

بهینه سازی سیستم های برودتی با تبدیل کمپرسورهای آمونیاکی دو مرحله ای به تک مرحله ای با تکنولوژی بومی

سید حسام حمیدی^{۱*}، مهدی علی پور^۲، محمدرضا بهروزنیا^۳، آرمان محمودیان دهکردی^۴، احسان یزدان پناه^۵،

۱- کارشناس مسئول فنی و کنترل کیفیت شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس - کارشناس رسمی اداره کل استاندارد استان

فارس hessaamhamidi@gmail.com

۲- مدیر عامل و عضو هیات مدیره شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس

۳- معاون فنی شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس

۴- مدیر تحقیق و توسعه شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس

۵- مدیر تاسیسات شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس

خلاصه

در این پژوهش، فرآیند تبدیل کمپرسورهای آمونیاکی دو مرحله‌ای به کمپرسورهای تک مرحله‌ای در یکی از سردخانه‌های زیر صفر شرکت پگاه فارس بررسی شده است. این تبدیل با هدف افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های عملیاتی، کاهش مصرف انرژی، رفع محدودیت تأمین تجهیزات، و استفاده بهینه از تکنولوژی بومی صورت گرفته است. در این پروژه، با طراحی مجدد قطعات داخلی، بازنگری در مدار تبرید، اصلاح سیستم‌های کنترلی و برقی، و آزمون‌های مرحله‌ای، یک سیستم سرمایشی انعطاف‌پذیر و کارآمد ایجاد گردید که قابلیت عملکرد در دو بازه دمایی زیر صفر و بالای صفر را داراست.

کلمات کلیدی: کمپرسور آمونیاکی، تکنولوژی بومی، تبرید صنعتی، سردخانه، سیستم دو مرحله‌ای، تبدیل به تک مرحله‌ای

مقدمه

در صنایع غذایی و لبنی، کنترل دما از عوامل کلیدی حفظ کیفیت محصول نهایی است. سیستمهای سرمایشی صنعتی به ویژه کمپرسورهای آمونیاکی به دلیل راندمان بالا و دوست دار محیط زیست بودن، کاربرد فراوانی دارند. با توجه به چالشهای موجود در تأمین کمپرسورهای زیر صفر و هزینه های بالای سرمایه گذاری، تبدیل کمپرسورهای دو مرحلهای به تک مرحلهای با حفظ عملکرد در دو بازه دمایی، به عنوان یک راهکار عملیاتی در دستور کار قرار گرفت. کمپرسور یک دستگاه مکانیکی است که گازها را فشرده می‌کند و فشار آنها را افزایش می‌دهد. از کمپرسورها در صنایع مختلف برای کاربردهای متنوعی مانند تهویه مطبوع، تبرید، تولید برق، صنایع نفت و گاز، و غیره استفاده می‌شود. کمپرسورها در سیستمهای تبرید و تهویه مطبوع برای انتقال مبرد به کار می‌روند. کمپرسورهای آمونیاکی از اصلی ترین تجهیزات در سیستمهای تبرید صنعتی هستند که از گاز آمونیاک به عنوان مبرد استفاده می‌کنند. این کمپرسورها به دلیل کارایی بالا و سازگاری با محیط زیست، در صنایع مختلفی مانند صنایع غذایی، داروسازی و شیمیایی استفاده می‌شوند.

انواع کمپرسورها

کمپرسورها به چند نوع اصلی تقسیم می‌شوند که هر کدام دارای ویژگی‌ها و کاربردهای خاص خود هستند.

۱. کمپرسورهای پیستونی (رفت و برگشتی):

این کمپرسورها از پیستون‌هایی استفاده می‌کنند که در داخل سیلندر حرکت می‌کنند تا گاز را فشرده کنند. این کمپرسورها معمولاً برای فشارهای بالا مناسب هستند و در سیستمهای تبرید، تهویه مطبوع، صنایع نفت و گاز، و کاربردهای صنعتی استفاده می‌شوند.

۲. کمپرسورهای اسکرو (مارپیچی):

این کمپرسورها از دو روتور مارپیچی برای فشرده کردن گاز استفاده می‌کنند. این کمپرسورها معمولاً برای دبی‌های بالا و فشارهای متوسط تا بالا مناسب هستند و در صنایع بزرگ مانند پتروشیمی، پالایشگاه‌ها، و سیستمهای تبرید صنعتی استفاده می‌شوند.

۳. کمپرسورهای سانتریفیوژ:

این کمپرسورها از نیروی گریز از مرکز برای فشرده کردن گاز استفاده می‌کنند. آنها برای فشارهای پایین تا متوسط و دبی‌های بالا مناسب هستند و در نیروگاه‌ها، صنایع پتروشیمی، و سیستمهای تهویه مطبوع استفاده می‌شوند.

۴. کمپرسورهای روتاری (چرخشی):

این کمپرسورها از دو تیغه یا روتور استفاده می‌کنند که گاز را فشرده می‌کنند. این نوع کمپرسورها برای کاربردهای خانگی و تجاری مناسب هستند و در یخچال‌ها، کولرهای گازی، و سیستمهای تهویه مطبوع کوچک استفاده می‌شوند.

انواع کمپرسورهای آمونیاکی

۱. کمپرسورهای پیستونی (رفت و برگشتی):

این کمپرسورها از پیستون‌هایی استفاده می‌کنند که در داخل سیلندر حرکت می‌کنند تا گاز آمونیاک را فشرده کنند و معمولاً در سیستمهای کوچک و متوسط سرمایشی استفاده می‌شوند و توانایی تولید فشارهای بالا را دارند.

۲. کمپرسورهای اسکرو (مارپیچی):

این کمپرسورها از دو روتور مارپیچی برای فشرده کردن گاز استفاده می‌کنند و بیشتر در سیستمهای بزرگ و صنعتی که نیاز به توان و ظرفیت بالاتری دارند، به کار می‌روند.

۳. کمپرسورهای سانتریفیوژ:

این کمپرسورها از نیروی گریز از مرکز برای فشرده کردن گاز استفاده می‌کنند و مناسب برای سیستمهای بزرگ با نیاز به

دبی بالای گاز هستند. آمونیاک یکی از مؤثرترین مبردها با توانایی بالای جذب حرارت است. به دلیل فراوانی و دسترسی آسان، آمونیاک به عنوان مبرد، هزینه‌های عملیاتی کمتری دارد. آمونیاک ODP (پتانسیل تخریب لایه اوزون) و GWP (پتانسیل گرمایش جهانی) بسیار پایینی دارد.

مکانیسم عملکرد کمپرسورهای آمونیاکی

۱. گاز آمونیاک از سیستم تبخیرکننده (اوپراتور) مکش می‌شود.
۲. گاز توسط پیستون‌ها، روتورها یا نیروی گریز از مرکز فشرده می‌شود.
۳. گاز فشرده شده به کندانسور منتقل می‌شود تا در آنجا حرارت خود را از دست داده و به مایع تبدیل شود. مراحل مختلف در سیستم‌های سرمایشی آمونیاکی
۱. گاز آمونیاک در اوپراتور حرارت جذب کرده و از حالت مایع به گاز تبدیل می‌شود.
۲. گاز آمونیاک توسط کمپرسور فشرده می‌شود و دمای آن افزایش می‌یابد.
۳. گاز داغ به کندانسور منتقل می‌شود و حرارت خود را از دست داده و به مایع تبدیل می‌شود.
۴. مایع آمونیاک از یک شیر انبساط عبور می‌کند و فشار آن کاهش می‌یابد، آماده تبخیر مجدد در اوپراتور می‌شود.

نگهداری و ایمنی :

انجام تعمیرات و نگهداری منظم برای افزایش عمر مفید و کارایی کمپرسورها ضروری است.

کاربردها :

- صنعت غذا و نوشیدنی: برای نگهداری مواد غذایی و محصولات در دماهای پایین.
- صنعت داروسازی: برای نگهداری داروها و واکنش‌ها در دماهای کنترل شده.
- صنعت شیمیایی: برای فرآیندهای شیمیایی که نیاز به دمای پایین دارند.
- شرح کامل اقدامات فنی انجام شده و تحلیل اولیه وضعیت موجود**
- بررسی ساختار و عملکرد کمپرسور RC3112 به عنوان یک کمپرسور دو مرحله‌ای.
- مستندسازی مشخصات اجزای داخلی مانند سیلندر، پیستون، فنرها، گزنپین، بوشها، رینگهای مکش و دهش.
- شناسایی علل استهلاک بالا شامل لرزش ناشی از فشارهای غیرهمسان در مراحل مختلف فشرده سازی.

خلاصه اقدامات فنی انجام شده:

- تغییر رینگ های دهش و مکش بر اساس فشار های مورد نیاز
- تغییر بوش های گزنپین
- تغییر مسیر لوله کشی
- تغییر سنسور های فشار
- برنامه نویسی مجدد PLC کنترل کننده کمپرسور
- تعویض مخازن پرچ درایر ها
- تغییر ساز و ظرفیت لوله ها و پمپ های ارسال کننده مایع آمونیاک
- اصلاح مسیر کندانسور ها

خلاصه دستاوردهای پیشبینی شده:

- توسعه و افزایش ظرفیت سردخانه های زیر صفر و بالای صفر
- توسعه و افزایش ظرفیت کندانسور ها
- متصل شدن به سیستم مانیتورینگ به منظور پایش روزانه
- بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی

چالشهای فنی طرح

با توجه به حضور تیم فنی - مهندسی شرکت که شامل افراد با گرایش های مهندسی مکانیک ، مهندسی برق و الکترونیک ، مهندسی تاسیسات ، مهندسی صنایع و مهندسی صنایع غذایی با مدارک کارشناسی ارشد ، کارشناسی و کاردانی به منظور طراحی ، نظارت بر اجرا ، ساخت و همچنین نصب تجهیزات موجود می باشد که بر تمامی پروژه ها نظارت دقیق دارد و تمامی مراحل اجرای این پروژه در شرکت پگاه فارس طراحی و انجام می گردد . لازم به ذکر است با اجرای این پروژه دو سردخانه زیر صفر با ارزش سرمایه حدود ۹۰ میلیارد ریال و با هزینه کرد حدود ۲۰ میلیارد ریال اجرایی می شود و میزان استفاده و ظرفیت این سردخانه ۸۰۰ تن می باشد و در واقع از مزایای اقتصادی این پروژه می توان به جلوگیری از سرمایه گذاری مجدد برای احداث سردخانه زیر صفر عنوان نمود.

مراحل تبدیل کمپرسورهای آمونیاکی دو مرحله ای به تک مرحله ای

۱. تجزیه و تحلیل و بررسی وضعیت موجود : ارزیابی دقیق سیستم دو مرحله ای موجود و سیستم تک مرحله ای مورد نیاز شامل بررسی اجزای داخلی کمپرسورهای تک مرحله ای و دو مرحله ای، سیستم های روان کاری و خنک سازی ؛ لوله کشی و سیستم های تحت فشار، جنس های به کار رفته جهت فنرها و رینگ های دهش و مکش در هر دو نوع کمپرسور و...
۲. تعیین نیازهای خاص شامل قطعات مورد نیاز و آنالیز جنس و طراحی آنها جهت ساخت؛ تغییرات مورد نیاز جهت تغییر بلبرینگ ها به رولبرینگ ها و تغییر انواع بوش های گزن پین و فنرها و رینگ های دهش و مکش با قابلیت کارکرد در دو فشار و دمای متفاوت بالای صفر و زیر صفر و تغییرات مورد نیاز دیگر؛ تغییر لوله کشی ها و تنظیم مجدد سنسورها الکترونیکی برای تبدیل سیستم به تک مرحله ای که بتواند در هر دو حالت زیر صفر و بالای صفر کار کند.
۳. طراحی و مهندسی مجدد سیلندرها کمپرسور که برای کار به عنوان یک واحد یکپارچه نیاز به این تغییرات در اجزای داخلی مانند گزن پین، بوش شاتون و فنرهای سوپاپ دهش است. همچنین طراحی و مهندسی مجدد تابلو برق ها؛ سنسور ها و...
۴. پس از طراحی و مهندس مجدد ملزومات مورد نیاز جهت؛ توسط دستگاههای تراش و CNC با جنس مورد نظر ساخته و تست میشود .
۵. بازطراحی و نصب لوله های جدید برای مکش و دهش که بتوانند فشارهای مختلف را در یک مرحله فشرده سازی مدیریت کرده و همچنین قابلیت تغییر فشار کاری بالای صفر و یا زیر صفر را برای کمپرسور ها تامین کند.
۶. طراحی و نصب تبادلهای دمای حرارتی برای کاهش دمای گاز فشرده شده سیکل زیر صفر بوسیله آمونیاک مایع بالای صفری و جلوگیری از افزایش فشار دیس شارژ سیستم زیر صفر
۷. تنظیم مجدد و بهینه سازی سیستم های خنک کننده موجود برای کار در حالت تک مرحله ای و توانایی کار کردن در هر دو سیستم بالای صفر و زیر صفر
۸. برنامه ریزی و تنظیم مجدد کنترل های مکانیکی و الکتریکی برای تضمین عملکرد صحیح کمپرسور در حالت تک مرحله ای.
۹. استفاده از سیستم های کنترل پیشرفته برای تنظیم دقیق فشار و دمای کارکرد کمپرسور و تنظیمات پیش فرض جهت زمان کارکرد با سیستم زیر صفر و بالای صفر
۱۰. جرای تست های اولیه برای اطمینان از عملکرد صحیح سیستم پس از تبدیل.
۱۱. راه اندازی کمپرسور در حالت های مختلف زیر صفر و بالای صفر برای ارزیابی عملکرد و کارایی.

۱۲. شناسایی و رفع مشکلات احتمالی و انجام بهینه‌سازی‌های لازم و افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی.



شکل ۱ - نمای تجهیز برودتی کمپرسور دو مرحله ای زیر صفر قبل از تغییرات

طراحی مجدد برای عملکرد تک مرحله‌ای، مهندسی معکوس قطعات حساس برای تغییر عملکرد:

رینگهای مکش و دهش: طراحی مجدد برای عملکرد پایدار در دو بازه فشاری (زیر صفر و بالای صفر)

بوش گزنپین: انتخاب جنس مناسب برای دوام بالا در تغییرات حرارتی پی در پی.

فنرهای سوپاپ: بهینه سازی کشش و الاستیسیته برای باز و بسته شدن در شرایط فشار متغیر.

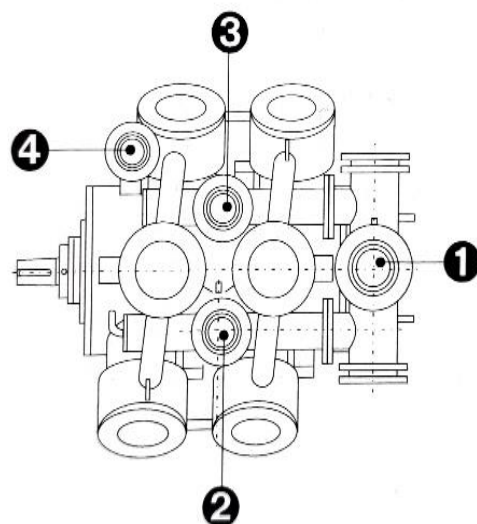
تبدیل بلبرینگها به رولبرینگها برای تحمل بار بیشتر و افزایش طول عمر.

اصلاح سیستم تبرید و لوله کشی

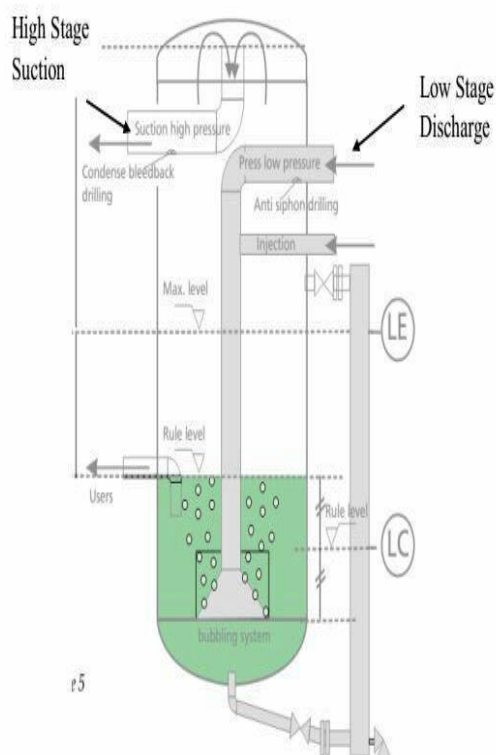
بازطراحی کامل مدار لوله‌کشی برای انطباق با فشار و دمای جدید.

اجرای مسیرهای جدید دهش و مکش با مقاطع مناسب و تنظیمات شیرآلات کنترلی.

اصلاح کندانسورها و مبدل‌های حرارتی جهت استفاده از آمونیاک مایع بالای صفر برای خنک‌سازی گاز داغ زیر صفر.



شکل ۲ - در سیستم جدید و با تغییرات انجام شده مسیر های ۲ و ۳ حذف شده و مسیر های ۱ ورودی فشار پایین و ۴ خروجی فشار پایین شده است . (۱-ورودی فشار پایین ، ۲- خروجی فشار پایین ، ۳- ورودی فشار بالا ، ۴- خروجی فشار بالا)



شکل ۳ - مخزن کندانس فشار پایین

به روزرسانی سیستمهای کنترلی و الکتریکی
برنامه نویسی مجدد PLC با حذف رمز و انحصار نرمافزاری قبلی.

تعریف دو حالت کاری (زیر صفر و بالای صفر) با تغییر اتوماتیک نقاط ست پوینت.
نصب سنسورهای جدید دما و فشار و بهینه سازی تابلو برق و حفاظت های الکتریکی.

ساخت و مونتاژ قطعات داخلی

ساخت قطعات با دستگاه CNC با رعایت تolerانس های مهندسی دقیق.
مونتاژ داخلی کمپرسور و کنترل دقیق هم محوری قطعات متحرک.
استفاده از مواد مقاوم به خوردگی و فشار بالا برای تضمین طول عمر مفید قطعات.

آزمایش، راه اندازی و بهینه سازی

اجرای تست ناشی، تست فشار و تست عملکرد تحت بار جزئی و کامل.
راه اندازی آزمایشی در هر دو حالت کاری (زیر صفر و بالای صفر).
ثبت داده های عملکردی، تحلیل بهره وری انرژی، و اعمال تنظیمات نهایی برای بهینه سازی عملکرد.



شکل ۴ - کمپرسور تک مرحله ای زیر صفر (پس از انجام تغییرات)



شکل ۵ - کمپرسور تک مرحله ای زیر صفر (پس از تغییرات) که وجود یخ زدگی بر روی لوله نشان دهنده عملکرد صحیح تجهیز میباشد.

پیچیدگی های فنی پروژه در جدول شماره یک قابل مشاهده میباشد.

جدول ۱ - پیچیدگی های فنی پروژه

ردیف	بخش های گلوگاهی دارای پیچیدگی فنی	شرح پیچیدگی ها و چالش های فنی	راهکارهای پیشنهادی
۱	هزینه بالای خرید کمپرسورهای جدید	کمبود کمپرسورهای زیر صفر و نیاز به خرید حداقل دو کمپرسور جدید زیر صفری	تک مرحله کردن کمپرسور ها و استفاده از آنها جهت هر دو سیستم زیر صفر و بالای صفر با توجه به نیاز
۲	دو مرحله ای بودن کمپرسور ها	استفاده فقط جهت سیستم های زیر صفر	تک مرحله ای کردن کمپرسور ها و استفاده در سیستم های بالای صفر و زیر صفر با توجه به نیاز
۳	مشکل تابلو برق دستگاه	وجود پسورد بر روی plc و انحصاری بودن آن ها	برنامه نویسی مجدد و استفاده از توان داخلی جهت برنامه نویسی مجدد و بدون پسورد
۴	استهلاک بالای کمپرسورهای دو مرحله ای	وجود فشار متفاوت در پیستون ها و ایجاد لرزش و خرابی زود هنگام	تک مرحله ای کردن و همسان سازی فشار در کمپرسور های تک مرحله ای
۵	قیمت بالای قطعات دو مرحله	وجود فشار متفاوت در پیستون ها و وجود قطعات با قیمت بالاتر	تک مرحله ای کردن و استفاده از قطعات با تکنولوژی پایین تر و ارزانتر

۶	پیچیدگی سیستم‌های دو مرحله‌ای نسبت به تک مرحله‌ای	وجود فشارهای متفاوت و سنسورهای متفاوت در کمپرسور	تک مرحله‌ای کردن کمپرسور
---	---	--	--------------------------

نوآوری‌ها و بهینه‌سازی‌های انجام شده :

- توسعه سیستم‌های دو مرحله‌ای برای افزایش کارایی و کاهش مصرف انرژی.
- استفاده از مواد جدید به منظور کاهش لرزش و استهلاک کمپرسور در دماهای پایین.
- طراحی‌های مدرن و بهبود طراحی‌ها برای کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی.
- کاهش پیچیدگی سیستم که با حذف مراحل متعدد فشرده‌سازی، سیستم ساده‌تر و نگهداری آن آسان‌تر خواهد شد.
- افزایش بهره‌وری از طریق بهبود عملکرد کمپرسور در هر دو حالت زیر صفر و بالای صفر.
- انعطاف‌پذیری بیشتر به واسطه امکان استفاده از کمپرسور در شرایط مختلف دمایی.

بهره‌وری عملیاتی

- کاهش زمان توقف: وجود کمپرسورهای رزرو و برنامه‌های نگهداری منظم می‌تواند زمان توقف ناشی از خرابی‌ها را کاهش دهد و بهبود بهره‌وری عملیاتی را به همراه داشته باشد.
- افزایش قابلیت اطمینان: به‌روزرسانی و بهینه‌سازی کمپرسورها منجر به افزایش قابلیت اطمینان سیستم‌های سرمایشی می‌شود.
- کارایی بالا و مصرف انرژی کمتر: شرکت‌های صنایع غذایی و لبنیات معمولاً از کارایی بالای کمپرسورهای آمونیاکی و مصرف انرژی کمتر نسبت به سایر مبردها راضی هستند.
- اقدام تجاری‌سازی: تأکید بر کارایی بالای کمپرسورهای آمونیاکی و مصرف بهینه انرژی در کمپین‌های بازاریابی.
- پایداری محیطی: آمونیاک با محیط زیست سازگار است و اثرات منفی کمتری نسبت به مبردهای دیگر دارد.
- اقدام تجاری‌سازی: بهره‌برداری از مزیت‌های محیط‌زیستی کمپرسورها در تبلیغات و برندسازی.

صرفه جویی‌های مالی

به جز بحث هزینه‌های حذف شده ناشی از خرید تجهیزات جدید برای یک سردخانه زیر صفر به طور کلی استفاده از کمپرسورهای آمونیاکی با کارایی بالا می‌تواند منجر به کاهش مصرف انرژی شود. این کاهش مصرف انرژی به صرفه‌جویی در هزینه‌ها و بهبود بهره‌وری انرژی منجر می‌شود. با اجرای برنامه‌های نگهداری منظم و استفاده از مواد و قطعات با کیفیت، می‌توان هزینه‌های نگهداری و تعمیرات را کاهش داد. ضمناً به دلیل فراوانی و هزینه کم آمونیاک، هزینه‌های عملیاتی کاهش می‌یابد. با توجه به برآورد‌های انجام شده و پیش فاکتور رسمی صادر شده از شرکت تامین کننده قطعات مربوط به سردخانه زیر صفر، این عملیات موجب حذف هزینه‌ای معادل ۱۱۱۰۰۰ یورو در سال ۱۴۰۳ گردید که در شکل‌های شماره ۵ و ۶ مشخص می‌باشد. لازم به ذکر است هزینه صرفه جویی مصرف انرژی به صورت سالانه معادل ۱۵۱۲۰۰۰ کیلووات ساعت می‌باشد که در محاسبات کل انرژی مصرفی شرکت پگاه فارس عدد قابل توجهی می‌باشد. مصرف میانگین سالانه این شرکت معادل حدود ۱۳ میلیون کیلووات ساعت است و با توجه به اعداد ذکر شده، انجام این پروژه منجر به کاهش سالانه بیش از ۱۰ درصد مصرف انرژی برق میگردد.

شرایط:

- × اعتبار پیش فاکتور سه روز می باشد.
- × مدت زمان تحویل: فوری
- × در هنگام صدور فاکتور رسمی ۹٪ به عنوان مالیات ارزش افزوده به مبلغ فوق اضافه خواهد گردید.
- × محل تحویل: آتبار واقع در تهران
- × راه اندازی کمپرسور توسط کارشناس در داخل کشور به صورت رایگان انجام خواهد شد.
- × یوتیت کمپرسورهای مذکور به مدت ۱۴ ماه از زمان حمل (تحویل کالا) به خریدار و یا ۱۲ ماه از زمان استارت (هر کدام زودتر فرا برسد) گارانتی می باشد. گارانتی شامل خرابیهای ناشی از طراحی اشتباه سیستم برودتی، نصب نامصحیح تجهیزات مربوطه، عدم عملکرد سیستمهای کنترلی، عدم سرویس دستگاهها مطابق با دستور کارخانه گراسو و یا استفاده از روغن نامرغوب در دستگاهها، نمیباشد.
- × کمپرسورها شامل کمپرسور، اویل سپراتور SOS، شیر مکش Stop Valve، شیر دهنش Stop Valve، گیجهای فشار و پرش لایر سویچهای مربوطه، تسمه و پولیهای موتور و کمپرسور می باشد.
- × به همراه هر یوتیت، یک عدد فیلتر روغن به شماره فنی 0711027 تحویل خریدار خواهد شد.

شرکت پارت سپهر آریا

با احترام



شکل ۵ - پیش فاکتور شرکت پارت سپهر آریا

شرکت محترم صنایع شیرپاستوریزه پگاه شیراز

پیشنهاد فنی مالی به شرح ذیل حضور محترمانه تقدیم میگردد.

پیش فاکتور

آیتم	کد کالا	شرح کالا یا خدمات	تعداد	قیمت واحد یورو	قیمت کل یورو
1	----	یونیت کمپرسور پیستونی چهار سیلندر گراسو سری 700V شامل: - اویل سیراتورسوس شیر مکش Stop Valve شیر دشت Stop Valve - گیجهای فشار و پرسیپرسر سوئیچهای مربوطه - تسمه و پولی کمپرسور - سال تولید 2020	1	47,000	47,000
2	-----	یونیت کمپرسور پیستونی شش سیلندر گراسو سری 1100V شامل: - شاسی - اویل سیراتورسوس شیر مکش Stop Valve شیر دشت Stop Valve - گیجهای فشار و پرسیپرسر سوئیچهای مربوطه - تسمه و پولی کمپرسور و الکتروموتور - سال تولید 2020	1	64,000	64,000
		جمع کل به یورو:			111,000
		جمع کل به ریال:			73,537,500,000

توضیحات: قیمت یورو در تاریخ 1403/04/09 معادل 662.500 ریال



شکل ۶ - محاسبات هزینه ای پیش فاکتور شرکت پارت سپهر آریا

نتیجه گیری

تبدیل کمپرسورهای دو مرحله‌ای آمونیاکی به تک مرحله‌ای با قابلیت عملکرد دوگانه دمایی، راهکاری عملیاتی و اقتصادی برای ارتقای سیستمهای تبرید صنعتی در کشور است. این اقدام نه تنها موجب کاهش هزینه ها و افزایش انعطاف پذیری تولید میشود، بلکه سطح دانش فنی داخلی و خوداتکایی در نگهداری تجهیزات را نیز به شکل قابل توجهی ارتقا میدهد.

پیشنهادهای آتی

- توسعه سیستم مانیتورینگ آنلاین برای پایش دقیقتر عملکرد
- آموزش تیمهای فنی نگهداری برای اجرای این طرح در سایر واحدها
- توسعه پروژه در مقیاس وسیعتر و انتقال دانش به سایر صنایع مشابه



۱۱. قدردانی

در این قسمت بر خود واجب میدانیم از تمامی پرسنل محترم همکار فنی در شرکت شیر پگاه فارس که بدون تلاش های بی وقفه و بی منت ایشان امکان اجرای موفقیت آمیز هیچ طرحی وجود نداشت کمال تشکر و قدردانی بعمل آوریم .

۱۲. مراجع

1. Andy Pearson ,(2008), “ Refrigeration with ammonia,International Journal of Refrigeration” , Volume 31, Issue 4, , Pages 545-551,
2. Anon. (2007) “Ammonia as a Refrigerant”
3. Anon., (2005). “Innovation in Small Capacity Ammonia Refrigeration Plants” , EU Contract No ENK6-CT-2002-30020,
4. Li Kun, (2022), “Energy Saving and Safety Technology of Ammonia Refrigeration System”

۵. آرشیو فنی ، شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس - واحد مهندسی تاسیسات

۶. آرشیو برق و کنترل ، شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس - واحد برق و کنترل

۷. آرشیو گزارش فنی و کارکرد تجهیزات ، شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس - واحد نت