث از قطع سرویس به منظور تعمیرات، گواه از پتانسیل بسیار مستعد در داخل کشور برای استفاده از مزایای منحصربه‌فرد لوله‌های کامپوزیتی می‌باشد.



شرکت ارکان لوله همدان

دفتر مرکزی:

تهران - خیابان سیدجمال‌الدین (سدآبادی) - خیابان ۱۳ - خیابان موج - پلاک ۱۰ - طبقه چهارم

تلفن: ۸۸۷۱۸۶۷۲ و ۸۸۷۱۴۰۴۲

نمابر: ۸۸۷۱۸۳۷۳

سایت: <http://www.arkanlooleh.com>

ویرایش ششم