

سرآمدان عرضه پیوند دانش پیوند

فصلنامه تخصصی توس پیوند
دوره جدید | شماره ۱ | فروردین ۱۴۰۵



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



فهرست

02	درباره ما
03	نوبت روایت است
04-05	گفتگو با مدیرعامل
06	تاریخچه
08-11	معرفی شرکت
12-27	پروژه جدید
28-29	مقاله فنی مهندسی
30-31	تضمین کیفیت
32-34	ایمنی و بهداشت
36-38	کنترل کیفیت
39-41	معرفی دستگاه آنالیز

درباره ما



شماره ثبت ۱۳۹۴۲۳
اولین تولیدکننده دانش بنیان اتصالات صنعتی
زیرمجموعه شرکت صنایع تجهیزات نفت

شرکت «توس پیوند» (سهامی خاص) فعالیت خود را از سال ۱۳۷۰ آغاز نمود و از سال ۱۳۷۶ با تمرکز بر نگاه تخصصی در صنعت اتصالات و تحول در اساسنامه، گامی نو در مسیر بومی سازی تجهیزات صنعتی برداشت. این شرکت به عنوان یکی از مجموعه های استراتژیک زیرمجموعه «شرکت صنایع تجهیزات نفت»، نقش کلیدی در تأمین قطعه های حیاتی پروژه های ملی ایفا می کند.

ما با تکیه بر بیش از سه دهه تجربه، بهره گیری از منابع انسانی خیره و استقرار در زمینی به مساحت بیش از ۷۲ هزار مترمربع، توانسته ایم نام خود را در وندورلیست های معتبر وزارت نفت تثبیت کنیم. تمرکز اصلی ما بر تولید انواع فیتینگ، فلنج و اتصالات تخصصی (زانویی، سه راهی، تبدیل و ...) با بالاترین استانداردهای کیفی و قیمتی رقابتی است. هدف ما فراتر از مرزهای داخلی، حضور مقتدرانه در بازار کشورهای همجوار و آسیای میانه و تداوم خوش نامی در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، نیروگاهی و فولاد است.

شرکت دانش بنیان توس پیوند

ما اثبات کردیم؛ حالا نوبت روایت است

صنعت اتصالات ایران سال‌هاست در یک پارادوکس عجیب گیر کرده است: از یک طرف، پروژه‌های بزرگ نفت و گاز کشور به اتصالات استراتژیک نیاز دارند – اتصالاتی که باید در دماهای منهای شصت درجه کار کنند، در فشارهای چند صد بار دوام بیاورند، و در محیط‌های ترش و خورنده عمر مفیدشان را کامل کنند. از طرف دیگر، تامین این قطعات از خارج، با تحریم، نوسان ارز، و وابستگی به زنجیره‌های تامینی که هر روز ممکن است قطع شوند، به یک ریسک راهبردی تبدیل شده است. پاسخ منطقی به این پارادوکس، بومی‌سازی واقعی است – نه اسمی، نه ظاهری، بلکه بومی‌سازی که در آزمایشگاه رازی تست بشود و برگه قبولی بگیرد.

توس پیوند در سال گذشته این پاسخ را به عمل تبدیل کرد. پنج محصولی که تا پیش از این در سبد تولید ما نبودند – از تبدیل آلیاژی WP11 با حساسیت‌های عملیات حرارتی کروم-مولیبدن، تا زانویی هجده اینچ WPL6 برای سرویس‌های دمای پایین، تا سهراهی جکت‌دار چهل و هشت اینچ با چالش‌های جوشکاری و کنترل اعوجاج – همه در همین کارخانه، با همین تجهیزات، و توسط همین تیم تولید شدند. نه با واردات دانش خارجی، نه با خرید لایسنس. با مهندسی معکوس، آزمون و خطا، و پافشاری.

این فصلنامه برای روایت همین مسیر راه‌اندازی شده است. «سرآمدان صنعت پیوند» نه یک بروشور شرکتی است، نه یک گزارش تبلیغاتی. هدف ما این است که مهندسان پایپینگ، مدیران پروژه، و متخصصان صنعت نفت و گاز بتوانند در این صفحات چیزی پیدا کنند که جای دیگری نیست: داستان واقعی ساخت، داده‌های فنی معتبر، و تحلیلی صادقانه از آنچه در صنعت اتصالات ایران در جریان است.

در این شماره، قلب مطالب پرونده‌ای است که پنج محصول راهبردی بومی‌سازی‌شده را با جزئیات فنی کامل معرفی می‌کند – از چالش‌های فرآیند تا نتایج آزمایشگاه. در کنارش، یادداشتی از مدیرعامل درباره چشم‌انداز پنج ساله صادرات، تحلیل بازار اتصالات منطقه، و یک الحاقیه فنی برای میز مهندس دارید که امیدوارم پرینتش کنید و نگاه‌اش دارید.

صنعت انرژی کشور به تامین‌کنندگانی نیاز دارد که روایتگر کارشان باشند – چون اعتماد از شناخت می‌آید، و شناخت از شفافیت. این فصلنامه قدمی است در همین مسیر.

گفتگو با مدیرعامل

گفتگو با مدیرعامل

بعضی مدیران با حرف رهبری می‌کنند. بعضی با کار.

سید ابراهیم سقائی از دسته دوم است.

وقتی در دفترش می‌نشینم، اولین چیزی که می‌فهمی این است که او وقت ندارد - نه به معنای بی‌حوصلگی بلکه به معنای اینکه ذهنش همیشه جایی روی مسئله است. سال‌ها کار در صنعت نفت و گاز به او یاد داده که این صنعت با کسانی که فقط حرف می‌زنند کاری ندارد. می‌خواهد نتیجه ببیند.

از او می‌خواهیم از دستاوردهای اخیر بگوید. مکثی می‌کند - نه برای اینکه جواب ندارد، بلکه انگار دارد انتخاب می‌کند کدام را بگوید.

«وام‌های بانکی را تسویه کردیم.» همین. بدون توضیح اضافه.

اما همین یک جمله، برای کسی که صنعت تولید ایران را می‌شناسد، وزن زیادی دارد. در محیطی که نرخ بهره بالا، نوسان ارز، و محدودیت‌های تامین زنجیره تولید را فشرده کرده، تسویه کامل بدهی‌های بانکی سرفصل شده یعنی یک چیز! این شرکت روی پای خودش ایستاده.

عملگرایی به جای انتظار

آقای سقائی از آن دست مدیرانی نیست که منتظر شرایط مناسب بنشیند. وقتی تحریم مسیر واردات مواد اولیه را سخت‌تر کرد، تیم مهندسی را نشانند و پرسید: با همان چیزی که داریم، چه کار بیشتری می‌شود کرد؟ جواب، پنج محصول جدید بود که امسال برای اولین بار از خط تولید توس پیوند خارج شدند - از تبدیل آلپاژی WP11 برای سرویس‌های دمای بالا تا زانویی هجده اینچ WPL6 برای پروژه‌های LNG. محصولاتی که تا دیروز باید وارد می‌شدند، امروز اینجا ساخته می‌شوند.

«مواد اولیه‌ای که قبلاً یک کاربرد داشت، الان چند کاربرد دارد. از همان سرمایه، بیشتر درمی‌آید.» برای یک مهندس عملگرا، این جمله یک استراتژی است، نه یک شعار.



آمادگی برای لحظه‌ای که می‌آید

تحولات اخیر منطقه، زیرساخت‌های نفتی و پالایشگاهی را آسیب زده. آقای سقائی وقتی از این موضوع حرف می‌زند، لحنش تغییر می‌کند – نه هیجان زده نه احساساتی. فقط تمرکز بیشتر.

«وقتی یک واحد صنعتی آسیب می‌بیند، نیاز فوری دارد. کسی که موجودی دارد و می‌تواند سریع تحویل بدهد، آنجاست. ما باید آن کسی باشیم.»

توس پیوند با ذخیره استراتژیک مواد اولیه و ظرفیت تولید آماده، برای همین لحظه‌هاست. سابقه‌ای که از پتروشیمی تبریز تا گچساران امتداد دارد، نشان می‌دهد که این آمادگی فقط ادعا نیست.

آخرین سؤال

از او می‌پرسیم یک مهندس خریدار چرا باید توس پیوند را انتخاب کند.

نگاهی می‌کند. انگار سؤال را ساده می‌داند.

«چون کیفیت‌مان را آزمایشگاه تأیید می‌کند، نه حرف‌مان. چون موجودی داریم. چون نوزده سال است استانداردهای بین‌المللی را حفظ کرده‌ایم. و چون هر روز یک محصول بیشتر می‌توانیم بسازیم.»

بلند می‌شود. جلسه تمام شده.

سید ابراهیم سقائی مدیرعامل و عضو هیئت مدیره – شرکت توس پیوند بهار ۱۴۰۵

سه دهه مسیر توس پیوند از ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۵

تا ستون صنعت اتصالات

داستان توس پیوند از یک زمین ۷۲ هزار متری در شهرک فناوری‌های برتر مشهد شروع می‌شود. زمستان ۱۳۷۰، وقتی شرکت صنعتی توسعه ماشین‌های معدنی مشهد ثبت شد، کسی نمی‌دانست که همین آدرس، سه دهه بعد به یکی از معتبرترین تولیدکنندگان اتصالات صنعت نفت و گاز کشور تبدیل می‌شود.

۱۳۷۰ - زمین خالی، اراده پر

نوزدهم بهمن ۱۳۷۰. شرکت با نامی که هنوز هویت نهایی‌اش را پیدا نکرده بود، در زمینی به مساحت ۷۲ هزار و پانصد و بیست و دو مترمربع پایه‌گذاری شد. آن روزها، صنعت اتصالات ایران هنوز به شدت وابسته به واردات بود و کمتر کسی تصور می‌کرد که یک تولیدکننده داخلی بتواند استانداردهای بین‌المللی نفت و گاز را برآورده کند.

۱۳۷۶ - تولد یک نام

ششم آبان ۱۳۷۶، اتفاقی افتاد که فراتر از یک تغییر نام بود. «توس پیوند» متولد شد - و با آن، اساسنامه‌ای جدید نوشته شد که شرکت را به عنوان یک بازیگر تخصصی در صنعت اتصالات تعریف می‌کرد. این تصمیم، در واقع اعلام یک هویت بود: ما دیگر یک شرکت عمومی نیستیم - ما متخصص اتصالات صنایع مادر هستیم.

۱۳۷۷ - پیوستن به خانواده نفت

یک سال بعد، سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران مهر تأییدش را زد. توس پیوند رسماً به جمع شرکت‌های زیرمجموعه شرکت صنایع تجهیزات نفت پیوست. این پیوستن چیزی فراتر از یک ساختار اداری بود - دسترسی به پروژه‌های ملی، الزامات کیفی سخت‌گیرانه‌تر، و مسئولیت سنگین‌تر. اما همین فشار بود که توس پیوند را ساخت.

۱۳۸۰ - کارخانه نفس می‌کشد

اول خرداد ۱۳۸۰. بهره‌برداری رسمی از ظرفیت‌های کارخانه آغاز شد. خط تولید راه افتاد، اولین قطعات از کوره بیرون آمدند و توس پیوند رسماً وارد چرخه تامین پروژه‌های ملی شد. از آن روز، این کارخانه حتی یک روز هم نایستاد.

۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰ - ساخت اعتماد، قطعه به قطعه

دو دهه بعدی داستان تجمیع تجربه است. پروژه‌های پتروشیمی تبریز، پتروشیمی گچساران، و ده‌ها پروژه پالایشگاهی و خط لوله در سراسر کشور. هر پروژه یک امتحان بود - از نظر کیفیت، از نظر زمان تحویل، از نظر توانایی تامین در شرایطی که واردات ممکن نبود. توس پیوند این امتحان‌ها را پشت سر گذاشت و در وندورلیست‌های وزارت نفت، NIOC، و POGC جای خود را تثبیت کرد.

۱۴۰۰ تا ۱۴۰۵ - از تامین‌کننده به مرجع دانش فنی

این پنج سال، دوره تحول است. پنج محصول جدید برای اولین بار در کارخانه تولید شدند - محصولاتی که پیچیدگی فنی‌شان سال‌ها مانع تولید داخلی بود. آزمایشگاه ISO 17025 راه‌اندازی شد تا کیفیت نه با حرف، بلکه با داده تأیید شود. تمام وام‌های بانکی تسویه شد. و شرکتی که سی و پنج سال پیش با یک زمین خالی شروع کرد، حالا آماده است که در بازسازی زیرساخت‌های آسیب‌دیده منطقه نقش ایفا کند.

سی و پنج سال. یک آدرس. یک هدف: اثبات اینکه ساخت ایران می‌تواند با هر استاندارد رقابت کند.



از یک زمین خالی تا یک اکوسیستم تولید کامل

وقتی برای اولین بار وارد مجتمع صنعتی توس پیوند می‌شوید، اولین چیزی که توجه‌تان را جلب می‌کند مقیاس است. ۷ هزار و ۵۰۰ مترمربع زمین در شهرک فناوری‌های برتر مشهد - کیلومتر ۲۷ جاده مشهد به قوچان - که در طول سه دهه از یک قطعه زمین خالی به یک زنجیره تولید کامل تبدیل شده است. از لحظه‌ای که لوله خام وارد می‌شود تا لحظه‌ای که اتصال تأییدشده بارگیری می‌شود، همه چیز در همین محوطه اتفاق می‌افتد.

جریان تولید - از مواد خام تا محصول نهایی

خط تولید توس پیوند از پنج ایستگاه اصلی تشکیل شده که هر کدام نقش مشخصی در تبدیل لوله خام به اتصال استاندارد دارند. ماجرا از سالن ورودی و برش شروع می‌شود. لوله‌های Seamless و ورق‌های آلایژی که از تأمین‌کنندگان تأییدشده وارد می‌شوند، پس از بازرسی اولیه و ثبت در سیستم انبارداری، توسط اره‌های CNC و Kasto به طول‌های دقیق برش می‌خورند. همین مرحله، که ساده به نظر می‌رسد، در واقع اولین نقطه کنترل کیفی است (طول برش نادرست، کل فرآیند بعدی را به خطر می‌اندازد. از برش، مواد وارد سالن فرم‌دهی می‌شوند) قلب کارخانه. اینجا چهار خط مستقل فرم‌دهی زانویی وجود دارد و در کنار آنها پرس‌های هیدرولیک 300، 400، 650، 1000 و 1800 تنی کار می‌کنند. برای محصولات با ضخامت بالا، لوله‌ها ابتدا از

کوره القایی عبور می‌کنند تا به دمای مناسب برسند - بعد روی Mandrel شکل می‌گیرند. برای سایزهای کوچک‌تر، پرس‌های سنگین کار فرم‌دهی سرد را انجام می‌دهند.

اما فرم‌دهی تنها نیمی از کار است. قطعات شکل‌گرفته وارد سالن عملیات حرارتی می‌شوند - جایی که خواص مکانیکی فلز بازیابی و تنظیم می‌شود. دو کوره صنعتی این سالن را اداره می‌کنند: کوره اول با ابعاد ۴.۳۰ در ۲.۳۰ در ۲.۱۰ متر برای قطعات بزرگ، و کوره دوم با ابعاد ۲.۹۰ در ۱.۷۰ در ۱.۸۵ متر برای قطعات متوسط. شش فرآیند در این سالن اجرا می‌شود: تنش‌زدایی، نرمالایز، کوئنچ، تمپر، آنیل، و آنیل انحرافی - هر کدام برای گرید و کاربرد مشخصی.

پس از عملیات حرارتی، نوبت سالن ماشین‌کاری است. تراش، بورینگ، و فرزکاری توسط ماشین‌های CNC سطح و لبه‌های اتصال را به تolerانس‌های دقیق ASME B16.9 می‌رسانند. بعد از ماشین‌کاری، شات‌بلاست سطح را آماده می‌کند و خط رنگ پوشش حفاظتی را اعمال می‌کند.

آخرین ایستگاه سالن پایانکار است - جایی که هیچ قطعه‌ای بدون تأیید از آن خارج نمی‌شود. کنترل کیفیت نهایی، مارک‌زنی بسته‌بندی با استاندارد صادراتی، و تحویل به انبار محصول نهایی.

آزمایشگاه خواص مکانیکی - تأیید با داده، نه با حرف

در گوشه‌ای از کارخانه، یک آزمایشگاه مستقل قرار دارد که شاید کم‌سروصداترین بخش مجتمع باشد - ولی مهم‌ترین. آزمایشگاه خواص مکانیکی توس پیوند با سه تجهیز اصلی و چند تجهیز فرعی کار می‌کند: دستگاه کشش یونیورسال ۳۰ تنی برای تعیین تنش تسلیم، استحکام نهایی، و ازدیاد طول؛ دستگاه آنالیز شیمیایی Oxford به روش طیف سنجی نشر نوری برای تأیید ترکیب شیمیایی دقیق هر ذوب؛ و سختی‌سنج پرتابل Leeb برای کنترل سریع و غیرمخرب روی سختی. همه تجهیزات کالیبره و تحت استاندارد ISO/IEC 17025 هستند و این تیم با قرار گرفتن در وندور لیست اداره استاندارد و نظام مهندسی، قابلیت انجام تمام این خدمات به کارفرمایانی که نیاز به آزمایشگاه مرجع و معتبر دارند را دارا می‌باشد.

۱۰۰ نفر، یک هدف

پشت این ماشین‌آلات و فرآیندها، تیمی حدود ۱۰۰ نفره قرار دارد - از مهندسان ارشد تا اپراتورهای خط تولید (که بین کارخانه مشهد، دفتر مرکزی تهران، و دفتر قشم توزیع شده‌اند. ظرفیت مجاز تولید این مجتمع ۷۰ هزار تن در سال است) ظرفیتی که با هر دوره توسعه، بیشتر از آن استفاده می‌شود.

در روز به حدود ۸۰۰ هزار بشکه در روز سقوط کرد و عملیات پایانه‌های صادراتی در جنوب عراق متوقف شد. بازسازی این زیرساخت‌های آسیب‌دیده نیاز فوری و انبوهی به اتصالات تعمیری ایجاد می‌کند. عراق برنامه‌هایی برای تعمیر خط لوله آسیب‌دیده کرکوک-قیش‌خابور با ظرفیت حدود ۴۰۰ هزار بشکه در روز دارد — و این تنها یکی از ده‌ها پروژه تعمیراتی در دستور کار است. این‌ها پروژه‌هایی نیستند که بشود شش ماه منتظر ماند تا اتصالات از آسیا یا اروپا وارد شود. سرعت تحویل و موجودی آماده تعیین‌کننده‌ترین فاکتور انتخاب تأمین‌کننده است.

توس پیوند با ذخیره استراتژیک مواد اولیه، ظرفیت تولید آماده، و سابقه تأمین پروژه‌های ملی، دقیقاً در موقعیتی قرار دارد که می‌تواند این نیاز فوری را پاسخ بدهد.

چالش اصلی؛ نوسان فولاد آلیاژی

در کنار این فرصت‌ها، یک ریسک جدی وجود دارد که نمی‌شود از آن گذشت: نوسان قیمت فولاد آلیاژی. مواد اولیه اتصالات تخصصی (لوله‌های Seamless گریدهای WPL6، WP11 و استنلس استیل) همگی محصولاتی هستند که قیمت‌شان با تغییرات بازار جهانی فلزات نوسان شدید دارد. در شرایط تحریم، این نوسان با محدودیت منابع تأمین هم ترکیب می‌شود. استراتژی توس پیوند در مقابل این ریسک، خرید پیش‌دستانه و ذخیره‌سازی استراتژیک است. این رویکرد هزینه تأمین مالی بالاتری دارد، اما یک مزیت رقابتی قدرتمند ایجاد می‌کند: توانایی تحویل در زمانی که رقبا در صف انتظار هستند.

جمع‌بندی؛ سال ۱۴۰۵ برای چه کسی است؟

بخش میان‌دست صنعت نفت و گاز ایران با نرخ رشد سالانه ۷.۱۸ درصد، سریع‌ترین بخش در حال رشد است — چون خطوط لوله و تأسیسات ذخیره‌سازی جدید وارد بهره‌برداری می‌شوند. این رشد در کنار تقاضای بازسازی منطقه‌ای، یک پنجره فرصت ایجاد کرده که مدت‌دار نیست. تولیدکننده‌ای که در این پنجره برنده می‌شود، کسی است که سه چیز دارد: موجودی آماده، کیفیت مستند، و سابقه اثبات‌شده. توس پیوند هر سه را دارد.





منابع و مأخذ

١. Future Market Insights (2025). Oil and Gas Fittings Market Size & Forecast 2026-2036. futuremarketinsights.com
٢. Coherent Market Insights (2025). Pipe Fittings Market Size, Share and Forecast 2025-2032. coherentmarketinsights.com
٣. Mordor Intelligence (2026). Iran Oil and Gas Market Size, Outlook, Forecast Report 2031. mordorintelligence.com
٤. Oilfield Workers (2025). Iran Powers Through Sanctions. oilfieldworkers.com
٥. U.S. Energy Information Administration (2025). Country Analysis Brief: Iraq. eia.gov
٦. Foundation for Defense of Democracies (2026). Iraq Is Envisioning New Oil Pipelines. fdd.org
٧. Mark&tel Advisors. Middle East and Africa Pipes and Fittings Market Size. marknteladvisors.com

مقدمه

در این فصل، کارخانه توس پیوند موفق به بومی سازی و ساخت چهار محصول جدید شد که تا پیش از این در سبد محصولات شرکت قرار نداشتند. این دستاوردها در شرایط نسبتاً غیر عادی عملیاتی ناشی از جنگ تحمیلی و با تکیه بر تجهیزات موجود و دانش فنی داخلی محقق شده است.

new
project

تبدیل آلیاژی Reducer 4*2 & 4*3 in
S80*S160-ASTM A234-WP11 Cl.2

کاهش قطر از 4 اینچ رده ضخامت S80 به 2 و 3 اینچ رده ضخامت S160 در ترکیب با متریال آلیاژی کلاس 2، یک چالش چندلایه‌ای را رقم زده که غلبه بر آن با تکیه بر دانش مهندسی مواد و بهینه‌سازی فرآیندهای تولید امکان‌پذیر شده است.

چرا ساخت این محصول سخت بود؟

1- ماهیت دشوار متریال آلیاژی WP11 Class 2

این گرید با درصد بالای کروم (1.5-1) و مولیبدن (0.44-0.65) از خانواده فولادهای کروم مولیبدن است که برای سرویس در دماهای بالا (تا 590 درجه سانتی‌گراد) طراحی شده است. وجود این عناصر آلیاژی، استحکام و سختی ذاتی فلز را به شدت افزایش می‌دهد و آن را در برابر تغییر شکل سرد، فوق‌العاده مقاوم می‌کند. علاوه بر این، نرخ بالای کارسختی این آلیاژ به این معناست که به محض شروع فرآیند شکل‌دهی، ماده به سرعت سخت و ترد شده و شکننده می‌شود؛ پدیده‌ای که اگر مهار نشود، می‌تواند منجر به ترک‌خوردگی کامل قطعه در حین تولید گردد.

2- ضخامت بالا

در سایز 4 اینچ حدود 8.74 mm برای انتهای 2 اینچی و 11.13 mm برای انتهای 3 اینچی مزید بر علت شده است. شکل‌دهی چنین دیواره ضخیمی به نیروی بسیار بالایی نیاز دارد که فشار مضاعفی را به پرس هیدرولیک و قالب‌ها تحمیل می‌کند و استهلاک آن‌ها را به طرز چشمگیری افزایش می‌دهد. همچنین، توزیع یکنواخت تنش در طول مسیر مخروطی تبدیل، در چنین ضخامت‌هایی، بسیار پیچیده و مستعد ایجاد عیوب ناخواسته مانند چین و چروک است.

3- هندسه چالش‌برانگیز تغییر قطر 4*2 اینچ

نسبت کاهش قطر از 4 به 2 اینچ یک کاهش ناگهانی و شدید محسوب می‌شود. در فرآیند فرم‌دهی سرد، چنین کاهش قطر بزرگی، تنش‌های کششی فوق‌العاده‌ای را به دیواره لوله وارد می‌کند. در این شرایط، بزرگ‌ترین خطر، نازک‌شدگی غیرمجاز دیواره در امتداد بخش مخروطی و در نتیجه، افت شدید مقاومت مکانیکی قطعه نهایی است؛ مسئله‌ای که انطباق با تolerانس‌های سختگیرانه استانداردهای ابعادی را با مخاطره جدی مواجه می‌کند.

ما چگونه بر این سختی‌ها غلبه کردیم؟

واحد تحقیق و توسعه شرکت با درک فنی از خواص مواد و فرآیندها، راهکارهای زیر را طراحی و پیاده‌سازی کرد.

* طراحی فرآیند شکل‌دهی دو مرحله‌ای: به جای اعمال کل تغییر شکل در یک مرحله پرسکاری، فرآیند شکل‌دهی در دو مرحله مجزا تعریف شد. این استراتژی هوشمندانه، از تجمع سریع تنش‌ها و سخت‌شدگی ناگهانی ماده جلوگیری کرده و هر مرحله را در محدوده شکل‌پذیری ایمن آلیاژ قرار داد.

* کنترل دقیق و بهینه پارامترهای فرآیند: متغیرهای کلیدی مانند نیروی پرس، سرعت اعمال نیرو، و روانکاری سطح با دقت بالا تنظیم و در حین تولید پایش شدند تا بهترین شرایط را برای جریان نرم و یکنواخت فلز فراهم آورند.

* اجرای عملیات حرارتی دقیق نرمالایز و تمپر: طبق الزامات استاندارد ASTM A234، پس از مرحله شکل‌دهی سرد، کلیه قطعات تحت یک چرخه عملیات حرارتی استاندارد شامل نرمالایز و تمپر قرار گرفتند. عملیات حرارتی نه تنها تنش‌های پسماند ناشی از تغییر شکل را حذف کرد، بلکه منجر به بهبود خواص مکانیکی نهایی (مانند چقرمگی و استحکام تسلیم) نیز شد و ریزساختاری یکنواخت و عاری از عیوب متالورژیکی ارائه کرد.

نتایج نهایی و دستاوردها

* تولید موفق نمونه‌های اولیه: فرآیند طراحی‌شده برای اولین بار در فروردین ماه سال جاری با موفقیت اجرا شد و نمونه‌های تبدیل 4*2 و 4*3 اینچ SCH 80/S160 از جنس ASTM A234-WP11 Class 2 در کارخانه تولید گردید.

* انطباق کامل با استانداردهای معتبر: نمونه‌های تولید شده تحت نظارت واحد کنترل کیفیت به آزمایشگاه مرجع رازی ارسال شدند و آزمون‌های

جامعی شامل آزمون کشش جهت تأیید استحکام، آزمون سختی سنجی جهت تأیید یکپارچگی عملیات حرارتی، مطالعات متالوگرافی جهت بررسی ریزساختار، بازرسی ابعادی مطابق ASME B16.9 و آزمون‌های غیرمخرب بر روی آن‌ها انجام شد. * شایستگی فنی و تجاری سازی: با موفقیت در این آزمون‌ها و تطابق کامل با الزامات استانداردهای ASME B16.9 و ASTM A234، این محصولات پس از تأیید نهایی واحد کنترل کیفیت، وارد سبد محصولات و بازار هدف شدند.

این موفقیت گامی مهم در جهت بومی سازی تولید اتصالات آلیاژی و کاهش وابستگی به منابع خارجی محسوب می‌شود و توان فنی بالای شرکت را در تولید قطعات پیچیده به اثبات می‌رساند.



زانویی 90 درجه 18 اینچ، رده ضخامت STD از جنس ASTM A420-WPL6

این زانویی در سایز بزرگ 18 اینچ، با رده ضخامت STD و از جنس فولاد کربنی مخصوص دمای پایین مطابق استاندارد ASTM A420-WPL6، در شرکت توس پیوند تولید می‌شود. تولید این قطعه، به دلیل تلفیق سایز بزرگ ضخامت قابل توجه و حساسیت‌های خاص متریال دمای پایین، یک پروژه پیچیده مهندسی محسوب می‌شود.

چرا ساخت این محصول سخت است؟

1- ماهیت خاص متریال WPL6 برای سرویس در دمای پایین

بر خلاف فولادهای کربنی معمولی (مانند Gr.WPB) که چقرمگی آن‌ها در دماهای زیر صفر به شدت کاهش می‌یابد، استاندارد ASTM A420 برای گرید WPL6 الزام می‌کند که ماده توانایی جذب انرژی ضربه را در دمای 45- درجه سانتی‌گراد حفظ کند. دستیابی به این سطح از چقرمگی، مستلزم کنترل بسیار دقیق ترکیب شیمیایی (به ویژه محدودیت شدید کربن، گوگرد و فسفر) و همچنین اجرای یک چرخه عملیات حرارتی اصولی (معمولاً نرمالایزینگ) است. هرگونه انحراف در این دو عامل، می‌تواند منجر به شکست ترد قطعه در دمای کاری شود.

2- چالش‌های فرم‌دهی گرم به روش هات پوشینگ در سایز 18 اینچ

فرآیند تولید این زانویی از نوع فرم‌دهی گرم با استفاده از روش هات پوشینگ است. این روش علیرغم مزایا، حساسیت‌های عملیاتی بالایی دارد که از آن می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد

الف) کنترل دمای یکنواخت

در قطعات بزرگ (18 اینچ)، رسیدن به دمای یکنواخت در تمام نقاط لوله پیش از ورود به قالب، دشوار است. وجود نقاط سرد می‌تواند باعث ایجاد ترک یا نازک‌شدگی موضعی شود.

ب) نیروی بالا و اصطکاک شدید

با افزایش سایز و ضخامت، نیروی مورد نیاز برای هل دادن لوله داغ بر روی مندرل به شدت افزایش می‌یابد. این نیرو و اصطکاک بالا، استهلاک قالب و مندرل را تسریع کرده و کیفیت سطح داخلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

ج) یکنواختی ضخامت دیواره

در زانویی‌های بزرگ، توزیع یکنواخت ضخامت در ناحیه خم (به ویژه در قسمت انحنای داخلی که تحت تنش فشاری است و انحنای خارجی که تحت کشش است) یک چالش اساسی است. کاهش بیش از حد ضخامت در قسمت خارجی، می‌تواند عملکرد قطعه را در دمای پایین به خطر بیندازد.

3- الزامات بازرسی و کنترل کیفیت سخت‌گیرانه

طبق استاندارد ASTM A420 و مشخصات فنی پروژه، تمامی اتصالات WPL6 باید تحت آزمون ضربه شارپی در دمای 45- درجه سانتی‌گراد قرار گیرند. این آزمون باید روی نمونه‌های جداگانه از همان محموله انجام شود. علاوه بر آن، انجام تست‌های غیرمخرب مانند ذرات مغناطیسی MT، مایع نافذ PT و آلتراسونیک UT برای اطمینان از عاری بودن بدنه از هرگونه عیب، الزامی است.



ما چگونه بر این سختی‌ها غلبه کردیم؟

واحد تحقیق و توسعه و تولید شرکت با بهره‌گیری از دانش فنی و تجربه عملیاتی، راهکارهای زیر را اجرا نمود:

الف) بهینه‌سازی ترکیب شیمیایی و تأمین مواد اولیه

لوله اولیه مورد نیاز با گرید API 5L-B PSL2 که ترکیب شیمیایی آن به گونه‌ای انتخاب شد که پس از فرآیند شکل‌دهی گرم و عملیات حرارتی، قابلیت تأمین الزامات چقرمگی WPL6 را داشته باشد. کنترل دقیق بر عناصر آلیاژی و ناخالصی‌ها (به ویژه گوگرد و فسفر) در حین تأمین مواد اعمال گردید.

ب) اجرای دقیق فرآیندها و پوشینگ با پایش مداوم

فرآیند شکل‌دهی گرم تحت نظارت مستقیم مهندس فرآیند انجام شد. دمای قطعه کار قبل و در حین فرم‌دهی با استفاده از دماسنج‌های فروسرخ به طور پیوسته رصد شد تا در محدوده بهینه (معمولاً بین 950 تا 1000 درجه سانتی‌گراد برای این گرید) حفظ گردد. همچنین سرعت پرس و روانکاری درون لوله خام بهینه گردید تا اصطکاک کاهش یافته و توزیع ضخامت یکنواخت‌تر شود.

ج) اجرای عملیات حرارتی نرمالایزینگ دقیق

پس از مرحله شکل‌دهی، کلیه زانویی‌ها تحت یک چرخه نرمالایزینگ با کنترل دقیق دما و زمان (معمولاً در محدوده 910 درجه سانتی‌گراد با نگهداری به مدت کافی و سپس خنک‌کاری در هوای ساکن) قرار گرفتند. این عملیات، ریزساختار دانه‌های آستنیت را اصلاح کرده و چقرمگی ضربه مورد نیاز در دمای 45- درجه سانتی‌گراد را تأمین نمود.

نتایج نهایی و دستاوردها

الف) تولید موفق نمونه‌های اولیه

فرآیند طراحی‌شده در بهار سال جاری با موفقیت اجرا شد و تعداد قابل توجهی زانویی 18 اینچ رده STD از جنس ASTM A420-WPL6 تولید گردید.

ب) انطباق کامل با استانداردها و تأیید کیفیت

نمونه‌های تولید شده تحت آزمون‌های جامع زیر قرار گرفتند.

- 1- آزمون ضربه شاریپی در دمای 45- درجه سانتی‌گراد در آزمایشگاه مرجع با نتایج کاملاً مطابق با الزامات استاندارد.
- 2- آزمون کشش جهت تأیید استحکام تسلیم، کششی و ازدیاد طول.
- 3- آزمون سختی جهت تأیید یکنواختی عملیات حرارتی.
- 4- بازرسی ابعادی مطابق با استاندارد ASME B16.9.
- 5- تست‌های غیرمخرب شامل رادیوگرافی و اولتراسونیک برای اطمینان از سلامت بدنه.



ج) کاربرد گسترده و ورود به بازار

این زانویی‌ها به دلیل قابلیت اطمینان در دمای پایین، برای استفاده در خطوط لوله مناطق سردسیر، پایانه‌های ذخیره‌سازی LNG، پروژه‌های فراساحلی و همچنین واحدهای تبرید پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها مناسب هستند. پس از تأیید نهایی واحد کنترل کیفیت، این محصولات وارد سبد محصولات شرکت شده و برای تأمین نیاز پروژه‌های داخلی آماده عرضه می‌باشند.

new
project
کراس 3 اینچ
رده ضخامتی S40
از جنس ASTM A234-WPB

این محصول از نوع چهارراهی (Cross) با سایز 3 اینچ، رده ضخامتی S40 و جنس فولاد کربنی استاندارد ASTM A234-WPB است که با استفاده از قالب‌های هیدروفورمینگ موجود (که پیشتر برای تولید سه‌راهی‌ها طراحی شده بودند) برای اولین بار در شرکت توس پیوند ساخته شده است. علیرغم سادگی ظاهری متریال، فرآیند تولید این قطعه با چالش‌های مهندسی قابل توجهی همراه است.



چرا ساخت این محصول سخت است؟

1- پیچیدگی هندسی ذاتی کراس نسبت به سهراهی

در یک سهراهی، تنها دو جهت اصلی و انشعاب تحت تنش‌های ناشی از فشار داخلی قرار می‌گیرند. اما در یک کراس چهار انشعاب هم‌محور (معمولاً دو انشعاب در امتداد یک خط و دو انشعاب عمود بر آن) وجود دارد. این بدان معناست که توزیع تنش در بدنه قطعه بسیار پیچیده‌تر است و نقاط تمرکز تنش بیشتری (به ویژه در گوشه‌های داخلی اتصالات) ایجاد می‌شود. طبق استاندارد ASME B31.3، محاسبات تقویت انشعاب برای کراس نیازمند دقت بیشتری است و نسبت به سهراهی، مقادیر بالاتری از فلز مازاد برای جبران ضعف‌های ناشی از هندسه لازم دارد.

2- چالش استفاده از قالب‌های غیراختصاصی (هیدروفرمینگ سهراهی)

در این پروژه، به منظور بهره‌وری بیشتر از قالب‌های هیدروفرمینگ موجود که برای تولید سهراهی طراحی شده بودند، استفاده گردید. این تصمیم هوشمندانه اما این ابتکار چالش‌برانگیز بود، زیرا که حفره قالب سهراهی تنها برای دو انشعاب (یکی در امتداد اصلی و یکی عمود) بهینه شده است. برای کراس که نیاز به دو انشعاب عمود بر هم (در دو طرف مخالف) دارد، قالب سهراهی فاقد حفره لازم برای انشعاب چهارم است. بنابراین، فرآیند شکل‌دهی باید به گونه‌ای طراحی می‌شد که ماده در جهت‌های اضافی نیز جریان یابد که این خود یک نوآوری محسوب می‌شود. همچنین هیدروفرمینگ یک کراس نسبت به سهراهی نیازمند فشار داخلی بالاتر (برای باز کردن همزمان سه انشعاب به جای دو انشعاب) و زمان نگهداری طولانی‌تر (برای اطمینان از جریان کامل ماده به نواحی دورتر) است. تنظیم این پارامترها بر روی قالب غیراختصاصی، بسیار حساس و مستعد خطا است.

3- خطرات ناشی از فرآیند هیدروفرمینگ

در فرآیند هیدروفرمینگ، یک لوله خام در داخل قالب قرار گرفته و با تزریق سیال تحت فشار بسیار بالا (اغلب آب با فشار چند صد بار) به دیواره قالب منبسط می‌شود. برای کراس، خطرات زیر وجود دارد.

الف) ترک‌خوردگی

در نقاطی که جریان ماده به سختی انجام می‌شود (مانند گوشه‌های داخلی انشعابات)، فشار بیش از حد می‌تواند باعث پارگی دیواره شود.

ب) نازک‌شدگی غیریکنواخت

در انشعاب‌هایی که دیرتر از بقیه پر می‌شوند، دیواره بیش از حد نازک می‌گردد و ممکن است از تolerانس استاندارد ASME B16.9 خارج شود.

ج) چروکیدگی

اگر فشار داخلی به درستی با نیروی بسته شدن قالب هماهنگ نباشد، ممکن است بخش‌های مرکزی لوله دچار کمانش و در نتیجه چروکیدگی شوند.

ما چگونه بر این سختی‌ها غلبه کردیم؟

- 1- واحد مهندسی و تولید شرکت با انجام مطالعات و آزمایشات متعدد، راهکارهای زیر را اجرا نمود.
 - 1- بهینه‌سازی سیکل فرآیند در قالب سهراهی با تنظیم دقیق فشار و زمان، مشخص شد که با افزایش تدریجی فشار و نگهداری فشار در دو مرحله، می‌توان ماده را به گونه‌ای هدایت کرد که حفره‌های قالب سهراهی را در چهار جهت پر کند. این کار با تکیه بر تجربه اپراتورها به انجام رسید.
- 2- اعمال روانکاری پیشرفته و کنترل دمای قالب برای کاهش اصطکاک بین لوله و دیواره قالب از روانکارهای مخصوص با ضریب اصطکاک پایین استفاده گردید. همچنین دمای قالب در محدوده مشخصی حفظ شد تا جریان ماده یکنواخت‌تر صورت گیرد.

نتایج نهایی و دستاوردها

- 1- تولید موفق کراس 3 اینچ با قالب سهراهی فرآیند طراحی شده با موفقیت اجرا شد و نمونه‌های اولیه کراس 3 اینچ رده S40 با کیفیت مطلوب تولید گردید.
- 2- انطباق کامل با استانداردها و آزمون‌های کنترل کیفیت محصولات تولید شده تحت مجموعه ای از آزمون‌های دقیق قرار گرفتند که با موفقیت این موارد پاس شدند.
 - الف) آزمون فشار هیدرواستاتیک
 - ب) تست‌های غیرمخرب
 - ج) بازرسی ابعادی
- 3- تأیید نهایی و ورود به بازار پس از موفقیت در آزمون‌های فوق و تأیید واحد کنترل کیفیت، کراس های 3 اینچ A234-WPB وارد سبد محصولات شرکت شده و هم اکنون قابل عرضه هستند.

سهراهی‌های جکت‌دار 32×48 و 24×48 اینچ رده‌های ضخامتی XS و STD از جنس ASTM A234-WPB

این محصولات از نوع سهراهی‌های جکت‌دار در سایزهای بسیار بزرگ 48 اینچ (لوله اصلی) با انشعابات 32 و 24 اینچ و هستند. جنس هر دو قطعه بر اساس استاندارد ASTM A234-WPB تعیین شده است. تولید این سهراهی‌ها برای اولین بار در شرکت توس پیوند انجام شده و به دلیل ابعاد بزرگ، وزن بالا و وجود جکت تقویتی، یکی از پیچیده‌ترین پروژه‌های ساخت فیتینگ در کارخانه محسوب می‌شود. البته ساخت فیتینگ‌های صنعتی با ابعاد بالا در کارخانه توس پیوند تازگی نداشته و بزرگترین مایتر کشور نیز با قطر 116 اینچ، پیش از این ساخته شده است.

چرا ساخت این محصول سخت بود؟

1- چالش ابعاد بسیار بزرگ و وزن بالا (سایز 48 اینچ)

لوله اصلی با قطر خارجی 48 اینچ و ضخامت‌های رده XS و STD از جمله بزرگترین سایزهای قابل ساخت در صنعت فیتینگ هستند. وزن نهایی هر سهراهی به حدود یک تن می‌رسد که عملیات جابجایی، جوشکاری و بازرسی را با دشواری‌های لجستیکی و ایمنی متعددی مواجه می‌کند. همچنین، فرم‌دهی چنین قطعه بزرگی نیازمند دقت بالا در برش، شکل‌دهی و مونتاژ ورق‌ها است.

2- پیچیدگی طراحی و ساخت جکت تقویتی

همانطور که در استاندارد ASME B31.3 تعریف شده است، جکت‌های تقویتی برای جبران کاهش مقاومت ناشی از ایجاد دهانه انشعاب در لوله اصلی به کار می‌روند. در سایز 48 اینچ، به دلیل نسبت قطر انشعاب به لوله اصلی، سطح مقطع برداشته شده بسیار زیاد است. محاسبه ابعاد دقیق جکت (ضخامت، عرض و طول) نیازمند انجام روش جایگزینی سطح است. اگر جکت خیلی کوچک باشد، تقویت کافی انجام نمی‌شود و اگر خیلی بزرگ باشد، اضافه وزن و هزینه و همچنین تمرکز تنش در لبه‌های جوش ایجاد می‌کند.

3- کنترل اعوجاج حرارتی ناشی از جوشکاری

جوشکاری جکت به بدنه اصلی حجم بالایی از حرارت را به قطعه وارد می‌کند. در قطعات با ضخامت متوسط تا زیاد ورود حرارت می‌تواند باعث ایجاد اعوجاج در بدنه اصلی، انحراف از راستای لوله و یا ایجاد تنش‌های پسماند بالا شود. اگر این اعوجاج کنترل نشود، قطعه ممکن است از تolerانس‌های ابعادی استاندارد ASME B16.9 خارج شود.

4- آماده‌سازی دقیق لبه‌ها و جکت برای جوشکاری

در سایز 48 اینچ، لبه‌های اتصال انشعاب به لوله اصلی و همچنین لبه‌های جکت باید با دقت بسیار بالایی آماده شوند. هرگونه انحراف در این آماده‌سازی می‌تواند منجر به نفوذ ناقص جوش، ایجاد حباب یا ترک در ناحیه جوش شود. همچنین، تطابق شعاع انحنای جکت با شعاع خارجی لوله اصلی (که یک سطح استوانه‌ای است) نیازمند قالب‌زنی دقیق ورق جکت است.

ما چگونه بر این سختی‌ها غلبه کردیم؟

واحد مهندسی و تولید شرکت با تکیه بر دانش فنی، تجربه عملیاتی و همت پرسنل، راهکارهای زیر را اجرا نمود.

الف) طراحی جکت بر اساس محاسبات دقیق ASME B31.3

ب) استفاده از روش جوشکاری کنترل شده

ج) اجرای پیش گرم و عملیات حرارتی پس از جوش

د) بازرسی دقیق با روش‌های غیرمخرب

کلیه جوش‌ها (جوش اصلی بین انشعاب و لوله اصلی و همچنین جوش جکت به بدنه) تحت بازرسی‌های زیر قرار گرفتند:

1- تست ذرات مغناطیسی

برای تشخیص ترک‌های سطحی در ناحیه جوش و اطراف آن.

2- تست رادیوگرافی

جهت اطمینان از عدم وجود عیوب داخلی در جوش اصلی.

3- تست اولتراسونیک

در صورت نیاز، برای اندازه‌گیری ضخامت نواحی حساس و اطمینان از عدم جدایش لایه‌ها.

نتایج نهایی و دستاوردها

1- تولید موفق سهراهی‌های جکت‌دار در سایز 48 اینچ

با اجرای راهکارهای فوق، فرآیند ساخت این سهراهی‌های غول پیکر در کوتاه‌ترین زمان ممکن با موفقیت به انجام رسید. جکت‌ها با دقت بالا بر روی بدنه اصلی نصب و جوشکاری شدند.

2- انطباق با استانداردها و تأیید کیفیت

3- بازرسی ابعادی

ابعاد نهایی قطعات (شامل قطر داخلی و خارجی، فاصله مرکز انشعاب، راستای کلی و وضعیت جکت) با استفاده از ابزارهای دقیق اندازه‌گیری شد که با الزامات استاندارد ASME B16.9 مطابقت کامل داشتند.

4- آزمون فشار هیدرواستاتیک

قطعات تا فشار 1.5 برابر فشار طراحی (که توسط کارفرما تعیین شده بود) تحت تست قرار گرفتند. هیچگونه نشتی، افت فشار، یا تغییر شکل غیرمجاز مشاهده نشد.

5- تأیید نهایی واحد کنترل کیفیت

کلیه مستندات آزمون‌ها (شامل گزارش‌های NDT، گواهی مواد و سوابق عملیات حرارتی) جمع‌آوری و مورد تأیید نهایی قرار گرفت.

new project

محصول Return 180 درجه، 3 اینچ رده ضخامتی S40 تحت استاندارد متریالی ASTM A234-WPB

Return یا خم برگشتی 180 درجه با شعاع بلند قطعه‌ای است که جهت جریان سیال را به طور کامل 180 درجه معکوس می‌کند. این قطعه با حذف نیاز به جوشکاری دو زانویی ۹۰ درجه مجزا، ضمن کاهش تعداد جوش‌ها و کاهش افت فشار، یکپارچگی و ایمنی خط لوله را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. استاندارد ابعادی این محصول، ASME B16.9 می‌باشد. شعاع خم بندها به کاهش مقاومت در برابر جریان، بهبود راندمان و کاهش سایش سیستم کمک شایانی می‌کند. متریال ASTM A234-WPB به عنوان رایج‌ترین گرید اتصالات فولاد کربنی، دارای استحکام مکانیکی خوب و قابلیت جوش‌پذیری بسیار خوبی برای سرویس در دماهای متوسط و بالا (معمولاً تا حدود 400 درجه سانتی‌گراد) است. کاربردهای اصلی این محصول شامل دیگ‌های بخار (بویلرها)، مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله، سیستم‌های خنک‌کننده و واحدهای تبرید صنعتی است. تولید این قطعه در سایز 3 اینچ و رده S40 با روش فرم‌دهی گرم و استفاده از مندرل‌های استاندارد 90 درجه، برای نخستین بار در شرکت توس پیوند انجام شده است.



چرا ساخت این محصول سخت بود؟

برخلاف زانویی 90 درجه که فرآیند فرم‌دهی آن در خطوط تولید کاملاً جا افتاده است، تولید خم برگشتی 180 درجه به دلیل هندسه خاص و اعوجاج‌های شدید ناشی از خم ممتد مجموعه‌ای از چالش‌های مهندسی را پیش رو قرار می‌دهد که به قرار ذیل می‌باشند.

چالش اول: تعیین طول دقیق برش مواد اولیه

در روش فرم‌دهی گرم به کمک مندرل، لوله خام بر روی یک مندرل تحت حرارت بالا هل داده شده و به تدریج منبسط و خم می‌شود. نکته بحرانی اینجاست که برای دستیابی به یک خم برگشتی با ابعاد نهایی دقیق، باید طول اولیه لوله خام با دقت بسیار بالایی تعیین شود. هرگونه خطا در این محاسبه (چه بیش‌ازحد و چه کم‌تر از حد مناسب) باعث می‌شود که قطعه نهایی یا از استاندارد خارج شود (مثلاً فاصله مراکز دو سر باز در محدوده مجاز نباشد) و یا بخشی از فرآیند قالب‌گیری با شکست مواجه گردد. طول مورد نیاز برای خم‌های 180 درجه به دلیل خمش ممتد، بسیار بیشتر و حساس‌تر از زانویی 90 درجه است و نیازمند محاسبه دقیق بر اساس شعاع خم، ضخامت و میزان کشیدگی پیش‌بینی‌شده ماده در حین فرآیند می‌باشد.

چالش دوم: فرآیند فرم‌دهی دو مرحله‌ای و بازگشت فنی

فرآیند استاندارد تولید خم برگشتی 180 درجه با روش مندرل، یک فرآیند دو مرحله‌ای است. با استفاده از مندرل‌های موجود برای زانویی 90 درجه ابتدا لوله خام خم شده و به یک خم 180 درجه با شعاع تقریبی تبدیل می‌شود. اما بلافاصله پس از خروج از قالب، به دلیل خاصیت بازگشت فنی ذاتی در فلزات، قطعه تمایل دارد تا حدودی به حالت اولیه خود برگردد و این یعنی زاویه 180 درجه دقیقاً حفظ نخواهد شد. این پدیده در خم‌های برگشتی بسیار محسوس‌تر و مخرب‌تر است و پیش‌بینی مقدار دقیق آن، مستلزم تجربه و دانش عمیق متالورژیکی است.

چالش سوم: عیوب ابعادی (تغییر شکل مقطع، نازک‌شدگی و چروکیدگی)

در فرآیند خم کاری 180 درجه، به ویژه در رده ضخامتی S40، چند عیب ابعادی شایع رخ می‌دهد.

الف) بیضوی شدن

مقطع دایره‌ای لوله در ناحیه خم به سمت بیضی شکل میل می‌کند.

ب) نازک‌شدگی نامتقارن دیواره

دیواره بیرونی خم تحت کشش بیش از حد نازک می‌شود که در صورت عدم کنترل، می‌تواند از تolerانس مجاز استاندارد خارج شود.

ج) چروکیدگی

در سمت داخلی خم به دلیل نیروهای فشاری، ممکن است چروک‌های موضعی ظاهر شود که هم بر ظاهر و هم بر عملکرد هیدرولیکی قطعه اثر منفی دارد. حذف این عیوب و رسیدن به ضخامتی یکنواخت و سطحی صاف و عاری از عیب، به ویژه در قطعات تولید شده با قالب‌های غیراختصاصی یک معضل جدی در فرایند فرم‌دهی آن است.

چالش چهارم: کالیبراسیون دقیق پس از فرم‌دهی

میزان بازشدگی دهانه و راستای کلی قطعه باید در یک مرحله مجزا به نام کالیبراسیون اصلاح و تنظیم گردد. طراحی قالب کالیبراسیون و تنظیم فشار و زمان دقیق برای این منظور، خود یک پروژه تخصصی است که از رازهای صنعتی کارخانه توس پیوند می باشد.

ما چگونه بر این سختی‌ها غلبه کردیم؟

واحد تحقیق و توسعه شرکت با تکیه بر مهندسی معکوس و تحلیل داده‌های تجربی، راهکارهای زیر را اجرا نمود.

- 1- تعیین طول دقیق برش با شبیه‌سازی و آزمون عملی
- 2- فرآیند دقیق فرم‌دهی با مندرل‌های موجود و کنترل دما
- 3- اصلاح و تکمیل پروسه کالیبراسیون
- 4- بازرسی و اصلاح عیوب

نتایج نهایی و دستاوردها

با انجام طراحی، آزمون‌های اولیه و اصلاحات مستمر، فرآیند تولید بند 180 درجه 3 اینچ با موفقیت کامل به انجام رسید. محصولات نهایی پس از تکمیل پروسه ساخت و کالیبراسیون، تحت بازرسی ابعادی دقیق مطابق ASME B16.9 و همچنین آزمون‌های مخرب و غیرمخرب قرار گرفتند. در نهایت با تأیید نهایی واحد کنترل کیفیت مبنی بر انطباق کامل با الزامات استاندارد و مشخصات فنی پروژه، این محصولات وارد سبد محصولات شرکت شده و روانه بازار گردیدند.



مقاله مرجع متالورژیکی

عواقب انتخاب نادرست متریال

انتخاب صحیح متریال در فیتینگ‌های صنعتی، از خطوط قرمز مهندسی است. یک مهندس ماهر نه تنها استانداردها را می‌شناسد، بلکه می‌داند هر متریال برای چه شرایط عملیاتی، محدوده دمایی، نوع سیال و سطح خوردگی طراحی شده است. این مقاله کاربردی، به مهندسان کمک می‌کند تا تفاوت بین فولاد کربنی A234 WPB و آلیاژ کروم مولیبدن A234 WP11 و استنلس استیل‌های 304 و 316 را بهتر درک کرده و از اشتباهات پرهزینه جلوگیری کنند.

موارد استفاده از ASTM A234-WPB

ASTM A234 WPB رایج‌ترین گرید برای فیتینگ‌های فولاد کربنی است که ترکیب شیمیایی آن با لوله ASTM A106 Gr. B کاملاً یکسان است. انتخاب این متریال در شرایط زیر منطقی است.

کاربرد عمومی

خطوط نفت، گاز، آب، بخار در دماهای متوسط و فشارهای معمولی.

محدوده دمایی

استاندارد ASME B31.3 و منابع معتبر دمای کاری این ماده را بین 29- تا 425 درجه سانتی‌گراد ذکر کرده‌اند.

مقاومت به خوردگی

مقاومت به خوردگی آن کم است. در محیط‌های مرطوب یا خورنده باید از پوشش‌های محافظ (مانند گالوانیزه، اپوکسی) استفاده شود.

شرایط خاص

در صورتی که فشار و دما از حد استاندارد بالاتر نرود، WPB گزینه اول است. در سرویس‌های دمای زیر 29- درجه سانتی‌گراد، هرگز از WPB استفاده نمی‌شود. در این دماها WPB ترد شده و شکننده می‌شود. در عوض باید از ASTM A420 WPL6 استفاده کرد که آزمون ضربه در 45- درجه سانتی‌گراد را پاس می‌کند.

موارد استفاده از ASTM A234-WP11 Cl.2

این گرید یک فولاد آلیاژی کروم مولیبدن با حدود 1 تا 1.5 درصد کروم و 0.44 تا 0.65 درصد مولیبدن است که به طور خاص برای سرویس دما بالا و فشار بالا طراحی شده است. انتخاب آن در موارد زیر ضروری است.

دمای بالا

تا حدود 538-593 درجه سانتی‌گراد

نیروی خزشی

در دماهای بالا، فولادهای کربنی دچار تغییر شکل تدریجی یا خزش می‌شوند، اما WP11 به دلیل عناصر آلیاژی کروم و مولیبدن، مقاومت به خزش بالایی دارد.

سرویس‌های پالایشگاهی و نیروگاهی

خطوط بخار، هیترها، مبدل‌های حرارتی و ... با دمای بالای طراحی

موارد استفاده از استنلس استیل WP304 و WP316

فیتینگ‌های استنلس استیل ASTM A403 برای محیط‌های خورنده که فولاد کربنی در آن‌ها به سرعت زنگ می‌زند، انتخاب می‌شوند.

A 403 WP304

کاربردهای عمومی

صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، آب معمولی، صنایع داروسازی.

دمای کاری

تا 815 درجه سانتی‌گراد.

محدودیتها

مقاومت به کلرید ضعیف است. در محیط‌های دریایی یا حاوی کلر، گرید 304 مستعد حفره شدگی و خوردگی شیاری است. دمای آستانه برای ترک خوردگی تنش-کلریدی در 304 حدود 50 تا 60 درجه سانتی‌گراد است.

A 403 WP316

مقاومت بهتر در برابر کلرید

مقاومت به خوردگی حفره‌ای و شیاری در محیط‌های دریایی، آب شور و اسیدها نسبت به گرید 304 به شدت بیشتر است.

دامنه دمایی

196- تا 815 درجه سانتی‌گراد. با این حال، در دماهای بالای 60 درجه سانتی‌گراد در حضور کلرید، همچنان یک خطر محسوب می‌شود و توصیه می‌شود از داپلکس یا آلیاژهای نیکل استفاده شود.

انتخاب اشتباه متریال یکی از رایج‌ترین دلایل خرابی و حوادث صنعتی است. برای مثال در سرویس دمای پایین (زیر 29- درجه سانتی‌گراد) فولاد کربنی معمولی به شکست ترد تغییر رفتار می‌دهد و خط لوله در اولین ضربه یا نوسان فشار، مانند شیشه می‌شکند. یک نمونه واقعی اینکه در یک نیروگاه، اتصال زانویی WPB به اشتباه در سرویس بخار با دمای 550 درجه سانتی‌گراد نصب شده بود (در حالی که دمای مجاز WPB حداکثر 425 درجه است). پس از چند ماه، خزش و تغییر شکل دائمی در ناحیه انحنای خم اتفاق افتاد که نهایتاً منجر به نشتی بخار فوق داغ شد.

ویژگی	ASTM A234 WPB	ASTM A234 WP11 Cl.2	ASTM A403 WP304	ASTM A403 WP316
نوع فولاد	فولاد کربنی	فولاد کم آلیاژ	استیل زنگ‌نزن آستنیتی	استیل زنگ‌نزن آستنیتی
حداکثر دمای سرویس	حدود 425-427°C	حدود 538-593°C	حدود 815°C	حدود 815°C
حداقل دمای سرویس	-29°C	-29°C	-196°C	-196°C
مقاومت به خوردگی عمومی	پایین (نیاز به پوشش)	متوسط	عالی	عالی
مقاومت به خوردگی کلریدی	ضعیف	ضعیف	ضعیف	خوب (حفره کمتر)
کاربرد اصلی	خطوط نفت، گاز، آب، بخار عمومی	پالایشگاه، و نیروگاه‌ها	صنایع غذایی، دارویی، معماری	صنایع دریایی، شیمیایی، کلرید، اسیدها

تضمین کیفیت و HSE

کیفیت را نمی‌شود ادعا کرد باید اثبات کرد

در صنعت نفت و گاز، کیفیت یک مفهوم انتزاعی نیست. یک قطعه معیوب در یک خط لوله زیردریایی یا یک اتصال ناقص در یک واحد پالایشی می‌تواند به یک فاجعه زیست‌محیطی، توقف تولید میلیون‌دلاری یا بدتر از همه، به جان انسان‌ها آسیب بزند. به همین دلیل است که در این صنعت، ادعا کافی نیست باید سیستم داشت، و آن سیستم باید هر سال زیر تیغ ممیزی مستقل قرار بگیرد. توس پیوند این مسیر را از سال ۱۳۸۶ آغاز کرده است – نوزده سال پیوسته استقرار، حفظ و تمديد استانداردهای بین‌المللی مدیریت کیفیت. این عدد ساده‌تر از هر توضیحی واقعیت را بیان می‌کند: نوزده سال ممیزی مستقل سالانه، نوزده سال اثبات پیوسته که سیستم‌ها نه فقط روی کاغذ، بلکه در خط تولید واقعی اجرا می‌شوند.

چارچوب کیفی شرکت بر پایه چهار استاندارد بین‌المللی بنا شده که مجموعاً تمام ابعاد عملیاتی را پوشش می‌دهند: از کیفیت محصول تا ایمنی پرسنل و از مدیریت زیست‌محیطی تا الزامات تخصصی صنعت نفت و گاز. مدیر تضمین کیفیت شرکت بر نکته‌ای تأکید می‌کند که از هر گواهی‌نامه‌ای مهم‌تر است: «استقرار استانداردهای ISO نقطه آغاز یک مسیر است، نه پایان آن. تلاش کرده‌ایم کیفیت را از سطح یک الزام اداری فراتر برده و آن را به بخشی از فرهنگ سازمانی شرکت تبدیل کنیم.» این جمله فلسفه‌ای را بیان می‌کند که توس پیوند در عمل دنبال می‌کند، پایش مستمر عملکرد، توجه به بازخورد مشتریان و بهبود مداوم فرآیندها.

ISO 9001 پایه‌ای که همه چیز روی آن بنا شده

ISO 9001 معتبرترین استاندارد بین‌المللی مدیریت کیفیت است که برای بیش از یک میلیون سازمان در سراسر جهان به‌عنوان مرجع شناخته می‌شود. توس پیوند از سال ۱۳۸۶ این استاندارد را نگه داشته – یعنی در طول هر چرخه سه‌ساله صدور، هر بار ممیزی مجدد را با موفقیت پشت سر گذاشته است. الزامات این استاندارد در توس پیوند به یک چارچوب زنده تبدیل شده: رویکرد فرآیندی در طراحی خط تولید، تفکر مبتنی بر ریسک در تصمیم‌گیری‌های مهندسی، پایش مستمر عملکرد با شاخص‌های کمی و رسیدگی سیستماتیک به عدم انطباق‌ها. برای مشتری، این گواهی‌نامه یک پیام روشن دارد: آنچه در مشخصات فنی تعریف می‌شود، همان چیزی است که تحویل می‌گیرید.

ISO 29001 زبان مشترک با صنعت نفت و گاز

ISO 29001 استاندارد سیستم مدیریت کیفیت اختصاصی صنعت نفت، پتروشیمی و گاز طبیعی است که بر پایه ISO 9001 بنا شده و الزامات تکمیلی ویژه این صنعت را به آن اضافه می‌کند. مهم‌ترین تمایز این استاندارد، رویکرد مبتنی بر ریسک است، نه ریسک کسب‌وکار، بلکه ریسک فنی و عملیاتی که یک قطعه معیوب می‌تواند در یک پروژه پالایشگاهی ایجاد کند. شناسایی ریسک‌های تأمین زنجیره، مدیریت تغییرات فنی، کنترل دقیق تأمین‌کنندگان مواد اولیه و رسیدگی به عدم انطباق‌ها محورهای اصلی این استاندارد هستند. دریافت ISO 29001 برای سازمان‌های فعال در زنجیره تأمین نفت و گاز یک دارایی حیاتی است، برای بسیاری از شرکت‌های EPC و کارفرمایان بزرگ، این گواهی‌نامه یک پیش‌شرط ورود به مناقصه است، نه یک امتیاز اضافه. به زبان ساده‌تر: توس پیوند به زبان کیفی همان صنعتی صحبت می‌کند که به آن محصول می‌فروشد.

دستاوردهای حوزه تضمین کیفیت

نوزده سال فعالیت پیوسته در این حوزه، مجموعه‌ای از دستاوردهای قابل اتکا را به همراه آورده است: تمدید موفق گواهی‌نامه‌های ISO 9001، ISO 29001، ISO 14001، ISO 45001 و HSE-MS پس از هر دوره ممیزی مستقل؛ برگزاری منظم دوره‌های آموزشی تخصصی در حوزه کیفیت برای کارکنان؛ اجرای ممیزی‌های داخلی دوره‌ای برای پایش عملکرد فرآیندها و شناسایی فرصت‌های بهبود؛ ارتقای مستمر سطح مستندسازی در راستای الزامات استانداردهای بین‌المللی؛ و افزایش انطباق فرآیندها با الزامات کیفی که به تقویت اعتماد مشتریان و کارفرمایان منجر شده است.

HSE وقتی ایمنی از دستورالعمل فراتر می‌رود

در یک کارخانه تولید اتصالات صنعتی، ریسک‌ها واقعی و ملموس هستند. کوره‌های عملیات حرارتی با دمای بالا، پرس‌های هیدرولیک تا 1800 تن، تجهیزات برش سنگین و حمل‌ونقل قطعات سنگین فلزی، همه اینها محیطی هستند که بی‌توجهی در آنها تبعات جدی دارد. مدیریت HSE توس پیوند یک چارچوب پیشگیرانه را دنبال می‌کند که هدفش نه واکنش به حادثه بلکه جلوگیری از وقوع آن است. مدیر HSE شرکت این رویکرد را اینگونه توصیف می‌کند: «همواره بر این باور بوده‌ایم که ایمنی، بهداشت شغلی و حفاظت از محیط‌زیست بخشی جدایی‌ناپذیر از مسئولیت حرفه‌ای ماست. تلاش کرده‌ایم فرهنگ ایمنی را از سطح دستورالعمل‌ها فراتر برده و آن را به رفتار روزمره در محیط کار تبدیل کنیم.» آموزش مستمر، پایش شرایط کاری و آمادگی در شرایط اضطراری محورهای اصلی این برنامه هستند.

ISO 45001 اعداد پشت ایمنی

ISO 45001 جایگزین استاندارد OHSAS 18001 شده و اولین استاندارد بین‌المللی اختصاصی برای سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی است. سازمان بین‌المللی کار تخمین می‌زند که سالانه نزدیک به 3 میلیون نفر از عوارض کاری جان می‌بازند. سازمان‌هایی که این استاندارد را پیاده‌سازی می‌کنند به‌طور میانگین 25 درصد کاهش در حوادث محیط کار را گزارش می‌دهند و بر اساس مطالعه سیستماتیک IJIRSS در سال 2025، این کاهش در بسیاری از سازمان‌ها به 32 درصد در طی دو سال می‌رسد.

برای یک کارخانه تولیدی، این اعداد معنای عملی روشنی دارند: یک سیستم ایمنی که واقعاً کار می‌کند نه فقط کارکنان را محافظت می‌کند، بلکه با کاهش غیبت‌های ناشی از حادثه، کاهش هزینه‌های بیمه و تداوم تولید، اثر مستقیم بر کارایی عملیاتی دارد. در کارخانه توس پیوند با ۱۰۰ نفر نیروی انسانی، هر روز کاری بدون حادثه یک دستاورد است – نه شانس یا تصادف.

پنج سند
یک تعهد
ایمنی
محیط‌زیست
مسئولیت حرفه‌ای
در توس پیوند

MTIC INTERCERT CERTIFICATE

CERTIFICATE No. 20-Q-1002656-MTIC

WE HEREBY CERTIFY THAT THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OPERATED BY

TOOS PAYVAND Co
27 km from Mashhad to ghochan road, high-tech
Industrial town, Mashhad, Iran

IS IN COMPLIANCE WITH THE REQUIREMENTS OF STANDARD

DIN EN ISO 9001:2015

THIS CERTIFICATE IS VALID FOR THE FOLLOWING ACTIVITIES

Design Supervision and Manufacturing of Piping Equipment

AUDIT REPORT No. RC-4224-GEQQA-MTIC-MS-190368-20

First issue date: 04.03.2024 Revision date: 04.03.2024 Expiry date: 03.03.2027



MTIC INTERCERT CERTIFICATE

CERTIFICATE No. 20-Q-1002656-MTIC

WE HEREBY CERTIFY THAT THE PETROLEUM, PETROCHEMICAL AND NATURAL GAS
INDUSTRIES - SECTOR SPECIFIC QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OPERATED BY

TOOS PAYVAND Co
27 km from Mashhad to ghochan road, high-tech
Industrial town, Mashhad, Iran

IS IN COMPLIANCE WITH THE REQUIREMENTS OF STANDARD

ISO 29001:2020

THIS CERTIFICATE IS VALID FOR THE FOLLOWING ACTIVITIES

Design Supervision and Manufacturing of Piping Equipment

AUDIT REPORT No. RC-4224-GEQQA-MTIC-MS-190368-20

First issue date: 04.03.2024 Revision date: 04.03.2024 Expiry date: 03.03.2027



MTIC INTERCERT CERTIFICATE

CERTIFICATE No. 20-E-1002656-MTIC

WE HEREBY CERTIFY THAT THE ENVIRONMENT MANAGEMENT SYSTEM
OPERATED BY

TOOS PAYVAND Co
27 km from Mashhad to ghochan road, high-tech
Industrial town, Mashhad, Iran

IS IN COMPLIANCE WITH THE REQUIREMENTS OF STANDARD

DIN EN ISO 14001:2015

THIS CERTIFICATE IS VALID FOR THE FOLLOWING ACTIVITIES

Design Supervision and Manufacturing of Piping Equipment

AUDIT REPORT No. RC-4224-GEQQA-MTIC-MS-190368-20

First issue date: 04.03.2024 Revision date: 04.03.2024 Expiry date: 03.03.2027



MTIC INTERCERT CERTIFICATE

CERTIFICATE No. 20-O-1002656-MTIC

WE HEREBY CERTIFY THAT THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
MANAGEMENT SYSTEM OPERATED BY

TOOS PAYVAND Co
27 km from Mashhad to ghochan road, high-tech
Industrial town, Mashhad, Iran

IS IN COMPLIANCE WITH THE REQUIREMENTS OF STANDARD

DIN ISO 45001:2018

THIS CERTIFICATE IS VALID FOR THE FOLLOWING ACTIVITIES

Design Supervision and Manufacturing of Piping Equipment

AUDIT REPORT No. RC-4224-GEQQA-MTIC-MS-190368-20

First issue date: 04.03.2024 Revision date: 04.03.2024 Expiry date: 03.03.2027



HSE-MS چارچوب یکپارچه بهداشت، ایمنی و محیط زیست

گواهینامه HSE-MS فراتر از ISO 45001 است. این استاندارد سه بُعد ایمنی، بهداشت شغلی و محیط زیست را در یک سیستم مدیریتی یکپارچه ادغام می‌کند. چارچوبی منظم برای شناسایی، ارزیابی و کنترل مخاطرات در تمام سطوح عملیاتی. در توس پیوند، مسئولیت‌ها به صورت شفاف تعریف شده، فرآیندها به طور منظم ارزیابی می‌شوند و ریسک‌های عملیاتی با هدف کاهش حوادث و بهبود شرایط کاری پایش مستمر می‌شوند. استقرار HSE-MS موجب کاهش حوادث، افزایش نظم کاری و ارتقای فرهنگ ایمنی در سراسر کارخانه شده است.

ISO 14001 صنعت مسئول در برابر طبیعت

یک کارخانه فلزی که از کوره‌های صنعتی، تجهیزات سنگین و مواد شیمیایی سطح‌سازی استفاده می‌کند، اثرات زیست‌محیطی واقعی دارد ISO 14001 چارچوبی منظم برای شناسایی این اثرات، مدیریت صحیح پسماندهای صنعتی، کنترل آلودگی‌ها و بهبود مستمر عملکرد زیست‌محیطی فراهم می‌کند. شواهد تجربی نشان می‌دهد که پیاده‌سازی این استاندارد با کاهش معنادار شدت مصرف انرژی و کاهش نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای همراه است و در برخی مطالعات، کاهش انتشار کربن تا 34 درصد گزارش شده است.

برای توس پیوند ISO 14001 یک اعلام موضع است: ما به عنوان یک شرکت صنعتی، مسئولیت‌پذیری نسبت به محیط زیست را بخشی از هویت حرفه‌ای خود می‌دانیم.

برنامه‌های آتی، حرکت به سمت تعالی

توس پیوند در این حوزه متوقف نشده است. تقویت نظام‌های مدیریتی ESH، توسعه و به‌روزرسانی مستمر فرآیندهای کیفیت، افزایش اثربخشی ممیزی‌های داخلی و برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی و هدفمند از اولویت‌های اصلی سال پیش رو هستند. یک تحول مهم نیز در دستور کار قرار دارد: حرکت به سمت دیجیتال‌سازی مستندات و بهینه‌سازی نظام گزارش‌دهی، تا پایش شاخص‌ها سریع‌تر، دقیق‌تر و با کمترین تأخیر ممکن انجام شود. در حوزه ESH نیز تمرکز بر پیشگیری از حوادث ارتقای فرهنگ ایمنی و تقویت آمادگی در شرایط اضطراری ادامه خواهد داشت. هدف نهایی این مسیر را مدیران این حوزه اینگونه تعریف می‌کنند: تثبیت جایگاه شرکت در سطحی حرفه‌ای‌تر و همسو با بهترین رویه‌های بین‌المللی.



کنترل کیفیت جامع

هر قطعه یک پرونده دارد دوازده آزمون، یک هدف اطمینان کامل

در توس پیوند، هیچ فلنج یا فیتینگ بدون گذر از یک مسیر کنترل کیفیت چندلایه از کارخانه خارج نمی‌شود. این مسیر شامل مجموعه‌ای از آزمون‌های مخرب (DT) و غیرمخرب (NDT) است که انطباق کامل با استانداردهای بین‌المللی – از جمله ASTM، ASME و DIN – و الزامات خاص هر مشتری را تضمین می‌کند. تمام محصولات پیش از خروج از کارخانه دارای گواهی بازرسی EN 10204 3.1 هستند و هر قطعه با کد ردیابی (Traceability) قابل شناسایی است – یعنی از مواد اولیه تا محصول نهایی، هر مرحله مستند و قابل پیگیری است.

دوازده آزمون این مسیر را تشکیل می‌دهند:

۱. آنالیز شیمیایی طیف‌سنجی نشر نوری (OES)
تأیید دقیق درصد عناصر آلیاژی از جمله کربن، سیلیسیم، منگنز، کروم، مولیبدن و نیکل. این آزمون اولین و حیاتی‌ترین نقطه کنترل است – اگر ترکیب شیمیایی مواد اولیه با مشخصات فنی مطابقت نداشته باشد، هیچ مرحله بعدی نمی‌تواند این نقص را جبران کند. دستگاه OES آزمایشگاه توس پیوند از برند Oxford Instruments – مدل FOUNDRY-MASTER Xline ساخت آلمان – در کمتر از 30 ثانیه قادر است بیش از 20 عنصر را به‌طور هم‌زمان شناسایی و اندازه‌گیری کند.
۲. آزمون کشش (Tensile Test)
تعیین استحکام تسلیم، استحکام نهایی ازدیاد طول و کاهش سطح مقطع برای اطمینان از رفتار مکانیکی مناسب قطعه در شرایط سرویس واقعی. این آزمون پاسخ می‌دهد که قطعه زیر بار چطور رفتار می‌کند – آیا تا حد مجاز مقاومت می‌کند یا زودتر از موعد تسلیم می‌شود.
۳. سختی‌سنجی (Hardness Test)
انجام آزمون سختی بر روی سطح و مقطع قطعه برای بررسی یکنواختی عملیات حرارتی. توزیع غیریکنواخت سختی نشانه‌ای از عملیات حرارتی ناقص یا ناهمگونی ساختار فلز است – مشکلی که در ظاهر دیده نمی‌شود ولی در سرویس خود را نشان می‌دهد.
۴. ضخامت‌سنجی پوشش (Coating Thickness)
بررسی ضخامت لایه‌های گالوانیزه، اپوکسی یا سایر پوشش‌های ضد خوردگی با دستگاه پرتابل. پوشش نازک‌تر از حد استاندارد، عمر مفید قطعه را در محیط‌های خورنده به‌شدت کاهش می‌دهد.
۵. ضخامت‌سنجی دیواره (Ultrasonic Wall Thickness)
کنترل ضخامت واقعی بدنه فیتینگ‌ها و فلنج‌ها با پروب فراصوتی (UT thickness gauge) برای جلوگیری از نقاط نازک‌تر از حد مجاز. این آزمون بدون آسیب رساندن به قطعه، نقاطی را شناسایی می‌کند که ضخامت دیواره به زیر حد بحرانی رسیده – نقاطی که در بازرسی چشمی قابل تشخیص نیستند.
۶. زبری‌سنجی (Ra – Roughness Test)
بررسی سطح آب‌بندی فلنج‌ها – شامل انواع FF، RF و RTJ – برای اطمینان از عملکرد صحیح واشر و جلوگیری از نشتی. همچنین اندازه‌گیری زبری سطوح فیتینگ‌ها مطابق با الزامات مشتریان. سطحی که خیلی صاف یا خیلی زبر باشد، هر دو می‌توانند آب‌بندی را به خطر بیندازند.
۷. آزمون ذرات مغناطیسی (MT – Magnetic Particle)
تشخیص ترک‌های سطحی و زیرسطحی در مواد فرومغناطیس از جمله فولادهای کربنی و کم‌آلیاژ. این روش قادر است عیوبی را که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند آشکار کند – ترک‌هایی که در فشار کاری واقعی می‌توانند گسترش پیدا کنند.
۸. آزمون مایع نافذ (PT – Liquid Penetrant)
بازرسی ترک‌های سطحی باز و مویرگی در محصولات فلزی. این روش برای مواد غیرمغناطیسی – از جمله استنلس استیل و آلیاژهای آلستیتی – که آزمون MT روی آن‌ها قابل اجرا نیست، کاربرد اصلی دارد.

۹. رادیوگرافی (RT – Radiography)

بررسی کامل جوش‌ها، اتصالات و بدنه محصولات با ضخامت بالا. رادیوگرافی عمیق‌ترین نگاه را به داخل قطعه ممکن می‌کند. تخلخل ذوب ناقص، ترک‌های داخلی و سایر عیوب حجمی که هیچ روش سطحی دیگری قادر به شناسایی آن‌ها نیست.

۱۰. آزمون فشار هیدرواستاتیک

تأیید استحکام و عدم نشستی تحت فشار. این آزمون آخرین خط دفاعی پیش از تحویل است، شبیه‌سازی شرایط سرویس واقعی برای اطمینان از اینکه قطعه در کار واقعی دقیقاً همانطور رفتار می‌کند که باید.

۱۱. متالوگرافی

بررسی ساختار میکروسکوپی و اندازه دانه (Grain Size). این آزمون پنجره‌ای است به داخل فلز، جایی که نتیجه تمام مراحل ذوب، نورد و عملیات حرارتی ثبت شده است. ساختار دانه‌ای یکنواخت تضمین خواص مکانیکی پایدار در بلندمدت است.

۱۲. آزمون PMI (Positive Material Identification)

شناسایی سریع آلیاژ در محل، به‌ویژه برای موقعیت‌هایی که اطمینان از هویت دقیق متریال در کوتاه‌ترین زمان ممکن ضروری است. PMI برای جلوگیری از اختلاط مواد در انبار، خط تولید یا در حین بازرسی شخص ثالث به کار می‌رود.





اثر انگشت فلز دستگاه آنالیز شیمیایی OES

مسئله‌ای که باید حل شود

یک لوله فولادی وارد انبار می‌شود. گواهی‌نامه مواد (MTC) همراهش هست و روی بدنه‌اش گرید P11 حک شده. آیا واقعاً P11 است؟ این سؤال ساده، در صنعت نفت و گاز تبعات غیرساده دارد. یک فولاد کربنی معمولی که به اشتباه - یا با تقلب - به عنوان فیتینگ با متریل فروخته شده، در یک خط بخار با دمای بالا رفتار کاملاً متفاوتی خواهد داشت. پدیده خزش آن را ضعیف می‌کند، و شکست نهایی ممکن است ماه‌ها یا سال‌ها بعد، وسط یک عملیات پالایشگاهی اتفاق بیفتد. جواب این سؤال، در آزمایشگاه توس پیوند در کمتر از ۳۰ ثانیه داده می‌شود.

دستگاهی که مثل اثر انگشت کار می‌کند

دستگاه FOUNDRY-MASTER Xline از برند Oxford Instruments – ساخت آلمان، سال 2015 – بر اساس یک اصل فیزیکی ظریف کار می‌کند: هر عنصر شیمیایی وقتی تحریک می‌شود، نور با طول‌موج‌های منحصر به فرد خودش گسیل می‌کند. کربن یک امضای نوری دارد، کروم امضای دیگری، مولیبدن امضای دیگر. دستگاه OES این امضاها را می‌خواند و درصد دقیق هر عنصر را گزارش می‌دهد.

این دستگاه در آزمایشگاه توس پیوند دارای تأییدیه صلاحیت سازمان NACI مطابق با استاندارد INSO-ISO/IEC 17025:2017 از سال ۱۴۰۳ است.

فرآیند آنالیز – گام به گام

آماده‌سازی نمونه: سطح نمونه با سنباده صاف و تمیز می‌شود تا آنالیز روی سطحی یکنواخت و عاری از آلودگی انجام شود. این مرحله ساده به نظر می‌رسد، ولی کیفیت آماده‌سازی مستقیماً روی دقت نتیجه اثر می‌گذارد.

ایجاد جرقه: نمونه به‌عنوان یک الکترود در مدار جرقه قرار می‌گیرد. یک تخلیه الکتریکی با ولتاژ و فرکانس کنترل‌شده بین نمونه و الکترود مقابل ایجاد می‌شود. این جرقه مقدار بسیار کمی از سطح نمونه – در حد میکروگرم – را تبخیر و اتمیزه می‌کند. **تشکیل پلاسما و نشر نور:** انرژی حاصل از جرقه اتم‌های تبخیرشده را به حالت پلاسما درمی‌آورد. الکترون‌ها به سطوح انرژی بالاتر جهش می‌کنند و هنگام بازگشت به حالت پایه، انرژی اضافی را به صورت نور گسیل می‌کنند. این نور – که همان امضای نوری هر عنصر است – توسط سیستم فیبر نوری به طیف‌سنج داخل دستگاه منتقل می‌شود.

تفکیک و آشکارسازی: توری پراش داخل طیف‌سنج نور را به طول‌موج‌های تشکیل‌دهنده‌اش تفکیک می‌کند. 18 آشکارساز CCD که به‌طور هم‌زمان کار می‌کنند، شدت نور را در هر طول‌موج اندازه می‌گیرند. نرم‌افزار اختصاصی WASLab این داده‌ها را پردازش می‌کند و شدت اندازه‌گیری‌شده را با منحنی‌های کالیبراسیون مقایسه می‌کند تا درصد وزنی هر عنصر محاسبه شود. **نتیجه:** در کمتر از 30 ثانیه، درصد دقیق بیش از 20 عنصر روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. نرم‌افزار بلافاصله مشخص می‌کند که نمونه با کدام گرید استاندارد مطابقت دارد – یا ندارد.

سه کاربرد اصلی در توس پیوند

تأیید مواد اولیه ورودی: هر محموله لوله یا ورق که وارد انبار می‌شود، پیش از پذیرش رسمی آنالیز می‌شود. تطابق گرید مواد اولیه با گواهی‌نامه MTC ارائه‌شده تأیید می‌گردد و از اختلاط مواد مختلف در انبار جلوگیری می‌شود.

بازرسی نهایی محصول: پیش از تحویل، قطعه نهایی یک بار دیگر آنالیز می‌شود تا اطمینان حاصل شود قطعه نهایی دقیقاً مطابق با مشخصات فنی مشتری است. نتایج مستندسازی و به مشتری ارائه می‌شود.

پشتیبانی از بازرسی شخص ثالث: در پروژه‌های صنعت نفت و گاز که حضور بازرس شخص ثالث الزامی است، دستگاه OES در توس پیوند قادر است نمونه‌هایی که بازرس طبق Inspection Test Plan (ITP) تأیید شده کارفرما انتخاب می‌کند را در حضور وی آنالیز کند.

فرا تر از دیوارهای کارخانه

آزمایشگاه توس پیوند به‌عنوان آزمایشگاه همکار اداره استاندارد، دارنده گواهینامه تأیید صلاحیت از مرکز ملی تأیید صلاحیت ایران (NACI) بر اساس استاندارد INSO-ISO/IEC 17025:2017 است. این یعنی خدمات آنالیز شیمیایی این آزمایشگاه نه فقط برای محصولات داخلی، بلکه برای مشتریان خارجی در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، خودروسازی، ساختمان‌سازی، ریخته‌گری و بازرسی شخص ثالث نیز ارائه می‌شود.





آدرس دفتر مرکزی :
تهران، بلوار میرداماد، خیابان شمس
تبریزی شمالی، خیابان نیک رای، شماره ۵
تلفن : ۲۲۲۵۷۴۷۴
آدرس کارخانه :
مشهد، کیلومتر ۲۷ جاده مشهد به قوچان
شهرک صنعتی فن آوری های برتر
تلفن : ۴ - ۰۵۱ - ۳۲۴۶۳۴۸۰
شناسه ملی : ۱۰۱۰۱۸۲۴۸۳۷
www.toospayvand.com
info@toospayvand.com