



به نام خدا

گزارش جامع کارآموزی

شرکت مشهد صدرا

استاد کارآموزی

دکتر غلامرضا ابراهیمی

سرپرست کارآموزی

خانم جهانشیری

کارآموز

امیرمحمد هادیان

شماره دانشجویی

9712449316

گروه آموزشی

مهندسی مواد و متالورژی

تاریخ

تابستان 1401

تقدیر

از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر ابراهیمی بابت اینکه این موفقیت و افتخار را داشته ام تا بتوانم بعنوان دانشجو و کارآموز در محضر حضرتعالی حضور داشته و از دانش، تجربیات و دانسته های ایشان بهره مند شوم بسیار به خود مفتخرم و لذا بر خود لازم می دانم مراتب قدردانی و تشکر خود را تقدیم نمایم. همچنین از سرکار خانم جهانشیری که با صبر و حوصله بسیار، در این مدت همراه بنده بودند و آموزه های خود را در اختیار بنده قرار دادند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

پیشگفتار

با توجه به عمر مفید لوله های فایبر گلاس، استحکام و مقاومت در برابر خوردگی که باعث حذف پوشش های داخلی و خارجی و یا حفاظت کاتدی می گردد انتخاب آن بعنوان یک ماده با صرفه روش بهتری در مقایسه با لوله های فولادی پوشش دار یا فولاد های ضد زنگ و انواع دیگر فلزات می باشد.

بنابراین لوله های GRP (Glass Reinforced Plastic) که به معنی پلاستیک های تقویت شده با الیاف شیشه می باشند جایگزین با ارزشی در زمینه کاربرد های لوله های فولادی حفاظت شده، لوله های فولادی ضد زنگ و برخی از مواد متفرقه را از سال 1950 تا زمان حال بوده اند.

شرکت مشهد صدرا فعالیت خود را با تولید لوله های کامپوزیتی GRP به روش رشته پیچی ناپیوسته (تحت زاویه) الیاف DFW (Discontinuous filament Winding) آغاز و سپس اقدام به طراحی اتصالات و مخازن و پروفیل های فایبر گلاس مطابق معیارهای بین المللی نمود.

فهرست

1. معرفی و مقدمه 4
2. مقدمه ای از لوله های کامپوزیتی 5
3. معرفی واحد آزمایشگاه و آزمایش های مربوطه 8
4. آزمایش ژل تایم 10
5. آزمون درصد مواد جامد 11
6. آزمون تعیین جذب آب پلاستیک ها 13
7. پوشش دادن الیاف با رزین از طریق آغشته سازی رزین / تست ویسکوزیته رزین با فوردکا 15
8. تست سختی سنجی رزین / تست چگالی رزین مایع 16
9. تست HDT (دمای تغییر شکل حرارتی) رزین 17
10. تست استحکام کششی رزین 18
11. کنترل کیفیت / استاندارد ها 20
12. کنترل کیفیت محصول 21
13. برگه مشخصات فنی 22
14. اتصالات 24
15. دستگاه پالتروژن 25

شرکت مشهد صدرا در زمینه طراحی و تولید لوله، مخازن، اتصالات و پروفیل های کامپوزیتی (GRP) فعالیت می نماید. رزین های بکار رفته در محصولات این شرکت دامنه ی گسترده ای از رزین ها شامل رزین های اپوکسی ، اپوکسی ونیل استر و ونیل استر قابل کاربرد در تاسیسات نفت ، گاز پتروشیمی و کارخانجات صنعتی و همچنین رزین های با پایه پلی استر قابل کاربرد در خطوط انتقال آب بالاخص پروژه های آب رسانی (آب شرب) را پوشش می دهد.

دوره ی کارآموزی اینجانب از 20 تیر ماه 1401 آغاز شد و در 9 شهریور 1401 پایان یافت. در روزهای ابتدایی مقدمه ای از آزمایشگاه و روش انجام تست ها و الزامات محیط آزمایشگاه عنوان شد و سپس طی روزهای دیگر آزمایشات معمول آزمایشگاه با همراهی سرپرست کارآموزی انجام شد و در ادامه در قسمت کنترل کیفی مشغول به فعالیت شده که در ادامه به شرح آن ها می پردازم.

لوله های کامپوزیتی

لوله کامپوزیتی از موادی مانند پلی اتیلن متراکم، PVC، پلی پروپیلن، پلاستیک فایبرگلاس و پلاستیک تقویت شده شیشه ای ساخته می شوند. لوله های کامپوزیتی نسبت به خوردگی مقاوم اند، در عمق های بیشتری کاربرد دارند و نکته دیگر اینکه این لوله ها بدون درز ساخته میشوند. ضریب انبساط حرارتی لوله کامپوزیتی پایین است و به همین علت در محل هایی که تغییرات دمایی بالایی دارند استفاده می شوند چون میزان انبساط و انقباض آن ها کم است. این لوله ها ضد خوردگی هستند و نیاز به حفاظت کاتدی ندارند. ویژگی دیگر این لوله ها این است که چون سطح داخلی این لوله ها صاف است از انباشتگی مواد جامد جلوگیری می کنند. طول عمر لوله کامپوزیتی بین 50 تا 100 سال است.

فایبرگلاس

فایبرگلاس از خرده شیشه هایی که به وسیله رزین و مواد دیگر به هم وصل میشوند ساخته میشوند. لوله های کامپوزیتی قابل برش در اندازه های مختلف هستند همچنین دارای ویژگی جریان روان هستند که باعث میشوند تا در دمای 110 درجه استفاده شوند.

لوله GRP

لوله GRP: لوله GRP لوله های پلاستیکی مسلح شده با الیاف فایبرگلاس هستند. لوله GRP دارای یک ساختار کامپوزیتی از رزین، الیاف، شیشه و موارد دیگر است.

این لوله ها به سه روش تولید میشوند

1 پیچش الیاف به روش ناپيوسته

لوله GRP ناپيوسته: برای تولید آن ها از الیاف شیشه و رزین و ماسه سیلیسی بر روی یک قالب فلزی دوار با ابعاد هندسی مشخص پیچیده می شوند. ناپيوسته به این معناست که لوله تنها به اندازه طول قالب تولید میشود.

2 پیچش الیاف به روش پیوسته

در این روش لوله های فایبرگلاس در طول های دلخواه و بصورت پیوسته و ممتد تولید شده و محدودیت طول در آن ها وجود ندارد.

در این روش سرعت تولید بیشتر است.

3 روش گریز از مرکز

در این روش قالب لوله ها به سرعت می چرخند و یک تغذیه کننده متحرک رزین و الیاف شیشه را روی قالب می ریزد که در اثر نیروی گریز از مرکز ، دیواره ی لوله را به تدریج شکل می فرماید.

اتصالات لوله GRP به دو روش پیوسته و ناپیوسته می باشد.

پیوسته : اتصالات کوپلینگی دو یا چند واشره

محدودیت : عدم بکارگیری در فشار های بالاتر از 20

ناپیوسته : اتصالات کاسه ای

در این حالت لوله در یک انتهای خود کوچکتر و در یک انتهای دیگر بزرگتر بوده و بوسیله اورینگ ، دو لوله در محل اتصال آب بند می شوند.

مواد اولیه لوله GRP

1 رزین های پلی استری ارتوفتالیک و ایزوفتالیک

2 رزین وینیل استر

3 رزین اپوکسی

4 شتاب دهنده کبالت و سرب

5 هاردنر اپوکسی

6 اروزیل

7 تیتان

8 الیاف شیشه سوزنی و حصیری

9 کربنات کلسیم

کاربرد لوله های کامپوزیتی

1 شبکه های آتش نشانی

2 خطوط دریا

3 انتقال آب

4 سیستم های فاضلاب

5 انتقال مایعات خورنده شیمیایی

6 سیستم های مکش آب دریا

واحد آزمایشگاه

شرکت مشهد صدرا دارای آزمایشگاه پیشرفته و مجهزی است که کلیه تست های مواد اولیه و محصولات را انجام می دهد. این آزمایشگاه به عنوان یک واحد مستقل ، با حفظ رازداری و امانت داری تمامی آزمونهای مربوطه به رزین ، الیاف شیشه و لوله و اتصالات GRP مشتریان را انجام می دهد.

آزمونهای مربوط به مواد اولیه شامل :

مواد اولیه ورودی به همراه Data Sheet و تاکید فروشنده بر تضمین نیازمندیهای کیفی و کمی مورد نیاز مشهد صدرا تحویل داده میشود. به علاوه تمامی مواد قبل از مصرف در خط تولید به عنوان نمونه وارد کارخانه میشود که پس از تایید کیفیت این مواد ، سفارش و خرید کلی صورت می گیرد. دو مواد اولیه اصلی کارخانه ، رزین و الیاف فایبرگلاس می باشد.

آزمونهای که روی آنها صورت می گیرد به شرح زیر است :

الف (آزمونهای مربوط به الیاف شیشه

- دانسیته خطی
- تعیین درصد رطوبت
- تعیین درصد مواد احتراقی
- تعیین جرم واحد سطحی
- تعیین استحکام کششی

ب (آزمونهای مربوط به رزین

- درصد مواد جامد
- ویسکوزیته

- مقاومت در برابر مواد شیمیایی
- جذب آب
- سختی (بارکول)
- دانسیته
- استحکام کششی
- زمان ژل و پیک اگزوترمیک

ج) آزمونهای مربوط به محصولات

- استحکام حلقوی هوپ
- سفتی لوله
- صحت (تست هیدرو استاتیک)
- استحکام کششی
- مقاومت شیمیایی
- جذب آب لوله
- سختی بارکول
- درصد الیاف شیشه

آزمایش تست ژل تایم

ژل تایم : مدت زمانی که طول می کشد تا رزین به حالت ژل مانند تبدیل شود.

پیک تایم : مدت زمانی که طول می کشد تا رزین به حالت سفتی کامل برسد.

در این آزمایش ابتدا 100 گرم رزین را به همراه مواد افزودنی رزین که شامل کبات برای شروع واکنش (شروع کننده آزمایش) به مقدار 0/02 درصد وزنی و کاتالیزور به مقدار 1 درصد وزنی مخلوط شد.

بعد از اضافه کردن کبات با دستگاه هم زن مخلوط (شکل 1) می شود سپس بعد از اضافه کردن کاتالیزور نیز دوباره با استفاده از هم زن مجدداً مخلوط می شود تا بصورت یکدست باشد.

با توجه به مقدار افزودنی ای که اضافه می شود مدت زمان ژل تایم و پیک تایم می تواند متفاوت باشد. مقدار استاندارد کاتالیزور (امیکایی) بین 1 تا 1/5 درصد می باشد.

رزین آزمایش شده (شکل 2) مقدار زمان ژل تایم آن 35 دقیقه و پیک تایم نیز حدود 45-50 دقیقه گزارش شد. در محدوده ی استاندارد قرار دارد و میتواند در خط تولید استفاده شود.



شکل 2 رزین آزمایش شده



شکل 1 دستگاه هم زن مخلوط

آزمایش درصد مواد جامد

این روش کار مربوط به اندازه گیری محتوای غیر فرار رزین ها می باشد.

دامنه کاربرد محتوای غیر فرار رزین ها در حلال های آلی فرار شامل دو روش می باشد.

روش A: محلول هایی که رزین با حرارت واکنش نمی دهد و حلال را تحت شرایط آزمون آزاد می کند شامل الکلید ها و ...

روش B: دو نوع می باشد

محلول هایی که رزین با حرارت واکنش می دهد و این محلول ها تحت تراکم یا واکنش گرمایی می باشد مانند فنل ها

محلول هایی که حلال آن به کندی آزاد می شود شامل رزین های اپوکسی و ...

در این آزمون از دستگاه هایی از جمله ترازوی دقیق، آون با درجه حرارت ثابت 105 درجه، غلطک و ... استفاده می شود

کاغذ آلومینیومی به ابعاد 150*150 میلی متر را وزن کرده و سپس از وسط تا نموده و وسط یکی از صفحات حدود 1 گرم ریخته و آن را وزن کرده و بصورت لایه یکنواخت و نازکی روی فویل پخش می شود. باید دقت شود که رزین از لبه های کاغذ بیرون نریزد و پس از آن دو لایه کاغذ آلومینیوم را از هم جدا نموده و دمای ثابت 105 درجه سانتیگراد طبق روش B به مدت 2 ساعت در دستگاه آون قرار داده میشود و پس از سپری شدن این مدت مجدد لبه های کاغذ را روی هم گذاشته گوشه های آن را به هم فشرده و آن را در دسیکاتور تا رسیدن به دمای محیط قرار داده و وزن میشود.

درصد مواد جامد رزین به طریق زیر قابل محاسبه است :

$$\text{درصد مواد جامد رزین} = ((A - B) \div C) \times 100$$

A: وزن کاغذ آلومینیوم با رزین پس از قرار دادن در آون برحسب گرم

B: وزن کاغذ آلومینیوم برحسب گرم

C: وزن رزین برحسب گرم

نتایج بدست آمده در قالب فرم ثبت نتایج آزمایشات رزین توسط واحد آزمایشگاه ثبت و گزارش می گردد.

آزمون تعیین جذب آب پلاستیک ها

این آزمایش به پنج روش می تواند انجام شود.

روش اول : فرآیند وارونگی بیست و چهار ساعته

نمونه خشک شده پس از وزن کردن با تقریب 0/001 گرم در ظرف محتوی آب مقطر که در دمای 23 درجه سانتی گراد ثابت شده قرار داده میشود . باید روی لبه ها تکیه کرده و کاملاً وارونه شود. در انتهای 24 ساعت نمونه را از آب مقطر برداشته همه سطوح نمونه با پارچه خشک می شوند و تا تقریب 0/001 گرم وزن می شود و برای نمونه های با ضخامت کمتر باید بعد از غوطه وری با بطری در بسته وزن گردد. وزن حاصل به عنوان وزن تر ثبت میشود.

نکته : بسته به نیاز ، زمان غوطه وری آب در قطعه می تواند متغیر باشد.

روش دوم : غوطه وری در آب جوش دو ساعته

نمونه خشک شده پس از وزن کردن با تقریب 0/001 گرم ابتدا به مدت دو ساعت در آب مقطر در حال جوش قرار داده میشود. پس از 120 دقیقه در آب مقطر در دمای محیط و به مدت 15 دقیقه گذاشته و پس از خشک کردن آب سطح آن با دستمال خشک مجدداً وزن شده و عدد مشاهده شده به عنوان وزن تر ثبت می گردد.

روش سوم : غوطه وری طولانی مدت

برای تعیین کل آب جذب شده که بطور قابل توجهی اشباع شده است، نمونه های تهیه شده باید همانطور که در روش اول توضیح داده است آزمایش شوند ، با این تفاوت که در پایان 24 ساعت باید از آب خارج شده و از رطوبت سطحی با یک پارچه ، پاک شوند. بلافاصله با دقت 0/001 گرم وزن کرد و سپس در آب قرار داده شود.

وزن ها باید در پایان هفته اول و پس از آن هر دو هفته تکرار شود تا زمانی که افزایش وزن در هر دوره دو هفته ای، همانطور که با سه وزن متوالی نشان داده می شود، به طور متوسط کمتر از یک درصد کل افزایش یا 5 میلی گرم باشد. هر کدام بزرگتر است.

سپس نمونه باید به طور قابل ملاحظه ای اشباع در نظر گرفته شود. تفاوت بین وزن قابل ملاحظه اشباع و وزن خشک باید به عنوان آب جذب شده در صورت اشباع قابل ملاحظه در نظر گرفته شود.

روش چهارم: فرآیند وارونگی دو ساعته

برای همه ضخامت های موادی که سرعت جذب نسبتا بالایی دارند، و برای نمونه های نازک سایر مواد که ممکن است وزن قابل توجهی را در دو ساعت نشان دهند، نمونه ها باید همانطور که در روش اول توضیح داده شده است آزمایش شوند، به جز اینکه زمان غوطه وری باید به 120 دقیقه کاهش یابد.

روش پنجم: غوطه وری مکرر

یک نمونه ممکن است پس از 2 ساعت غوطه وری با دقت 0/001 گرم وزن شود، در آب قرار داده شده و پس از 24 ساعت دوباره وزن شود.

پوشش دادن الیاف با رزین از طریق آغشته سازی رزین

برای این کار ابتدا الیاف شیشه را بصورت قطعاتی به طول 80 سانتی متر برش زدیم و سپس از میخ آویزان کردیم. سپس رزین از جنس 1401/23 را با همراه 0/028 کبالت مخلوط کرده و هم میزنیم سپس 1/2 درصد وزنی امیکاپی به مخلوط کبالت و رزین افزوده و مجدداً هم میزنیم تا محصول یکدست شود سپس رزین ترکیب شده را به بافت الیاف اضافه می کنیم (الیاف ها را با رزین پوشش می دهیم) .

این پوشش دادن الیاف با رزین از طریق دستگاه آغشته سازی رزین انجام می شود.

طریقه کار دستگاه آغشته سازی رزین به این صورت است که یک سمت الیاف را به نیروسنج وصل می کنیم و الیاف را از درون محفظه ای که در آن رزین ریخته ایم عبور می دهیم بعد از آن الیاف را در میل گردان متحرک قرار می دهیم و بصورت یکنواخت می چرخانیم تا الیاف رزین شده آماده شود.

تست ویسکوزیته رزین با فوردکا

ابتدا رزین را با هم زن هم میزنیم تا دمای رزین 25 درجه شود (باید در دمای 25 درجه نگه داشته شود)

سپس رزین را در ظرف مخصوص ریخته و داخل فوردکا قرار می دهیم سپس در این مرحله کرنومتر را روشن می کنیم تا زمان ویسکوزیته ثبت شود (زمان ویسکوزیته 41 ثانیه ثبت می شود) [رزین را وارد یک ظرف می کنیم ظرف را داخل فوردکا قرار می دهیم . مدت زمانی که طول می کشد تا رزین از ظرف خارج شود]

در تست ویسکوزیته رزین باید به این نکته توجه داشت که در هنگام انجام تست بر روی نمونه های مختلف رزین همواره باید ظرفی که داخل آن رزین ریخته و داخل فوردکا قرار می دهیم قبل از اینکه نمونه ی دیگر رزین را داخل آن بریزیم باید هر بار آن را با استون شسته و خشک کنیم.

تست سختی سنجی رزین

این تست با روش استاندارد ASTM D2583 انجام میشود و از دستگاه سختی سنج بار کل ایمپرسور استفاده می کنیم. روش آزمایش به این صورت است که نمونه را در زیر دندان این ابزار قرار می دهیم و فشار یکنواختی به نمونه اعمال می کنیم تا حداکثر نشانگر شماره گیری در سختی سنج بار کل ایمپرسور به دست آید. عمق نفوذ ثبت می شود و توسط دستگاه به اعداد مطلق بار کل تبدیل می شود. (پروب را روی ماده مورد اندازه گیری فشار می دهیم تا زمانی که پایه دندان دار در تماس کامل و صاف با سطح قرار گیرد. تایمر تست شروع به شمارش معکوس خواهد کرد. وقتی تایمر به 0 ثانیه رسید، گیج مقدار اندازه گیری را نمایش می دهد).

نکته ای که باید به آن توجه داشت این است که سختی سنج بار کل باید روی یک سطح سخت و سفت استفاده شود تا قسمت مورد اندازه گیری خم یا تغییر شکل ندهد و اگر نمونه نازک داشته باشیم یا احتمال تغییر شکل نمونه وجود داشته باشد باید آن را برای مدت زمان آزمایش روی سطح محکمی قرار دهیم

تست چگالی رزین مایع

برای انجام این تست از روش استاندارد ASTM D1298 استفاده می شود. روش آزمایش به این صورت است که نمونه را به دمای مشخصی در یک حمام دمای ثابت (بن ماری) میریم تا از تغییرات بیش از حد دما در طول آزمایش جلوگیری شود و یک بخش آزمایشی به یک سیلندر هیدرومتری که تقریباً به همان دما رسیده است منتقل می شود. هیدرومتر و دماسنج مناسب، همچنین در دمای مشابه، در قسمت آزمایش پایین آورده و اجازه می دهیم تا ته نشین شود. پس از رسیدن به تعادل دما، مقیاس هیدرومتر را می خوانیم و دمای قسمت آزمایش گرفته می شود. خواندن هیدرومتر مشاهده شده را بعلاوه اثرات دمای کالیبراسیون متناوب تصحیح می کنیم و سپس با استفاده از فاکتورهای تصحیح حجم یا جداول با استفاده از راهنمای مناسب برای راهنمای ASTM D1250 به دمای مرجع کاهش می دهیم.

تست HDT (دمای تغییر شکل حرارتی) رزین

دمای انحراف معیاری از توانایی نمونه برای تحمل یک بار معین در دماهای بالا است. این آزمایش با روش استاندارد ASTM D648 انجام میشود و از دستگاه HDT استفاده می کنیم. روش آزمایش به این صورت است که با توجه به طول و عمق و عرض نمونه، وزن نمونه قرار داده شده را حساب کرده و سپس آن را در دستگاه HDT می گذاریم و به میزان وزن نمونه بر روی آن وزنه می گذاریم. سپس نمونه را در روغن سیلیکون غوطه ور می کنیم.

میکرومتری که بر روی دستگاه HDT قرار دارد را که باید طبق استاندارد بین 2 تا 3 باشد را روی 2/5 می گذاریم و سپس 5 دقیقه اجازه می دهیم تا نمونه با دمای روغن همدم شود. (نرخ افزایش دما میانگین 2 درجه در دقیقه است) دمای نهایی دمای نهایی است که در آن نمونه 0/25 میلی متر منحرف شود که این دما توسط دستگاه بر روی صفحه نمایش آن اعلام میشود و ما آن را بعنوان دمای نهایی در نظر میگیریم.



تست استحکام کششی رزین

این آزمون با روش استاندارد ASTM D638 انجام میشود. نمونه هایی که قرار است آن ها را آزمایش کنیم دارای ضخامت $3/2$ میلی متر طول کلی 165 میلی متر و عرض 13 میلی متر و طول گیج 50 میلی متر هستند. برای اینکه سیستم تست بجای اندازه گیری نیرو، اندازه گیری های تنش را به ما نشان دهد باید ضخامت و عرض نمونه را وارد کنیم، زیرا تنش = نیرو / سطح مقطع

برای اینکه در آزمایش خطا ایجاد نشود باید نمونه ها را بصورت عمود بر سطح نگه داریم (نباید روی یک زاویه کج شوند) چون اگر نمونه ها ناهماهنگ باشند باعث میشود تغییرات عمده ای در نتایجی که بدست آوردیم داشته باشیم. سپس نمونه را در بین فک های دستگاه تست مکانیکی قرار می دهیم و فک ها را محکم می کنیم.



دستگاه نمونه را با سرعت کشش ثابت تحت بارگذاری قرار می دهد. مقاومت نهایی نمونه، حداکثر بار اعمال شده قبل از شکستگی نمونه است که این عدد توسط مانیتور دستگاه به ما نشان داده می شود.

واحد کنترل کیفیت

کنترل کیفیت

کنترل کیفیت لوله در سه سطح کنترل مواد اولیه، کنترل در حین تولید و کنترل محصول نهایی صورت می پذیرد.

کنترل کیفیت اقلام ورودی:

مواد اولیه مورد نیاز جهت تولید لوله و اتصالات کامپوزیت مطابق با الزامات فنی مورد درخواست مشتریان و بر اساس استاندارد های معتبر، به لحاظ تایید صلاحیت کیفی تحت کنترل و بررسی قرار می گیرد.

علاوه بر استاندارد به تاییدیه ها و مجوز های ارایه شده توسط تامین کنندگان، جهت حصول اطمینان از کیفیت محصول اقدام به نمونه برداری و انجام آزمون های آزمایشگاهی و تکمیلی بر روی مواد اولیه ورودی خط تولید می گردد.

با انجام مراحل مذکور در خصوص مطابقت کیفی مواد اولیه با مشخصات فنی مورد نیاز جهت تولید و اتصالات GRP تصمیم گیری شده و مجوز های لازم جهت بکارگیری اقلام ورودی صادر میگردد.

استاندارد ها:

به منظور حصول اطمینان از کیفیت لوله و اتصالات GRP و تطابق آنها با الزامات استاندارد های بین المللی و ملی از مراجع معتبر اعم از ASTM, BS, DIN, ISO, AWWA, ISIRI و غیره برای کاربرد هایی اعم از آب و فاضلاب، پساب های صنعتی و برخی مواد شیمیایی به تناسب نیاز کارفرما و تولید کننده بهره گرفته می شود.

کنترل کیفیت فرایند تولید:

پس از اطمینان از کیفیت اقلام و نهاد های تولید در مرحله بعد بازرسان مجرب و کارآموزده واحد کنترل شرکت اقدام به بازرسی و کنترل پارامتر های تولید و کلیه تنظیمات ماشین آلات در تمامی ایستگاه های مختلف تولید می نمایند. هدف از حضور بازرسان کنترل کیفیت در خط تولید نظارت بر صحت انجام وظایف اپراتور های تولید و مطابقت آنها با آموزش های کیفی ارایه شده بوده، که در نهایت کلیه مراحل تولید محصول بواسطه پارامتر های کیفی تعیین شده ارزیابی و تحت کنترل قرار میگیرد.

کنترل کیفیت محصول:

اگرچه با انجام بازرسی ها و نظارت های حین تولید می توان از کیفیت محصول نهایی و مطابقت آن با الزامات کیفی اطمینان یافت، ولی بنا بر الزامات سیستم استاندارد جاری مجدداً کارشناسان واحد کنترل کیفیت اقدام به انجام آزمون های کوتاه مدت در قالب تست های مخرب و غیرمخرب بر روی محصول خروجی از واحد تولید می نمایند.

آزمون های قابل انجام بر روی محصولات تولیدی بر اساس الزامات مندرج در استاندارد های بین المللی و همچنین الزامات مورد نیاز مشتری انتخاب می گردند. برخی از آزمون های مخرب و کوتاه مدت که بر روی لوله کامل انجام می گیرد عبارتند از:

- آزمون های بصری جهت اطمینان از نبود عیوب ظاهری در محصول
 - آزمون سختی بارکول جهت کترا میزان چخت محصول
 - اندازه گیری ضخامت جداره لوله
 - اندازه گیری طول لوله
 - اندازه گیری قطر لوله
 - انجام تست هیدرواستاتیک جهت اطمینان از تحمل فشاری و عدم بروز نشتی در لوله
- به موازات آزمون های مذکور جهت بررسی سائز الزامات کیفی محصول همچنین مبادرت به انجام آزمون های مخرب و کوتاه مدت اعم از موارد زیر نیز میگردد:

- آزمون سفتی حلقوی کوتاه مدت لوله
- آزمون استحکام محیطی لوله
- آزمون استحکام طولی لوله
- آزمون احتراق و تعیین نسبت مواد مصرفی در لوله
- آزمون تغییر شکل لوله بدون وقوع تخریب ساختاری در جداره لوله
- آزمون های مقاومت شیمیایی محصول در محیط های اسیدی و قلیایی
- کنترل انبارش، بارگیری و ارسال

لوله های کامپوزیت علی رغم برخورداری از خواص مکانیکی و شیمیایی قابل توجه، نیازمند رعایت تمهیدات ویژه در انبارش، حمل و نقل و بارگیری و ارسال می باشند. پس از انجام مراحل بازرسی کیفی و عبور لوله ها از انبار موقت آنها را جهت انبارش نهایی به محوطه

اختصاص یافته برای این منظور که در آن استاندارد های انبارش و نگهداری رعایت شده است، هدایت می نمایند. مطابق دستور العمل های تدوین شده و بر اساس استاندارد های بین المللی هر نوع لوله GRP بسته به قطر، رده فشاری و سختی و شرایط کاربردی خود در وضعیت و شرایط محیطی خاص انبارش و نگهداری می گردد و بالطبع چیدمان و طبقات مجاز لوله ها بر روی یکدیگر متفاوت خواهد بود.

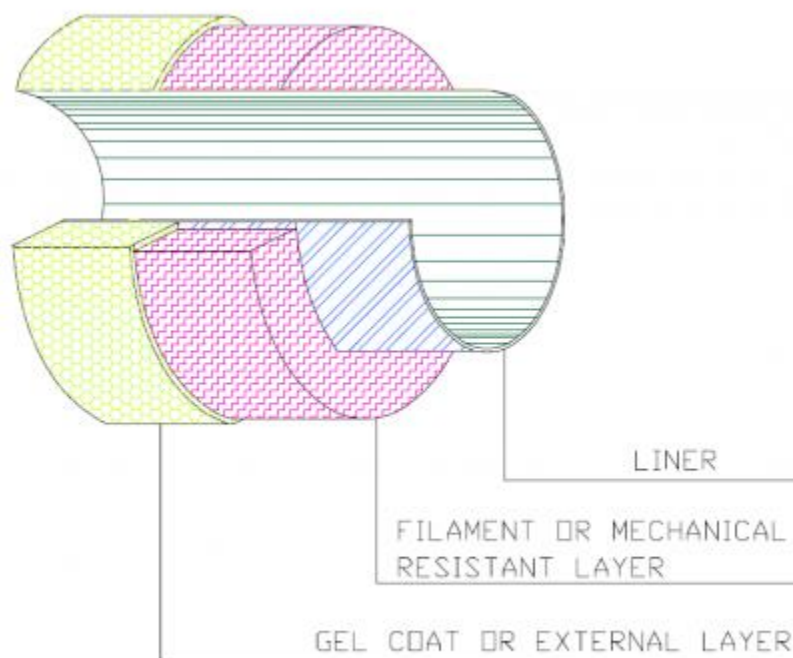
اگرچه بخش عمده ای از فعالیت های بازرسی و کنترل کیفی محصول به مراحل تولید و تحویل مواد اولیه اختصاص دارد ولی بازرسان واحد کنترل کیفیت موظف به بازرسی انبار محصول و لوله های انبارش شده در محوطه های تفکیک شده از یکدیگر می باشند و مواردی اعم از پارامترهای زیر در حین انبارش و بارگیری محصول کنترل میگردد:

- تغییر در دوپهنی و تغییر قطر داخلی لوله به مرور زمان در محوطه انبار
- کنترل عدم تغییر رنگ لوله ها در معرض تابش نور خورشید و عوامل جوی
- کنترل عدم بروز آسیب فیزیکی در حین جابجایی لوله در انبار
- اطمینان از رعایت صحیح چیدمان و تعداد طبقات مجاز انبارش لوله ها
- کنترل خواص الوار های چوبی و ابعاد مناسب آنها جهت بکارگیری در انبارش و ارسال لوله ها
- کنترل کلیه مراحل بارگیری و مهار لوله ها و اطمینان از عدم لغزش و تحرک غیرمجاز لوله
- کنترل فواصل مجاز مابین لوله ها حین ترابری و ارسال و عدم برخورد فیزیکی آنها

برگه مشخصات فنی

برگه مشخصات فنی توسط واحد مهندسی آماده و به بخش تولید داده میشود. واحد مهندسی اعلام میکند لوله سایز 65 رو با فشار 10 و سفتی 5 مگاپاسکال با رزین ونیل استر تولید کنید. لوله های تولیدی دارای دو مرحله هستند مرحله اول یا مرحله لاینر و مرحله دو که مرحله تشکیل ضخامت اصلی و استحکام کششی و مقاومت شیمیایی است.

در مرحله اول یک لایه الیاف c glass، یک لایه الیاف csm و یک لایه هم الیاف حصیری (با توجه برگه مشخصات فنی، در اینجا لوله سایز 65 مثال مورد نظر است.) سپس لایه ها را با رزین آغشته میکنند و روی قالب ها اعمال میکنند.



لایر به تنهایی در تماس مستقیم با سیال بوده و حداکثر مقاومت شیمیایی را در مقابل سیال از خود بروز می دهد این لایه باعث ایجاد سطحی صاف در داخل لوله بدون نقص ، ترک و یا ورقه شدن موضعی میشود. لایر از یک لایه glass veil و glass mat و tape تشکیل شده و طی دو مرحله تولید می شود.

فیلامنت یا لایه مقاومت مکانیکی

این لایه با توجه به شرایط طراحی وظیفه تحمل تنش های وارد بر لوله را بر عهده دارد (تنش های ناشی از فشارهای داخلی یا خارجی و مقاومت خمشی ناشی از بارهای خارجی) و بوسیله عمل لایه گذاری به صورت الیاف پیچی تولید می شود.

ضخامت لایه فیلامنت بستگی به شرایط طراحی دارد. مقاومت مکانیکی این لایه ناشی از الیاف رشته پیچی شده آغشته به رزین می باشد.

پوشش ژلاتینی یا لایه خارجی

این لایه ضخامتی در حدود ۰.۲ میلی متر دارد و شامل رزین خالص بدون الیاف شیشه می باشد. این لایه باعث پوشش کامل فایبرها و سطح خارجی لوله شده و از خراب شدن و صدمه دیدن فایبر جلوگیری کرده و باعث کیفیت ظاهری سطح لوله می شود . پوشش خارجی لوله ها به عنوان لایه محافظ در برابر تابش اشعه های فرابنفش برای کاهش اثرات آب و هوا قرار می گیرد.

ایج ترین نوع اتصال لوله های GRP بل – اسپیکوت است که علاوه بر سهولت نصب و اجرا، از آبیندی مناسبی در مقایسه با سایر اتصالات رایج برخوردار می باشد. در روش تولید ناپیوسته دو انتهای لوله به صورت بل و اسپیکوت تولید شده و با توجه به یکپارچگی لوله و سیستم اتصالی آن، از مزیت زیادی نسبت به لوله های تولید شده به روش پیوسته برخوردار می باشد. علاوه بر این با توجه به اینکه تولید بل روی ماندل صورت گرفته و ابعاد نهایی اسپیکوت نیز بوسیله دستگاه گریندر اجرا می گردد این نوع اتصال از دقت ابعادی بالایی برخوردار بوده و تolerانسهای محدودی دارد.

نوع دیگر اتصال دو لوله به یکدیگر استفاده از کوپلینگ GRP و آبندهای معروف به REKA می باشد که جهت سائز های بزرگ مناسبتر بوده و تولید و ماشینکاری آن نیاز به تجهیزات جانبی در کنار خط تولید ناپیوسته دارد. علاوه بر این از اتصال جوشی نیز می توان در مواردی که شرایط نصب اجازه دهد استفاده نمود.

در اتصال لوله ها از گاسکت های الاستیک (اورینگ) که داخل شیارهای اسپیکوت قرار می گیرند استفاده شده و عمل آبیندی هیدرولیکی به نحو مطلوبی انجام می گیرد. در اتصال جوشی نیز با توجه به لایه گذاری از همان جنس لوله در محل اتصال، خاصیت نفوذ ناپذیری و آبیندی هیدرولیکی اتصال برآورده می گردد.

اتصالات Fittings

طیف گسترده ای از انواع اتصالات و قطعات مخصوص را می توان به صورت GRP تولید نمود، به گونه ای که دارای خواص مکانیکی و شیمیایی همانند لوله باشد. در اکثر موارد اتصالات به روش دستی و بر روی قالب های مادگی (متشکل از لوله های برش خورده) اجرا می گردد. انتهای اتصالات را می توان به صورت بل اسپیکوتی و یا ساده اجرا نمود. انواع رایج اتصالات تولیدی عبارتند از:

زانویی با زوایای مختلف

سه راهی برابر یا تبدیل

کاهنده هم مرکز و خارج از مرکز

فلنچ های ثابت و دنباله کوتاه

فلنچ کور

الیاف پیچی (Discontinues Filament Winding)

در این روش تولید، لوله ها در طول های استاندارد (معمولا ۱۲ متر) بر روی ماندل فولادی چرخان تولید می شود. با توجه به تنظیمات کامپیوتری و کنترل حرکت دورانی ماندل و حرکت خطی شانه راهنمای الیاف، لوله تقویت شده به صورت هلیکال و با زاویه مشخصی تولید می گردد. این خاصیت امکان تغییر زاویه پیچش الیاف باعث ایجاد خواص مکانیکی متفاوتی در جهات محوری و محیطی در لوله می گردد. لذا در مقایسه با لوله های تولید شده به روش پیوسته که الیاف فقط تحت زاویه ۹۰ درجه روی ماندل می پیچند قابلیت تحمل فشارهای داخلی و محوری بیشتری را دارا می باشند.

اولین لایه که روی ماندل اجرا می گردد لایتر یا همان لایه محافظ شیمیایی و خوردگی است که شامل ۹۰ درصد رزین و ۱۰ درصد الیاف C-glass می باشد. پس از آن چندین لایه با نسبت الیاف ۶۰ تا ۷۰ درصد و به صورت بافت تحت زاویه اجرا می گردد که وظیفه تحمل شرایط مکانیکی و استحکامی لوله را دارا می باشد. در انتها نیز لایه محافظ UV با توجه به نیاز پروژه اجرا می گردد.

در موارد خاص و بر اساس شرایط می توان از پرکننده های غیر آلی مانند سیلیس جهت افزایش سفتی و کاهش هزینه تولید لوله استفاده نمود که البته این مورد در لوله های با قطر زیاد و در روش های تولید پیوسته و یا دستگاه های تک ماندل مرسوم می باشد. لازم به ذکر است تجهیزات ماسه پاشی در صورت درخواست مشتری قابل اجرا و نصب بر روی دستگاه MT4 نیز می باشد.

رزین مورد استفاده در همزن با افزودنیهای مربوطه مخلوط شده و در پمپ پنوماتیکی مخصوص در صد معینی از کاتالیست به آن اضافه می گردد که میزان آنها بر اساس فرایند طراحی شده، قابل تنظیم است. نهایتا رزین وارد حوضچه رزین شده و باعث آغشتگی الیاف عبور کننده از حوضچه می شود.

فرایند پلیمریزاسیون رزین در قسمت های بالایی و جانبی دستگاه و بوسیله المنتهای مادون قرمز صورت می گیرد. میزان حرارت المنتها بوسیله سیستم کنترلی تنظیم می گردد.

پس از تولید و کیورینگ، لوله در قسمت پایین دستگاه از روی ماندل بیرون کشیده می شود و جهت عملیات بعدی که شامل برش دو انتها و کالبره کردن طول لوله و نیز تراشکاری شیارهای اورینگ اسپیکوت می باشد به سوی دستگاه کاتر گریندر حمل می گردد.

دستگاه پالتروژن

فرایند پالتروژن pultrusion روشی برای تولید پیوسته مواد و مصالح کامپوزیتی است که دارای سطح مقطع ثابت باشد. در لغت از ترکیب کلمه pull در سیستم extrusion تشکیل شده است که به نوعی در مقابل عبارت "فشردن مواد در اکستروژن" معنای "کشاندن مواد" را در "پالتروژن" تداعی کند. که البته منظور کشیدن الیاف آغشته به رزین از درون حفره قالب می باشد. با این تعریف است که مراحل اصلی کار در پالتروژن مشخص می گردد:

ابتدا محلی برای قراردادن الیاف و مسیرهای بدون مانع جهت راهنمایی الیاف در مسیر رسیدن به حفره ی قالب.

قبل از ورود به قالب، الیاف به ترکیب خاصی از رزین (پلیمر) آغشته می شود البته در برخی روشها عمل آغشته سازی به صورت تزریق در حفره قالب می باشد.

با عبور الیاف از درون حفره قالب شکل بیرونی مقطع به دست آمده متناسب با حفره قالب خواهد بود.

یک سیستم کشش نیز در ادامه وظیفه عبور پیوسته الیاف را انجام خواهد داد.

در انتهای خط تولید نیز می توان از سیستم برش اتوماتیک برای شاخه کردن پروفیل تولیدی استفاده کرد.

با این که طرح یک دستگاه پالتروژن به دور از مکانیزمهای پیچیده و ترکیبی است، اما هریک از اجزای خط دارای نکات تخصصی و فنی منحصر به خود است که تنها با لحاظ کردن آن در مراحل طراحی و ساخت دستگاه می توان به کارکرد صحیح و بدون توقف آن در مرحله تولید دست یافت.

متداول ترین انواع کشنده در پالتروژن :

۱- کشنده خطی در دو نوع هیدرولیکی و پیچ و مهره ای

۲- کشنده زنجیری یا کاترپیلار

معمولا در سیستمهایی که نیاز به توان کششی بالا باشد از نوع هیدرولیکی استفاده می شود. البته با توجه به امکان تنظیمات سرعت و نیروی کشش استفاده از یک سیستم کشنده هیدرولیک برای تولید کنندگانی که محدوده وسیعی از پروفیلها را تولید می کنند مقرون به صرفه تر خواهد بود.

با استفاده از سیستمهای هیدرولیک مجهز به پمپ های دبی متغیر و شیرهای پروپرشنال دقت های بسیار خوبی در پارامترهای سرعت و نیروی کشش به دست می آید. در کنار این مصرف انرژی در این نوع از سیستمهای هیدرولیکی به مراتب کمتر از انواع مجهز به پمپ دبی ثابت می باشد.

پایان

امیدوارم این گزارش موردتوجه شما قرار گرفته باشد

موفق باشید.