

# دستیابی به بهترین نتایج در عملیات حرارتی<sup>1</sup>

با راهکارهای پیشرو در تأمین، تولید، کنترل و همزنی گاز اتمسفر کوره و همچنین برای عملیات حرارتی در دمای زیر صفر

ترجمه محمدحسین نشاطی  
شرکت توسعه فولاد آلیاژی ایرانیا

## فهرست مطالب

### مجموعه تکنولوژی‌ها، خدمات و راهکارهای تأمین فرآیند عملیات حرارتی



- مقدمه

- خدمات پشتیبانی از فرآیندهای عملیات حرارتی

- آموزش عملی برای شروع

- آزمایشگاه عملیات حرارتی و متالوگرافی

- روش کارآمد برای مدرن‌سازی طرح تأمین گاز محافظ

### افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها

CARBOJET<sup>®</sup> تزریق گاز بدون فن

CARBOFLEX<sup>®</sup> کنترل اضافه شده برای نتایج درخشان

CARBOTHAN<sup>®</sup> مسیر کم انرژی برای انعطاف پذیری بیشتر

HYDROFLEX<sup>®</sup> راهکار کنترل اتمسفر برای عملیات حرارتی بدون اکسید

کربوره کردن کم فشار. تأمین قابل‌اعتماد محیط‌های گازی غنی‌سازی و کوانچ کردن

NITROFLEX<sup>®</sup> عملکرد بهینه شده اجزا

SINTERFLEX<sup>®</sup> کنترل دینامیک اتمسفر. برداشتن موانع کیفیت زینتر کردن

CRYOFLEX<sup>®</sup> عملیات حرارتی در دمای زیر صفر برای قطعاتی با سه برابر دوام بیشتر

### طرح‌های مفهومی منفرد برای موفقیت پایدار

راهکار متناسب‌سازی شده تأمین مخزن

### ارزش افزوده واقعی. ساخته شده با تخصص عمیق.

چه تولیدکننده، چه سازنده اجزای فلزی یا متخصص عملیات حرارتی باشید، به شریک قابل‌اعتمادی در کنار خود احتیاج دارید - شریکی که بتواند به اطمینان از ثبات و کنترل‌پذیری فرآیندهای شما کمک کند. اتمسفر کوره بهینه شده و کاربردهای کارآمد عملیات حرارتی برای تأمین استانداردهای کیفیت بالای مورد انتظار امروزی فلزات ضروری است.

<sup>1</sup>-Achieving best results in heat treatment, linde-gas, Heat treatment brochure - GIFA 2015.

اتمسفر بهینه شده کوره به کاهش فعالیت‌های بازکاری و نیز به کاهش هزینه‌های رد محصول تبدیل می‌شود. تجربه عظیم صنعتی و همکاری نزدیک و طولانی مدت با مشتریان، متخصصان محلی را به بینش‌هایی که برای تهیه بهترین راهکار برای چالش‌های فرآیند نیاز دارند، مجهز می‌کند. لاینده بیش از صد سال است که گازهای صنعتی را تولید نموده و می‌فروشد. مشتریان برای قابلیت تأمین پیشرفته، جامع و قابل اطمینان همراه با توانایی در اجرای به موقع و در بودجه مقرر، ارزش قائل هستند.

### خدمات پشتیبانی از فرآیندهای عملیات حرارتی. طراحی کل سیستم تا آخرین جزئیات.

لاینده شریک انتخابی برای عملیات حرارتی در متالورژی است. علاوه بر طرح‌های متناسب‌سازی شده و سخت‌افزار بهینه شده تأمین گاز، همچنین طیفی از خدمات را برای پوشش تمام مراحل جریان تولید ارائه می‌دهد.

### "خدمات"

تجزیه و تحلیل شرایط فرآیند فعلی:

- ← انجام ممیزی‌های فرآیند توسط مهندسان واجد شرایط برای بررسی قابلیت بهبود فرآیند
- ← آنالیز اتمسفر کوره با ابزار اندازه‌گیری کالیبره شده و دارای گواهینامه تایید
- ← تشخیص گازهای قابل اشتعال: هیدروژن، متان باقیمانده ( $\text{CH}_4$ ) و مونوکسید کربن ( $\text{CO}$ )
- ← تشخیص اجزای اکسیدکننده: آب، دی‌اکسید کربن ( $\text{CO}_2$ ) و اکسیژن ( $\text{O}_2$ )
- ← تشخیص پتانسیل کربن با استفاده از "آنالیز شیم برنجی [shim stock analysis]"

شناسایی زمینه‌های قابلیت بهبود در ارتباط نزدیک با مشتریان:

- ← نمای کلی از کل زنجیره فرآیند
- ← تجزیه و تحلیل فرآیندهای بالادست و پایین‌دست
- ← تجزیه و تحلیل شرایط مکانیکی کوره، موانع تأمین رسانی و تجهیزات کنترل آن
- ← ارتباط نزدیک با مشتریان
- ← آزمایش‌ها و نمایش برای مشتری در کوره‌های مرکز تکنولوژی داخلی
- ← مطالعات امکان‌سنجی اقتصادی
- ← تهیه گزارش نهایی

### "تجربه"

تمام انواع رایج، برای مثال:

- ← کوره‌های محفظه چند منظوره (کوره‌های کوانچ یکپارچه یا درزبندی شده)
- ← کوره‌های نوار نقاله مش (Mesh belt furnaces)
- ← کوره‌های اتصالات ریخته‌گری شده (Cast link furnaces)
- ← کوره‌های کف غلتکی (Roller hearth furnaces)
- ← کوره‌های افقی فشاری (Pusher type furnaces)
- ← کوره‌های ناقوسی (Bell type furnaces)
- ← کوره‌های خلا



← کوره‌های چاله‌ای (Pit furnaces)

← کوره‌های موفلی گردان (Rotary retort furnaces)

انواع معمول اتمسفر محافظ، برای مثال:

← اتمسفر نیتروژن-متانول/گاز گرماگیر

← اتمسفر نیتروژن-پروپان

← اتمسفر نیتریده کننده

← اتمسفر نیتروژن خالص

← اتمسفر هیدروژن خالص

← اتمسفرهای گاز ترکیبی (اتمسفرهای نیتروژن-هیدروژن)

← اتمسفر گاز گرماگیر

← اتمسفرهای گاز گرمازا و مونوگاز

### آموزش عملی برای شروع. استفاده از دانش فنی فرآیند.

برای کسب بیشترین استفاده از فرآیندهای عملیات حرارتی به پرسنل بسیار واجد شرایط نیاز می‌باشد.

#### تسلط بر فرآیندهای خود

با بهره‌گیری از برنامه آموزشی، می‌توان از تجربه عملی در اتمسفر کوره برای عملیات حرارتی سرمایه‌گذاری کرد. به طور کلی متناسب با نیاز، واحد آموزش به کارکنان دانش فنی لازم خاص فرآیند را جهت تسلط کامل بر روند کاری ارائه می‌دهد. با شروع از اصول اولیه و رفتن به سمت اثرات گازهای مختلف بر روی قطعات، آنگاه این آموزش مباحث پیشرفته‌تری مانند پتانسیل کربن، فرآیندهای کربوره کردن و دکربوره شدن یا نیتریده کردن را پوشش می‌دهد. متخصصان همچنین به طور مفصل در مورد فرآوری عملیات حرارتی مواد مختلف بحث خواهند کرد و فعل‌وانفعالات پیچیده بین قطعه‌کار و اتمسفر محافظ مانند بهینه‌سازی اتمسفر کوره زینتر کردن برای فرآیند قالبگیری تزریقی فلز (MIM) را توضیح می‌دهند.

#### اتمسفر محافظ در کانون توجه

از تجربه، می‌دانیم که پسماندها در سطوح قطعه‌کار، صرف‌نظر از منشا آن، اغلب به نتایج عملیات حرارتی نامطلوبی منجر می‌شوند و می‌تواند به کوره آسیب برساند. بنابراین آموزش همچنین می‌تواند تأثیرات مواد مختلف بر یک فرآیند خاص را پوشش دهد. موضوع احتمالی دیگر می‌تواند مدیریت سیستم‌های تأمین گاز محافظ با تمام انواع گزینه‌های مختلف تأمین باشد - برای مثال هیدروژن، نیتروژن/متانول یا آمونیاک و همچنین گاز گرماگیر و گاز گرمازا. یک مدول آموزشی در مورد اندازه‌گیری و کنترل اتمسفر محافظ گزینه دیگری است.

#### ایمنی بر پایه دانش

کوره‌های با اتمسفر محافظ به خودی خود خطرناک نیستند. اما قصور در رعایت رویه‌های صحیح ایمنی می‌تواند به طور بالقوه وضعیت خطرناکی ایجاد کند. باید حداکثر استفاده را از کارخانه خود برد بدون اینکه ایمنی به خطر بیفتد. بهترین روش در استفاده از گاز و آگاهی از خطر می‌تواند در به حداقل رساندن خطرات کمک کند. دوره ایمنی فشرده ما به کارکنان شما تمام اطلاعات نظری و عملی را که برای انجام ایمن کار خود نیاز دارند، ارائه می‌دهد. به طور خاص، آنها باید از خطر قابل توجه گازهای حاوی مونوکسید کربن مورد استفاده در بسیاری از فرآیندهای عملیات حرارتی آگاه باشند. گازهای دیگری مانند

پروپان، هیدروژن، متانول و نیتروژن همیشه باید با مراقبت‌های لازم توسط پرسنل واجد شرایط مورد استفاده قرار گیرند. به عنوان یک گزینه، این آموزش می‌تواند شامل نشان دادن موارد انجام خطا، برای مثال موارد منجر به انفجار یا خفگی باشد.

### آموزش متناسب‌سازی شده با فرآیندهای عملیات حرارتی

دوره‌های آموزشی ما معمولاً می‌تواند مطابق با نیازها و علایق فردی باشد. تجربه نشان داده است که تعامل بیشتر به یادگیری موثرتر منتج می‌شود. سطوح مختلف تکلیف آموزشی نیز یک ابزار مفید فراهم می‌کنند. شرکت‌کنندگان هنگامی که دوره خود را با موفقیت به پایان رسانند، گواهینامه آنرا دریافت می‌کنند.

## آزمایشگاه عملیات حرارتی و متالوگرافی. مشاوره بر اساس داده‌های مفصل.

### بهبودهای هدفمند از طریق شبیه‌سازی فرآیند

مهندسان در مراکز کاربردی لینده مسئول توسعه سیستم‌های جدید تأمین گاز برای فرآیندهای عملیات حرارتی و بهبود سیستم‌های کنترل فرآیندهای موجود هستند. به این منظور و همچنین آزمایش و نمایش، انواع کوره زیر موجود است:

← کوره نوار نقاله مش

← کوره محفظه چند منظوره

← کوره چاله‌ای

← کوره نوع افقی فشاری دمای بالا با دمای عملیاتی تا  $1450^{\circ}\text{C}$  برای فرآیندهای زینتر کردن

← محفظه پاشش نمک برای آزمایش پاشش نمک مطابق با استاندارد DIN EN ISO 9227

همه کوره‌ها به آخرین تکنولوژی کنترل و ورودی یونیورسال گاز مجهز شده‌اند تا هر اتمسفر ممکن کوره را با نهایت دقت شبیه‌سازی کنند. ما یک سیستم اندازه‌گیری جامع برای پایش و آنالیز نصب کرده‌ایم و برای تهیه نمونه‌ها از سیستم تمیز کردن با پلاسما استفاده می‌شود. کامپیوترهای کنترل فرآیند کارخانه نیز قادر به شبیه‌سازی فرآیندهای عملیات حرارتی هستند. تجربه عظیم متخصصان عملیات حرارتی بزرگترین عامل موفقیت لینده است. آنها افرادی هستند که توصیه‌های ویژه کاربرد را برای کمک به مشتری در تولید مقرون به صرفه‌تر ارائه می‌دهند.

### آزمایشگاه دمای پایین

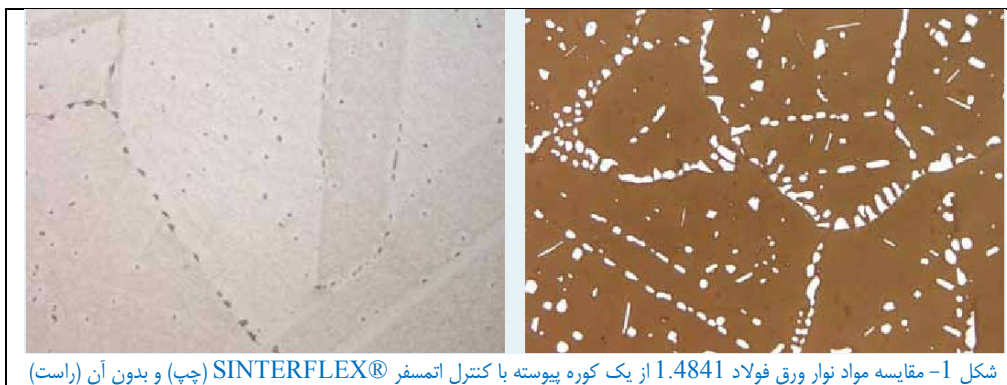
این آزمایشگاه ویژه شامل تجهیزات عملیات حرارتی در دمای پایین است، برای مثال برای تبدیل آستنیت باقیمانده در دمای حدود  $90^{\circ}\text{C}$  یا افزایش مقاومت در برابر سایش فولادهای ابزار در دمای کنترل شده زیر صفر تا  $-180^{\circ}\text{C}$  با تمپر کردن بعدی دمای بعدی تا  $+600^{\circ}\text{C}$

### متالوگرافی

این بخش یک آزمایشگاه کاملاً مجهز متالوگرافی برای آنالیز نتایج آزمایش‌های مشتری دارد. کارکنان آزمایشگاه مقاطع ماکرو و میکرو را تهیه و آنالیز می‌کنند و انواع آزمایشات سختی را انجام می‌دهند. سایر خدمات ارائه شده توسط آزمایشگاه شامل میکروسکوپ الکترونی روبشی و آنالیز مواد است.

### نمایش و راه‌اندازی در محل

یک بسته خدمات کامل شامل آزمایشات، نمایش‌ها و راه‌اندازی فرآیندهای لینده در کارخانه مورد نظر را ارائه می‌دهد. این خدمات توسط مهندسان خاص کاربرد که تجربیات عملی و دانش فنی خود را برای تأمین نیازهای خاص هر کارخانه بکار می‌گیرند ارائه می‌شود.



شکل 1- مقایسه مواد نوار ورق فولاد 1.4841 از یک کوره پیوسته با کنترل اتمسفر SINTERFLEX® (چپ) و بدون آن (راست)

### روش کارآمد برای مدرن سازی طرح تامین گاز محافظ. با مهندسين خيره.

اگر برای برنامه ریزی یا به روزرسانی سیستم تامین گاز محافظ کوره های خود به یک شریک نیاز دارید، مهندسان لینده می توانند در هر مرحله از راه از شما پشتیبانی کنند. دامنه خدمات شامل مشاوره در مورد مناسب ترین گازهای صنعتی، تدوین طرح، اجرای حرفه ای پروژه و راه اندازی سخت افزار در محل است.

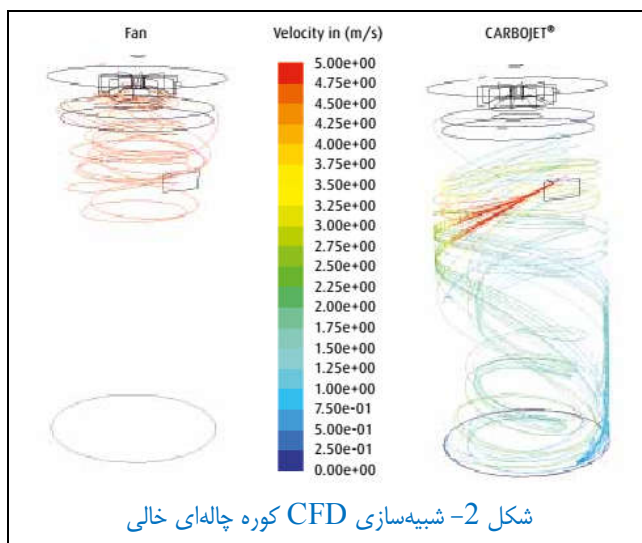
می توان سیستم شما را برای تولید، اندازه گیری و کنترل اتمسفر محافظ برای کوره یا کاربردهای دمای زیر صفر برنامه ریزی کرده و ساخت. همچنین می توان علاوه بر راه حل های استاندارد، طرح های سفارشی متناسب با امکانات تولیدی نیز ارائه داد.

عواملی که هنگام برنامه ریزی برای تامین گاز محافظ باید مورد توجه قرار گیرد شامل ابعاد لوله ها، اجزای مورد نیاز، سیستم های اندازه گیری و کنترل، PLC و در صورت لزوم، ابزار آنالیز است. گزینه های دیگر شامل ثبت اطلاعات و اتصال به سیستم های کنترل اصلی برای تضمین کیفیت است. علاوه بر این، می توان کوره جدید واحد را به جدیدترین تکنولوژی کنترل گاز محافظ مجهز کرد یا آن را با خطوط تولید موجود به عنوان بخشی از پروژه نوسازی کارخانه یکپارچه نمود.

### تزریق گاز بدون فن. اختلاط کارآمدتر گاز با CARBOJET®.

CARBOJET® بسته به کاربرد، مزایای زیادی برای فرآیند عملیات حرارتی فراهم می کند. این تکنولوژی بخاطر تزریق بسیار پرسرعت یک گاز یا مخلوط گاز از طریق لانس های خاص می تواند هر کوره ای را کارآمدتر کند. این امر اختلاط بهتر گازهای تزریق شده با اتمسفر کوره و همچنین حرکت بهتر جریان گاز در کوره را تضمین می کند.

[افزایش بهره وری و کاهش هزینه ها](#)



شکل 2- شبیه سازی CFD کوره چاله ای خالی

CARBOJET® مزایای مختلفی را برای کاربردهای مختلف ارائه می دهد. برای مثال، در کوره های پیوسته، اثر همگن سازی به توزیع یکنواخت تر کربن در اطراف قطعه کار تحت عملیات منتج می شود. تشکیل دوده در هنگام غنی سازی نیز به حداقل می رسد. اگر CARBOJET® در ورودی کوره کف غلظتی قرار داشته باشد، بهبود انتقال حرارت می تواند به طور بالقوه 10 درصد بهره وری واحد را افزایش دهد. روش تزریق با سرعت بالا همچنین تکرارپذیری آنالیز گاز را بهبود می بخشد. در همین حال، در منطقه خنک کننده، افزایش بهره وری تا 35 درصد امکان پذیر است. هنگام استفاده از کالاهای فله در کوره ای از نوع موفلی گردان می توانید میزان تولید را حدود 20 درصد

افزایش دهید. از آنجا که جریان‌های گاز تولید شده می‌توانند عمیق‌تر به درون مواد رسوخ کنند، گرمایش و کربوره کردن با سرعت بیشتری اتفاق می‌افتند.

این تکنولوژی مزایای خاصی برای کوره‌های چاله‌ای دارد. تکنولوژی CARBOJET® نیاز به فن‌ها، سیلندرهای راهنما و سرپوش کوره را منتفی می‌سازد. این امر نه تنها توزیع یکنواخت دما و اثر کربوره کردن را امکان‌پذیر می‌کند، بلکه از فضای داخل کوره نیز می‌توان با کارایی تا 20 درصد بیشتر استفاده کرد. کارایی بیشتر انرژی و خروجی بیشتر از سایر مزایای آن است. در آوریل 2013، اولین کوره نیتریده‌کننده از پیش مجهز شده به تکنولوژی CARBOJET® با موفقیت شروع به کار کرد.

#### مزایای کوره‌های چاله‌ای برای مشتری

- ← انجام یکنواخت کربوره کردن، آنیل کردن، نیتریده کردن و غیره
- ← گرمایش یکنواخت
- ← عدم نیاز به نصب، روشن کردن یا نگهداری فن گردش هوا
- ← عدم نیاز به سیلندر راهنما و سرپوش کوره؛ استفاده کارآمدتر از فضای کوره
- ← صرفه‌جویی در هزینه بخاطر طراحی ساده‌تر سرپوش کوره
- ← خوردگی کمتر، بنابراین 3 برابر عمر بیشتر سرپوش کوره
- ← حذف آسیب ارتعاشات به دسته [مواد تولیدی]، موفل و المان‌های حرارت‌دهی
- ← کارایی منابع به دلیل عدم نیاز به خنک‌کاری با آب
- ← عایق حرارتی بهتر به دلیل بهبود عایق‌بندی سرپوش کوره
- ← کاهش تشکیل دوده

#### مزایای کوره‌های مداوم برای مشتری

- ← تهویه سریعتر در هنگامی که اتمسفری تغییر داده می‌شود
- ← کاهش تشکیل دوده
- ← بهبود انتقال کربن و همگن‌سازی
- ← انتقال حرارت شدیدتر با بهبود جابجایی
- ← سوختن بهتر روغن مکانیکی و بقایای روانکار عملیات کشش در قسمت جلوی کوره
- ← عملکرد بهتر منطقه خنک‌کننده

#### مزایای کوره‌های موفلی گردان برای مشتری

- ← اختلاط بهتر اتمسفر
- ← کنترل آسان‌تر اتمسفر (پروپ O<sub>2</sub>)
- ← تشکیل مناطق نرم (سافت اسپات) به حداقل می‌رسد
- ← افزایش توان عملیاتی
- ← عمر بیشتر موفل (ریتورت)



#### CARBOFLEX®. کنترل اضافی برای نتایج درخشان

الزامات پس از آنیل کردن برای محصولات نیمه‌تمام از قبیل لوله، در سال‌های اخیر بسیار سخت‌تر شده است. در حالی که در گذشته تحویل لوله آنیل شده براق استاندارد کافی بود، اکنون مشتریان تلرانس‌های سختی را برای کیفیت سطح، برای مثال

مقادیر دکرپوره شدن یا اندازه دانه تعیین می‌کنند. در نتیجه، فضای کوره شما باید بتواند پاسخگوی این چالش‌های جدید باشد.



### در سطح کمال

تا همین اواخر، کل گستره محصولات با استفاده از یک اتمسفر قابل عملیات بودند. اما، امروزه، برای تأمین نیازهای خاص مشتری، انعطاف پذیری لازم است. برای برآورده ساختن تقاضاهای متغیر در این زمینه، سیستم CARBOFLEX® برای مخلوط کردن انعطاف‌پذیر گاز ورودی، خواه نیتروژن، گاز گرماگیر یا گاز غنی‌سازی، توسعه داده شده است. این به شما امکان می‌دهد اتمسفر کوره را دقیقاً متناسب با ماده تحت عملیات و موقعیت آن در کوره تنظیم کنید.

### کنترل فرآیند شدید برای انعطاف‌پذیری بیشتر

کابینت کنترل CARBOFLEX® به یک کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC) و یک صفحه لمسی کاربرپسند مجهز است. با استفاده از صفحه لمسی PC، اپراتورها می‌توانند پارامترهای اصلی فرآیند، مانند مقادیر جریان گاز اتمسفر را مشاهده و اصلاح کنند، داده‌های کوره را در زمان واقعی پایش کنند، مخلوط را تغییر دهند یا تنظیمات زنگ هشدار را تنظیم کنند. مقادیر تنظیم شده برای تأمین گاز به کوره در دستورالعمل‌ها تعریف شده است، بنابراین CARBOFLEX® می‌تواند به طور خودکار اتمسفر محافظ در کوره را کنترل کند.

CARBOFLEX® برای پایش اتمسفر محافظ طبق آخرین استانداردهای ایمنی طراحی شده است. این سیستم یک بایگانی داده ایجاد می‌کند که می‌توانید برای پایش پیوسته فرآیند و مطابقت با استانداردهای ایمنی و کیفیت مشاهده و تجزیه و تحلیل کنید.

### فواید

#### آییل کردن بهینه

- ← یکنواختی زیاد، استانداردهای کیفی تکرارپذیر برای دکرپوره شدن و تمیزی سطح
- ← حداقل تمیزکاری پایین دستی از طریق ادغام اکسیداسیون کنترل شده برای بقایای روانکارها یا امولسیون عملیات کشش
- ← داخل تمیزتر لوله‌ها و توزیع همگن کربن بر روی سطح بخاطر تکنولوژی تزریق پرسرعت CARBOJET®
- ← ادغام اختیاری پایش مکش سالن کوره برای جلوگیری از اکسید شدن در منطقه خنک‌کننده
- ← تولید و انتقال گاز گرماگیر با یک مولد بیرونی
- ← ادغام اختیاری تشخیص خودکار لوله‌های تابشی معیوب

#### آسانی انجام کار

- ← پارامترهای تأمین گاز به راحتی تنظیم می‌شوند تا با استفاده از دستورالعمل‌ها، کیفیت محصول یا الزامات ابعادی را تأمین کنند
- ← کنترل فرآیند با سیستم اندازه‌گیری دینامیک و حلقه بسته
- ← کنترل پتانسیل کربن به صورت خودکار و طبق دستورالعمل بسته به پارامترهای از پیش برنامه‌ریزی شده
- ← زنگ هشدار برای اعلام انحراف از نقاط تنظیم شده
- ← مستندسازی کامل داده‌های اتمسفر برای تضمین کیفیت
- ← دسترسی راحت به تاریخچه داده‌های فرآیند

## کاهش هزینه‌ها

- ← مصرف گاز بهینه بخاطر سیستم دستورالعمل و کنترل مکش
- ← به روزرسانی آسان کوره‌های قدیمی
- ← به حداقل رساندن محصولات رد شده و بازکاری بخاطر کنترل پتانسیل کربن
- ← تعمیر و نگهداری کمتر، زیرا سیستم‌ها به مدت چند سال آزموده و آزمایش شده‌اند

## بهبود ایمنی

- ← دمش (پرچینگ) ایمنی با N<sub>2</sub> از مخزن با حجم گاز کافی
- ← غلظت کم گاز قابل اشتعال (CO/H<sub>2</sub>) در گاز محافظ
- ← کنترل مکش برای محافظت در برابر خطر انفجار

## CARBOTHAN®. مسیر کم انرژی برای انعطاف‌پذیری بیشتر

راهکار CARBOTHAN® یک سیستم اتمسفر بر پایه نیتروژن-متانول راحت و بسیار انعطاف‌پذیر است. مزایای اصلی آن سهولت عملیات، هزینه کم سرمایه‌گذاری و حداقل تعمیر و نگهداری است.

### جایگزین مقرون به صرفه برای گاز گرماگیر

به عنوان یک راهکار انعطاف‌پذیر و یک سرمایه‌گذاری مناسب برای آینده، استفاده از مخلوط‌های نیتروژن-متانول مزایای زیادی نسبت به گاز گرماگیر دارد. این سیستم از لانس‌های مخصوصی استفاده می‌کند تا مخلوط نیتروژن-متانول را در داخل کوره پراکنده یا تجزیه کند. از لانس‌های مارک‌دار CTL آزموده و آزمایش شده یا از لانس‌های CARBOJET® ابداعی جدید لینده می‌توان استفاده کرد. نسبت نیتروژن به متانول می‌تواند متنوع باشد به طوری که ترکیب CO می‌تواند در هر زمان بین 0 درصد و 33 درصد تنظیم شود. این به اپراتورها امکان دستیابی به برای مثال به سریع‌ترین کربوره کردن با حداقل میزان اکسیداسیون داخلی در زیرلایه را می‌دهد.



### جریان فرآیند بهینه

متانول در یک مخزن ذخیره می‌شود و از طریق یک پمپ قدرتمند به نقطه مصرف منتقل می‌گردد. تأمین قابل اطمینان گاز به این معنی است که مقدار کافی نیتروژن همیشه در دسترس است. سرعت جریان را می‌توان به راحتی و به طور پیوسته با کنترل‌کننده‌های جریان جرم ناشی از فشار زیاد تنظیم کرد. این از تنظیمات مختلف تأمین گاز پشتیبانی می‌کند. برای نمونه، بلافاصله پس از شارژ کردن، می‌توان اکسیژن موجود در اتمسفر کوره را با افزایش زیاد حجم گاز تزریق شده، به سرعت خارج (پرچینگ) کرد. این نه تنها به تهویه سریعتر کوره، بلکه به کاهش اکسیداسیون داخلی نیز منتج می‌شود. برای کربوره کردن، اتمسفر - همانند مورد گازهای گرماگیر - باید با پروپان یا گاز هیدروکربن دیگری غنی شود.

برای کاربردهای دیگر مانند کوانچ و تمپر کردن، CARBOTHAN® یک گزینه ایده‌آل برای گاز گرماگیر نیز فراهم می‌کند. از آنجا که کوانچ و تمپر کردن به یک پتانسیل کربن کنترل شده در کوره فقط با حداقل غلظت CO نیاز دارد، یک اتمسفر CARBOTHAN® فرآیندی با حداقل تشکیل دوده، سرعت کم دگرپوره شدن یا کربوره شدن و اکسیداسیون داخلی بسیار کم را امکان‌پذیر می‌کند. همه امکانات فعلی در تنظیم فرآیند، مانند تنظیم مقدار β، برای دستیابی به نیتروژن و متانول آسان‌تر از گاز گرماگیر است، زیرا مقادیر بالاتر CO قابل حصول می‌باشد.

### بدون سوزاندن گاز اضافی



حتی امروزه، مقدار زیاد و بسیار نوسانی CO<sub>2</sub> در گاز طبیعی می‌تواند برای انجام برخی عملیات حرارتی مشکل‌ساز شود. دلیل این امر این است که هنگام استفاده در مولدهای گاز گرماگیر یا به عنوان گاز غنی‌سازی، شکستن CO<sub>2</sub> بسیار سخت است و شکستن آن به انرژی زیادی نیاز دارد. به دلیل استفاده روزافزون از منابع انرژی تجدیدپذیر و توسعه منابع جدید گاز طبیعی، می‌توان انتظار داشت که این مشکل در آینده شیوع بیشتری پیدا کند. با CARBOTHAN<sup>®</sup>، هیچ گاز اضافی برای سوزاندن وجود ندارد زیرا فقط مقدار دقیق گاز مورد نیاز در کوره تأمین می‌شود. در زمان توقف، نیازی به در حال کار نگهداشتن بخشی از واحد نیست. واحدی که با یک طرح تأمین مناسب راه‌اندازی شده باشد می‌تواند تقریباً با هر تعداد کوره، بدون نیاز به فضای بیشتر یا هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری بیشتر، و یا سرمایه‌گذاری برای مولدهای بیشتر گاز گرماگیر، گسترش یابد.

#### مزایای استفاده از مخلوط‌های نیتروژن-متانول

- ← سیستم تأمین گاز مقرون به صرفه و اثبات شده
- ← عدم نیاز به مولد گاز گرماگیر با سوزاندن
- ← زمان تهویه اتمسفر کوتاه‌تر
- ← عدم نیاز به مواد کاتالیزوری سرطان‌زا برای عملیات (REACH)
- ← تعمیر و نگهداری کمتر و قطعات یدکی کمتری مورد نیاز است
- ← گاز محافظ نامحدود عملاً 24/7 در دسترس است
- ← بسیار انعطاف‌پذیر از نظر حجم و ترکیب
- ← تشکیل دوده کمتر در فرآیندهای کوانچ و تمپر کردن
- ← کنترل پتانسیل کربن همانند گازهای گرماگیر (از تنظیم‌کننده‌های موجود پتانسیل کربن هنوز هم می‌توان استفاده کرد)
- ← می‌توان از امکان تنظیم مقدار β بهتر استفاده کرد
- ← امکان تنظیم جریان با کنترل‌کننده‌های جریان جرم
- ← تنظیم انعطاف‌پذیر در دسترس بودن کربن در سطح قطعات
- ← عملیات بیکاری آخر هفته با نیاز کمتر به گاز محافظتی
- ← سهولت اجرای پرده‌های (curtains) نیتروژن در کوره‌های پیوسته
- ← می‌تواند با تکنولوژی CARBOJET<sup>®</sup> ترکیب شود

#### HYDROFLEX<sup>®</sup>. راهکار کنترل اتمسفر برای عملیات حرارتی بدون اکسید

HYDROFLEX<sup>®</sup> یک راهکار کلی برای آنیل کردن بدون اکسید فولاد، فولاد ضد زنگ، مس، برنز یا برنج است. برای هر کاربردی، HYDROFLEX<sup>®</sup> نسبت بهینه هیدروژن و نیتروژن یا آرگون را برای جلوگیری از اکسیداسیون در واحد عملیات حرارتی تعیین می‌کند. در حالی که گازهای خنثی N<sub>2</sub> یا Ar به عنوان گاز حامل، فشار کوره را حفظ می‌کنند، هیدروژن برای جلوگیری از اکسیداسیون بکار گرفته می‌شود. بسیاری از کارهای آنیل کردن را می‌توان با مخلوط غیرقابل‌اشتعال H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> حاوی هیدروژن کمتر از 5 درصد با موفقیت به انجام رساند. بنابراین HYDROFLEX<sup>®</sup> می‌تواند راهکار بهینه برای آنیل کردن با گرمایش القایی باشد.

در بسیاری از موارد، HYDROFLEX<sup>®</sup> نیاز به یک مخلوط گاز پیچیده و با تعمیر و نگهداری زیاد را برطرف می‌کند. مکانیزم‌های پایش و ایمنی می‌توانند برای تضمین انتقال ایمن هیدروژن و انطباق با مقررات مربوطه به کار گرفته شوند. با استفاده از هیدروژن خالص یا مخلوط آرگون/هیدروژن با خیال راحت می‌توان از نیتریده کردن مواد حساس به گاز جلوگیری کرد. برنامه کاربردی منطقه‌بندی اتمسفر کوره ما هزینه‌های اتمسفر محافظ در کوره‌های نقاله‌ای پیوسته یا کوره‌های کف غلتکی را

بهبینه می‌کند. از نازل یا پرده مخصوص برای تزریق گاز خنثی مانند نیتروژن یا آرگون در ورودی و خروجی کوره استفاده می‌شود. این باعث افزایش غلظت هیدروژن فعال ترموشیمیایی در مناطق گرمتر کوره بدون نیاز به تزریق هیدروژن بیشتر می‌شود. از این طریق می‌توان تا 50 درصد صرفه‌جویی در هزینه گاز تزریق شده را محقق کرد.

یک پروب اکسیژن در خروجی منطقه خنک‌کننده، تشخیص زودهنگام نفوذ هوا را تضمین می‌کند. سیستم کنترل HYDROFLEX® برای جلوگیری از اکسید شدن قطعات با این [نفوذ هوا] مقابله می‌کند. بهینه‌سازی بیشتر فرآیند را می‌توان از طریق سیستم‌های کنترل و اندازه‌گیری هوشمند اضافی حاصل کرد. این امکان می‌دهد تا نسبت هیدروژن به گاز خنثی در هر زمان طبق شرایط اتمسفر در کوره تنظیم شود، نه اینکه از مقادیر تنظیم شده ثابت استفاده شود.

صرف نظر از اینکه در حال آنیل کردن، زینتر کردن یا لحیم کاری مس، فولاد، فولاد ضد زنگ، برنز یا برنج با هیدروژن خالص یا مخلوط بهینه هیدروژن و نیتروژن یا آرگون هستید، HYDROFLEX® تناسب کامل - قابل تنظیم با نیاز مشتری - با نیازهای فردی شما را فراهم می‌سازد.

#### فواید

- ← اتمسفر دقیقاً کنترل شده
- ← هزینه‌های کمتر بازکاری
- ← دمش (پرچینگ) خودکار ایمنی با N<sub>2</sub>
- ← ذخیره‌سازی تاریخچه داده‌های فرآیند
- ← بهبود انتقال حرارت
- ← توزیع یکنواخت گرما، سرعت خنک‌کنندگی بیشتر

#### کربوره کردن کم فشار. تأمین مطمئن محیط‌های گازی غنی‌سازی و کوانچ‌کننده

در کربوره کردن کم فشار، دمای فرآیند تا 1070°C می‌رسد. این به طور قابل توجهی زمان فرآیند را کاهش می‌دهد. هنگامی که با کوانچ کردن با گاز فشار بالا ترکیب شود، اعوجاج نیز می‌تواند به حداقل کاهش یابد. نتایج بهبود قابل توجه در مقایسه با کوانچ کردن با روغن، برای نمونه، با توجه به ویژگی‌های ریزساختار و سختی جز با روش خنک‌سازی مناسب می‌توان به دست آورد.

موفقیت در این فرآیند عملیات حرارتی نتیجه طرح درست گاز محافظ و تأمین آن است.

#### تعدادی از گازهای فرآیندی

- ← استیلن به عنوان منبع کربن و محیط کربوره کردن
- ← هلیوم و گاز مخلوط هلیوم به عنوان محیط کوانچ‌کننده و برای بازسازی کاتالیزورها در سیستم بازیافت هلیوم
- ← نیتروژن به عنوان گاز محافظ در حالی که محفظه در حال گرم شدن است و به عنوان محیط کوانچ‌کننده
- ← هیدروژن به عنوان فرآیند و گاز تزریق شده و به عنوان محیط کوانچ‌کننده



بسته به اندازه واحد، یک سیستم تأمین گاز متشکل از مخازن یا بسته‌های سیلندر را می‌توان سفارشی‌سازی کرد. باید در مرحله برنامه‌ریزی کلیه الزامات ایمنی را در نظر گرفت و اطمینان حاصل کرد که کل طرح تأمین برای بهترین نتیجه ممکن طراحی شده است.

## بازیافت هلیوم

سرعت بیشتر کوانچ کردن با استفاده از هلیوم که معمولاً در فشار تا 20 بار نگه داشته می‌شود، قابل‌دستیابی است. در صورت نیاز، می‌توان سیستم تأمین و بازیافت کلید در دست واحدهای جدید یا فعلی را نیز فراهم کرد.

### **NITROFLEX®** . عملکرد بهینه قطعات

نیتریده کردن، مانند کربوره کردن، یک فرآیند نفوذ (دیفوزیون) ترموشیمیایی است. نفوذ نیتروژن و/یا کربن به سطح قطعات یک لایه نیتريد بسیار سخت (نیتريد آهن  $\epsilon$  و  $\gamma$ ) تشکیل می‌دهد، که بسته به زمان عملیات، می‌تواند به ضخامت  $20-30 \mu\text{m}$  برسد و یک لایه متخلخل تقریباً  $2-10 \mu\text{m}$  روی سطح ایجاد کند. این لایه متخلخل می‌تواند به عنوان یک سطح خود روانکار عمل کند و مقاومت در برابر سایش قطعات را بهبود بخشد. ناحیه نفوذ به ضخامت تقریباً  $0.1$  تا  $0.7 \text{ mm}$  در زیر لایه نیتريد قرار می‌گیرد. این محلی است که در آن نیتروژن در زمینه (ماتریس) فریتی فلز نگهداری می‌شود. اما، برای پوشش شیمیایی یا گالوانیک بعدی، نیتريده کردن بدون لایه نیتريد نیز ممکن است مورد نظر باشد.



### لایه نیتريد با لایه متخلخل

#### بهبود خواص قطعات

با ترکیب نیتروکربوره کردن و اکسیداسیون، می‌توان در پایان فرآیند هوا، بخار یا اکسید نیتروژن ( $\text{N}_2\text{O}$ ) را به منظور بهبود مقاومت در برابر خوردگی و ارائه یک سطح نهائی مشکی زیبا (اکسی-نیتروکربوره کردن) اضافه کرد. برای مقاومت بیشتر در برابر خوردگی، از عملیات پس-اکسیداسیون برای ایجاد لایه‌های اکسیدی محافظ  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  با ضخامت  $1-2 \mu\text{m}$  استفاده می‌شود. دسته پیستون (شاتون) عملیات حرارتی شده با این روش، برای مثال موارد ساخته شده از فولاد C45، مقاومت به خوردگی بسیار بیشتری در آزمون پاشش نمک مطابق با استاندارد ISO 9227 در مقایسه با قطعات آبکاری شده کروم سخت نشان می‌دهند. نیتريده کردن می‌تواند به غیر از مقاومت در برابر خوردگی، بسیاری از خواص دیگر یک قطعه را نیز بهینه کند. این موارد شامل مقاومت در برابر سایش و استحکام خستگی - به خصوص در مورد قطعات ساخته شده از فولاد کربنی ساده یا کم آلیاژ است.

به دلیل پایین بودن دمای عملیات، نیتريده کردن باعث ایجاد اعوجاج کمی می‌شود و بیشتر در مورد قطعات نهایی بکار می‌رود. در نیتريده کردن سنتی، دمای عملیات معمولاً بین  $500$  تا  $540^\circ\text{C}$  و در نیتروکربوره کردن بین  $550$  تا  $590^\circ\text{C}$  است. همچون نیتروژن و کربن دهنده‌ها، مخلوط‌های  $\text{NH}_3 + \text{N}_2 + \text{CO}_2$  به طور معمول با شرایط عملیات حرارتی مورد نیاز مطابقت دارند. سیستم‌های مدرن کنترل اتمسفر (پروب  $\text{O}_2$  و سنسور نیتريده‌کننده  $\text{H}_2$  با کنترل جریان جرم متصل شده) از بهترین تکرارپذیری ممکن نتایج عملیات تعریف شده پشتیبانی می‌کنند.

#### نیتريده کردن پلاسما

اگر حتی دمای عملیات کمتری نیز مورد نظر باشد، نیتريده کردن پلاسما می‌تواند یک گزینه ویژه برای مواد پرآلیاژی باشد. این فرآیند باعث نفوذ نیتروژن در اجزای آهنی، به طور معمول در دمای  $480$  تا  $560^\circ\text{C}$  می‌شود. این فرآیند در خلا در سطح ماده با کمک پلاسمای ایجاد شده با تخلیه تابشی (glow discharge) اتفاق می‌افتد. در موارد خاص، دمای عملیات بین  $350$  تا  $480^\circ\text{C}$  امکان‌پذیر است. گازهای فرآیندی مورد استفاده  $\text{N}_2$ ،  $\text{H}_2$ ،  $\text{N}_2\text{O}$  (اکسید نیتروژن) و  $\text{CO}_2$  هستند. فراتر از نیتريده کردن گازی، روش نیتريده کردن پلاسما فرآیند به ویژه مناسبی برای قطعات پرآلیاژی ضد زنگ و ضد اسید (بیش از 13 درصد Cr) است. نکته‌ای که باید در اینجا از آن آگاهی داشت کاهش احتمالی مقاومت در برابر خوردگی است که با عملیات پس-اکسیداسیون می‌توان با آن مقابله نمود.

برای نتایج تکرارپذیر هنگام قرار دادن مواد در معرض گاز حرارتی و نیتریده کردن پلاسما، ترکیب، کارکرد و کنترل اتمسفر کوره از عوامل مهم هستند. می‌توان راهکارها و پانلهای کنترل گاز متناسب‌سازی شده با نیازهای عملیات حرارتی را صرف‌نظر از نوع فرآیند واقعی ارائه داد.

## SINTERFLEX® کنترل دینامیک اتمسفر. برداشتن مانع برای کیفیت زینتر کردن.

ایجاد فرصت‌های جدید برای قطعات زینتر شده از طریق کنترل آنلاین کربن

صنعت متالورژی پودر (PM) در چالش برای افزایش کیفیت و یکنواختی قطعات زینتر شده به منظور ایجاد فرصت‌های جدید در بازار است. ما یک تکنولوژی برای کنترل فرآیند زینتر کردن و بهبود استحکام مکانیکی قطعات زینتر شده توسعه داده‌ایم. یک سیستم کنترل آنلاین کربن پیچیده در قلب پیشنهادی SINTERFLEX® ما قرار دارد. این سیستم راه را برای فرصت‌های جدید تحریک بازار برای قطعات زینتر شده هموار می‌سازد.

ایجاد اتمسفر رقیق (lean) برای زینتر کردن

امروزه، بیشتر اتمسفرهای کوره در صنایع PM با مخلوطی حاوی نیتروژن (به عنوان گاز پایه) و گازهای مختلف فعال مانند هیدروژن و هیدروکربن‌ها تغذیه می‌شوند. هدف این گازهای فعال کنترل میزان کربن و فرآیند اکسیداسیون است. این گازها می‌توانند برای ایجاد یک اتمسفر رقیق‌تر که پتانسیل کربن مورد نظر را ارائه می‌دهد به صورت دقیقی تنظیم شوند.

به عبارت دیگر، به حداقل رساندن تمام گازهای فعال به طوری که بتوان فرآیند کربوره کردن را به شدت کنترل کرد. چالش در اطمینان از عملکرد پایش و کنترل پیشرفته است که به اپراتورها امکان می‌دهد تا از یکنواختی پتانسیل کربن در کل کوره اطمینان حاصل کنند.

با ارائه پیشنهاد منحصر به فرد خود SINTERFLEX® این چالش حل شده است. این راهکار ابتکاری، خودکار و کاربرپسند به اپراتورها قابلیت پایش در زمان واقعی و تنظیم دینامیک در اتمسفر کوره را می‌دهد.

مزایا در یک نگاه

← ارائه قابلیت‌های پایش در زمان واقعی و تنظیم دینامیک اتمسفر کوره  
 ← امکان راه‌اندازی سریع‌تر تهویه و کاهش زمان تغییر (سوئیچینگ) بین آلیاژهای مختلف

← کاهش هزینه‌های پس-عملیات [بازکاری] برای نجات موارد رد شده محتوای کربن قطعات

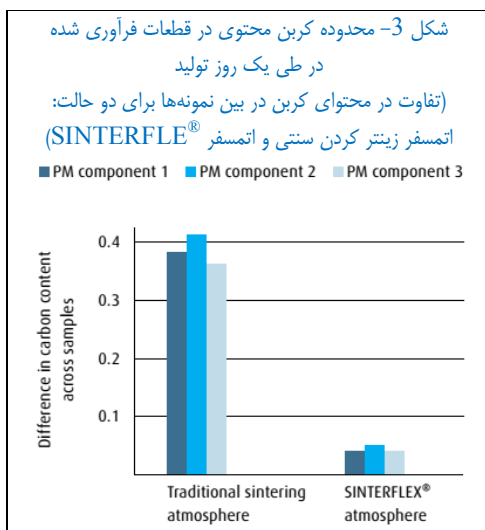
← امکان زینتر کردن پودرهای پر آلیاژی (Cr) را می‌دهد  
 ← فراهم آوردن قابلیت کربوره کردن کنترل شده (تا  $150 \mu\text{m}$ ) برای مقاومت بیشتر در برابر خستگی

← امکان یکنواختی بیشتر کیفیت اتمسفر کوره از طریق کنترل حلقه بسته

تعداد دقیق

تیم R&D لینده با همکاری شریک خود شرکت Högan و مشتریان منتخب

اصلی خود، آزمایش‌های گسترده‌ای را انجام داد تا نشان دهد SINTERFLEX® کمک می‌کند قطعاتی را که از نظر کیفیت



متفاوت نیستند تحویل داد. این آزمایش‌ها نشان دادند که انحراف محتوای کربن در بین قطعات فرآوری شده در اتمسفر پایه و قطعات فرآوری شده در اتمسفر SINTERFLEX® بیش از 80 درصد کاهش یافته است (شکل 3). این آزمایش‌ها تعداد قابل-توجهی از قطعات را در بر گرفته و به اشکال مختلف گسترش داده شده است. اثر مثبت اتمسفرهای SINTERFLEX® را حتی می‌توان با یک بررسی متالوگرافی نیز به وضوح مشاهده کرد.

## CRYOFLEX® عملیات سرمائی در زیر دمای صفر. برای قطعاتی که عمر سه برابر دارند.

### عملیات دمای زیر صفر

بسیاری از تولیدکنندگان در صنایعی مانند خودروسازی، هوا-فضا و ماشین ابزار برای بهبود خواص مواد به فرآیندهای عملیات حرارتی متکی هستند. در جستجوی مداوم برای بهینه‌سازی نتایج عملیات حرارتی، بازیگران بیشتر و بیشتری در حال تمرکز بر عملیات زیر دمای صفر هستند - یک مرحله دمای زیر صفر به دنبال یک فرآیند عادی عملیات حرارتی. با تبدیل آستنیت باقیمانده به مارتنزیت و با رسوب کردن کاربیدهای ریز، عملیات زیر دمای صفر موارد زیر را ارائه می‌دهد:



← بهبود سختی

← بهبود پایداری ابعادی

← افزایش مقاومت در برابر سایش

← طول عمر بیشتر

### فیزیک به طور خلاصه

مقاومت در برابر سایش و طول عمر فولادهای پرآلیاژ و ابزار را می‌توان با استفاده صحیح از عملیات زیر صفر به طور قابل توجهی افزایش داد.

این نوع عملیات زیر صفر معمولاً در محدوده دمایی از  $-160^{\circ}\text{C}$  تا  $-180^{\circ}\text{C}$  انجام می‌شوند و 24 تا 72 ساعت به طول می‌انجامد (شکل 4). فراتر از تبدیل آستنیت باقیمانده به مارتنزیت، عملیات زیر صفر دارای اثر اضافی بر رسوب کردن کاربیدهای ریز در ریزساختار فولاد است. این مقاومت در برابر سایش را بهبود بخشیده و طول عمر آنرا نیز حتی بازم بیشتر افزایش می‌دهد.

### بهبود پایداری ابعادی و افزایش سختی

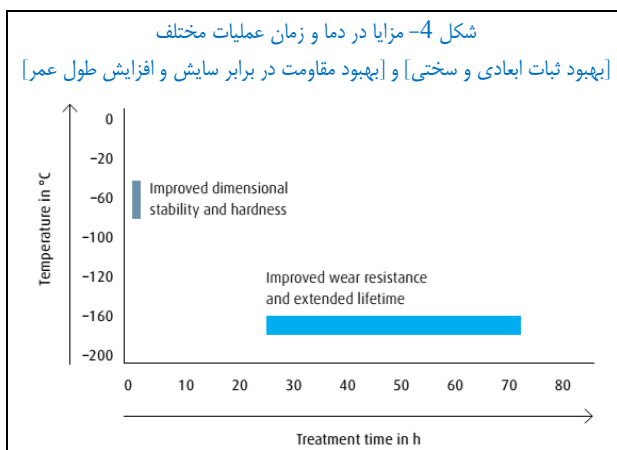
در دمای اتاق، آستنیت باقیمانده ناپایدار است و در طول زمان به آرامی تجزیه می‌شود. این تجزیه می‌تواند باعث تغییرات ابعادی، ناشی از چینش مجدد ساختار کریستالوگرافیکی شود.

قطعاتی که به دقت ابعادی بالایی نیاز دارند برای جلوگیری از این تجزیه، باید مهندسی شوند. این را می‌توان به طور معمول با

یک عملیات سرمائی در محدوده دمای از  $-40^{\circ}\text{C}$  تا  $-80^{\circ}\text{C}$  طی مدت 1-2 ساعت بدست آورد (شکل 4). این عملیات سرمائی نه تنها پایداری ابعادی را بهبود می‌بخشد بلکه سختی را نیز افزایش می‌دهد. افزایش سختی را می‌توان به تبدیل ریزساختار فولاد از آستنیت به مارتنزیت که مستحکم‌تر و سخت‌تر است نسبت داد.

### ایجاد ارزش با CRYOFLEX®

سرمایه‌گذاری‌ها در کاربرد حرفه‌ای تکنولوژی‌ها و تجهیزات دمای زیر صفر به طور کلی برگشت سرمایه سریع را به همراه دارد. در اینجا نیتروژن مایع عامل خنک‌کننده انتخابی است زیرا امکان کاهش دما تا  $-180^{\circ}\text{C}$  را فراهم می‌سازد و زمان چرخه را



تسریع می‌کند.

لینده طیفی از راهکارهای دمای زیر صفر طراحی شده برای تسهیل انجام عملیات و کارائی هزینه را که از بالاترین استانداردهای کیفیت و ایمنی برخوردار هستند ارائه می‌دهد. آنها همچنین دارای ویژگی‌های برجسته‌ای هستند که قابلیت‌های ردیابی و گزارش‌دهی کاملاً خودکار دما مطابق با خواسته‌های سختگیرانه صنعت هوافضا، برای مثال AMS 2750 E، NADCAP و CQI-9 - سه استاندارد که این صنعت به طور گسترده‌ای می‌طلبد - را فراهم می‌کنند. می‌توان از بین سه فریزر CRYOFLEX<sup>®</sup> تولید شده ما - مدل‌های جعبه، کابینت و تونل ما - انتخاب کرد. با تکمیل این پیشنهاد استاندارد، همچنین مدل‌ها و اندازه‌های سفارشی برای نیازهای خاص طراحی می‌شود.

### راهکارهای متناسب‌سازی شده برای تهیه مخزن. تامین گاز بهینه شده برای نیازمندی‌های شما.

لینده گستره خدمات مهندسی کاربردی، راهکارهای تامین گاز را که می‌تواند با نیازهای شخصی شما متناسب‌سازی شوند، گرد آورده است. برای حجم کم، گازهای صنعتی فشرده در مخازن تحت فشار تامین می‌شوند. برای نیاز به حجم بالاتر، گازهای مایع در مخزن با سیستم اواپراتور مناسب‌ترند. مخازن در طیفی از اندازه‌ها و چیدمان‌ها عرضه می‌شوند.

### نیتروژن

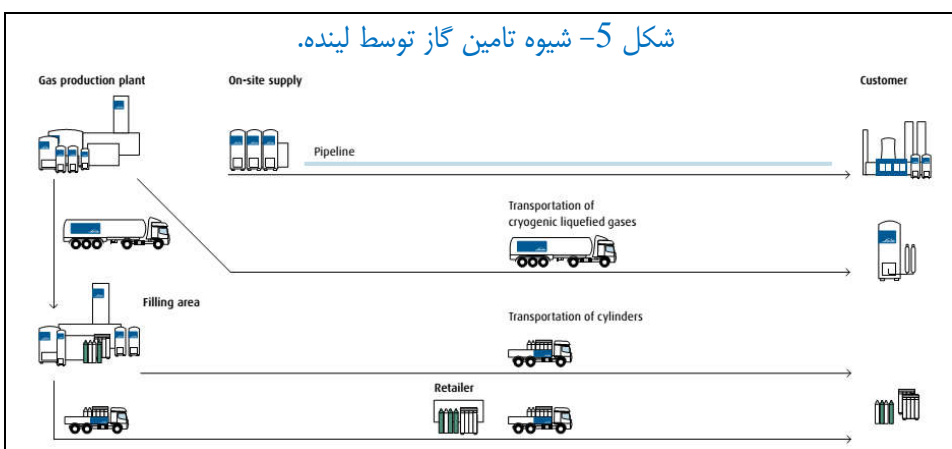
تامین انعطاف‌پذیر نیتروژن با خلوص بالا

این شرکت می‌تواند یک سیستم کلید در دست با تمام اتصالات مورد نیاز به صورت اجاره‌ای برای مشتری فراهم کند. بررسی منظم کارکرد و ایمنی نیز بخشی از خدمات آن است. علاوه بر این، می‌تواند مبدل‌های حرارتی پایین‌دستی (بخارکننده‌های گرم‌شونده با هوا) را در اندازه‌ای که نیاز مشتری را برآورده سازد، تامین کند.

اطمینان از تامین منظم نیتروژن بسیار سراسر است: گاز مایع شده در دمای زیر صفر در تانکرهای مخصوص تحویل می‌شود و در محل به مخزن پمپ می‌شود. فشار در مخزن ثابت می‌ماند به طوری که بتوان گاز را بدون هیچگونه اثر منفی، حتی در هنگام پر شدن مخزن، از آن خارج کرد. یک مبدل حرارتی پایین‌دستی (برای مثال یک بخارکننده گرم‌شونده با هوا) گاز مایع را تبخیر کرده که از طریق لوله به فرآیند شما تحویل می‌شود.

سیستم‌های تامین معمولاً در بیرون نصب می‌شوند که باعث صرفه‌جویی در فضای داخل سالن کوره می‌شود. به عنوان یک قاعده، نیتروژنی که لینده عرضه می‌کند مطابق با مشخصات خلوص بالا با درجه 5.0 (99.999 درصد حجمی) است و می‌تواند در تمام کاربردهای عملیات حرارتی استفاده شود. در صورت نیاز، می‌تواند نیتروژن درجه خلوص 6.0 را نیز تامین کند.

### ECOVAR<sup>®</sup> - تامین نیتروژن در محل



در سال‌های اخیر، مشتریان به جای تحویل گاز، به طور فزاینده‌ای به دنبال انتخاب راهکارهای تامین در محل هستند. محرک این امر در دسترس بودن تکنولوژی‌های جدید تولید نیتروژن و نوآوری در سیستم‌های برودتی می‌باشد. لینده با چند دهه تجربه به عنوان تولیدکننده و بهره‌

بردار کارخانه‌های جداسازی هوا، در این زمینه پیشتاز قدرتمندی است. ECOVAR® نتیجه تکامل مستمر فرآیندهای جداسازی هوا است که از تمایل این شرکت برای برخورداری مشتریان از مزایای هزینه‌های بهینه شده و قابلیت اطمینان بیشتر الهام گرفته شده است. مشتریانی که دارای الگوی مصرف نسبتاً مداوم و یکنواخت هستند، ممکن است دریابند که راه‌حل‌های تامین در محل® ECOVAR مقرون به صرفه‌تر از تحویل نیتروژن است. برای یافتن راه‌حل ایده‌آل تامین برای کسب‌وکار شما، باید تجزیه و تحلیل عمیق مشخصات مصرفی و نیازهای خلوص شما را انجام داد. مهندسان کاربردی می‌توانند این سرویس را در هر زمان انجام دهند.

### هیدروژن

هیدروژن به صورت گازی در سیلندرهای فولادی، بسته‌های سیلندر یا تریلر و به صورت مایع شده برودتی در تانکرها تامین می‌شود. در سایت مشتری، در سیلندرها، مخازن تحت فشار مخصوص یا مخزن عایق شده با خلاء - ذخیره می‌شود. این شرکت تمام این ظروف گاز را تامین و خدمات آنها را ارائه می‌کند.

### پروپان

پروپان در مخازن تحت فشار به صورت مایع ذخیره و در تانکر تحویل داده می‌شود. مشتریان با حجم کم مصرف پروپان می‌توانند گاز را در سیلندر تحویل بگیرند.

### استیلن

استیلن در سیلندرهای فولادی، بسته‌های سیلندر یا تریلر عرضه می‌شود. تأمین و نگهداری استیلن نیاز به توجه ویژه به جزئیات دارد. متخصصان استیلن شرکت تمام نیازهای مشتری را در نظر می‌گیرند. با رعایت بالاترین سطح استانداردهای ایمنی، مطمئن‌ترین تاسیسات برای تأمین و استفاده در فرآیند مشتری تضمین می‌شوند.

### دی‌اکسید کربن

برای برخی فرآیندها، دی‌اکسید کربن در سیلندرها، بسته‌های سیلندر یا در مخازن نیز تحویل می‌شود. باز هم، همه توسط متخصصان لینده سرویس می‌شوند.

### آمونیاک

آمونیاک نیز در سیلندرها یا بشکه‌هایی طراحی شده خاص صنایع عملیات حرارتی ارائه می‌شود. این وسیله‌های ذخیره‌سازی معمولاً بین هر پرکردن شسته می‌شوند (با دمش نیتروژن) تا آلودگی‌های جمع شده مانند آب را خشک کنند.

### هلیوم

بسته به میزان نیاز، این شرکت می‌تواند هلیوم را در ظروف مخصوص عایق‌بندی شده ایزو، تریلرهای لوله‌ای، دوارها [مخازن دو جداره عایق شده، dewars]، بسته‌های چند سیلندری (MCP)، سیلندرهای معمولی یا سیلندرهای قابل حمل عرضه کند

### راهکارهای اختلاط و دوزینگ گاز

این شرکت سیستم‌های تأمین خود، شامل ویژگی‌های ایمنی را با نیازهای دقیق فرآیند عملیات حرارتی شما متناسب‌سازی می‌کند. علاوه بر این، می‌تواند سیستم‌های اختلاط را برای تنظیم مخلوط گاز مورد نیاز در محل تامین نماید. در تاسیسات تولیدی خود سیستم‌های نوار نقاله و شارژ، کنترل‌کننده‌ها، کاتالیزورها و دستگاه‌های اندازه‌گیری منحصر به فرد در بازار را تولید می‌کند. به این ترتیب، می‌تواند تحویل سریع و مقرون به صرفه تمام نیازهای تأمین گاز را تضمین نماید.

### تضمین تأمین

گروه لینده با بیش از 600 شرکت وابسته در بیش از 100 کشور جهان، توانایی تولید و تحویل جهانی خود را با تخصص محلی برای اطمینان از تحویل به موقع و یکنواختی سطح بالای کیفیت خدمات تکمیل می‌کند.